

UNIVERSIDAD DE VALENCIA  
 INSTITUTO DE CIENCIAS  
 Y TECNOLÓGICAS  
 DEPARTAMENTO DE  
 QUÍMICA  
 Fecha: 29-IX-95  
 Registro: 123836  
 (413) 5316544-1

810.T.550(1)

~~389650~~  
~~D389640~~

CB 0000389650

1 12700988

6 11539902

810.T.550(1)

Bc =





**UNIVERSITAT DE VALÈNCIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

**DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD**

---

**TÍTULO:**

---

---

**SISTEMAS EXPERTOS EN AUDITORÍA**

---

---

**TESIS DOCTORAL**

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Fecha de Entrada <i>29 JUNIO 1994</i>
Fecha de Lectura <i>20 SEPTIEMBRE 1994</i>
Calificación <i>APTO. "CUM LAUDE" POR UNANIMIDAD</i>

Presentada por:

**ANTONIO SÁNCHEZ TOMÁS**

Dirigida por:

**Dr. D. VICENTE MONTESINOS JULVE**

Catedrático de Contabilidad  
de la Universitat de València

*Vº Bº*  


Valencia, junio de 1.994

*123.836*

UMI Number: U607253

All rights reserved

INFORMATION TO ALL USERS

The quality of this reproduction is dependent upon the quality of the copy submitted.

In the unlikely event that the author did not send a complete manuscript and there are missing pages, these will be noted. Also, if material had to be removed, a note will indicate the deletion.



UMI U607253

Published by ProQuest LLC 2014. Copyright in the Dissertation held by the Author.  
Microform Edition © ProQuest LLC.

All rights reserved. This work is protected against  
unauthorized copying under Title 17, United States Code.



ProQuest LLC  
789 East Eisenhower Parkway  
P.O. Box 1346  
Ann Arbor, MI 48106-1346

*A Concha, mi mujer;  
a mis hijos, Elena y Antonio,  
y a mis padres.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Al Dr. D. Vicente Montesinos Julve, catedrático de contabilidad de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universitat de València, que acogió con interés el tema tratado en este trabajo, proporcionándome apoyo, consejos y sugerencias durante el período de realización del mismo.*

*Al Dr. Manuel Ferrer Piqueras, catedrático de contabilidad, y al profesor D. Tomás Alonso Pascual, ambos de la Escuela Universitaria de Estudios Empresariales de Valencia, que me proporcionaron también consejos, ayuda y aliento. Y a todos los compañeros del Departamento de Contabilidad que se han interesado por la marcha de mi trabajo animándome día a día.*

*A Concha, mi mujer, y a mis hijos, Elena y Antonio, por haber dado sentido a la realización de este trabajo. A mis padres, que han sabido orientarme con rectitud y acierto en la vida.*

*Al personal de las bibliotecas de la Facultad y de la Escuela Universitaria y al personal del Departamento de Contabilidad por su colaboración en la gestión, localización y búsqueda de libros y artículos.*

# **SISTEMAS EXPERTOS EN AUDITORÍA**

---

## **ÍNDICE**

	Página
<b>AGRADECIMIENTOS.</b> .....	3
<b>ÍNDICE.</b> .....	4
<b>INTRODUCCIÓN.</b> .....	13

## **PRIMERA PARTE**

### **FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS**

<b>1. INFORMÁTICA, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS EXPERTOS.</b> .....	21
1.1. APLICABILIDAD E INFLUENCIA DEL ORDENADOR EN LA CONTABILIDAD. ....	21
1.2. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL. ....	34
1.3. DESARROLLO HISTÓRICO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL. ....	39
1.3.1. Origen y evolución de la inteligencia artificial. ....	39
1.3.2. Impacto del Proyecto Japonés del Ordenador de la Quinta Generación. ....	49
1.4. RAMAS DE APLICACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL. ....	56
<b>2. CONCEPTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.</b> .....	62
2.1. SISTEMAS BASADOS EN EL CONOCIMIENTO (SBC) Y SISTEMAS EXPERTOS (SE). ....	62
2.2. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS. ....	66
2.2.1. Definición de sistema experto. ....	67

2.2.2.	Características de los sistemas expertos. ....	69
2.2.3.	Diferencias entre los sistemas expertos y el proceso de datos convencional. ..	71
2.2.4.	Diferencias entre un sistema experto y un experto humano. ....	73
2.2.5.	Beneficios e inconvenientes de los sistemas expertos. ....	76
2.3.	ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO. ....	79
2.3.1.	Componentes de un sistema experto. ...	79
2.3.2.	Base de conocimiento. ....	81
2.3.3.	Memoria de trabajo. ....	82
2.3.4.	Motor de inferencia. ....	83
2.3.5.	Interfase del usuario. ....	84
2.3.6.	Subsistema de explicación. ....	84
2.3.7.	Subsistema de adquisición del conocimiento. ....	85
2.3.8.	Subsistemas de comunicación con otros sistemas. ....	86
2.4.	CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS	86
2.4.1.	Clasificación de los sistemas expertos	86
2.4.2.	Dominios en los que se pueden aplicar los sistemas expertos. ....	93
3.	CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO. ....	95
3.1.	INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO. ....	95
3.1.1.	Tipos de conocimiento. ....	95
3.1.2.	Ingeniería del conocimiento. ....	100
3.1.3.	Personas que intervienen en la ingeniería del conocimiento. ....	102
3.2.	METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SISTEMAS EXPERTOS. ....	113
3.2.1.	Factores a considerar a la hora de construir un sistema experto. ....	113
3.2.2.	Fases de desarrollo de un sistema ex-	

perto. ....	116
3.2.3. Tiempo y coste del desarrollo de un sistema experto. ....	128
<b>4. ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO EXPERTO. ....</b>	<b>134</b>
4.1. EL PROCESO DE OBTENCIÓN DEL CONOCIMIENTO EXPERTO. ....	134
4.2. TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DEL CONOCIMIENTO. ....	135
4.3. PROBLEMAS QUE SURGEN EN LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO. ....	140
<b>5. REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LOS SISTEMAS EXPERTOS. ....</b>	<b>145</b>
5.1. EL PROBLEMA DE LA REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO. ....	145
5.2. FORMAS DE REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO. ..	147
5.2.1. Representación lógica. ....	151
5.2.2. Triplas objeto-atributo-valor. ....	156
5.2.3. Reglas de producción. ....	158
5.2.4. Redes semánticas. ....	166
5.2.5. Objetos estructurados: <i>frames</i> y <i>scripts</i>	170
5.3. EL RAZONAMIENTO APROXIMADO. ....	174
5.4. EL RAZONAMIENTO NO MONOTÓNICO. ....	177
5.5. LA UTILIZACIÓN DE META-REGLAS. ....	178
<b>6. EL PROCESO DE RAZONAMIENTO DEL MOTOR DE INFERENCIA</b>	<b>180</b>
6.1. EL PROCESO DE INFERENCIA. ....	180
6.2. EL MECANISMO DE EMPAREJAMIENTO. ....	182
6.3. ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA. ....	185
6.3.1. Encadenamiento hacia adelante. ....	185
6.3.2. Encadenamiento hacia atrás. ....	187
6.3.3. Encadenamiento mixto. ....	189
6.4. ESTRATEGIA DE RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS ENTRE REGLAS. ....	189
6.4.1. Estrategia de búsqueda en extensión. .	190

6.4.2. Estrategia de búsqueda en profundidad.	191
6.4.3. Estrategia de búsqueda heurística. ...	191

**7. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO DE SISTEMAS EXPERTOS. 194**

7.1. CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE DESARROLLO DE SISTEMAS EXPERTOS. ....	194
7.2. DESARROLLO A MEDIDA DE UN SISTEMA EXPERTO UTILIZANDO LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN. ....	196
7.2.1. Lenguajes de programación convencionales. ....	196
7.2.2. Lenguajes de ingeniería del conocimiento. ....	202
7.3. DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO UTILIZANDO CONCHAS ( <i>SHELLS</i> ). ....	204
7.4. FACILIDADES DE DESARROLLO DE SISTEMAS EXPERTOS. ....	207
7.5. ENTORNOS DE DESARROLLO DE SISTEMAS EXPERTOS.	208

**8. SISTEMAS EXPERTOS «VERSUS» SISTEMAS DE AYUDA A LA DECISIÓN. .... 212**

8.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA TOMA DE DECISIONES. ....	212
8.2. RELACIÓN ENTRE LA ESTRUCTURA DE LAS TAREAS Y LA TOMA DE DECISIONES. ....	214
8.3. EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN BASADOS EN EL ORDENADOR PARA APOYAR LA TOMA DE DECISIONES. ....	216
8.3.1. Clasificación de las herramientas basadas en el ordenador para apoyar la toma de decisiones. ....	216
8.3.2. Herramientas de apoyo en las tareas estructuradas. ....	220
8.3.3. Herramientas de apoyo en las tareas semiestructuradas y en las tareas no estructuradas. ....	226

8.4. LOS SISTEMAS DE AYUDA A LA DECISIÓN (SAD). ..	229
8.4.1. Evolución, concepto y características generales de los SAD. ....	229
8.4.2. Estructura de un SAD. ....	233
8.4.3. Clasificación de los SAD. ....	235
8.4.4. La aplicación de los SAD en contabili- dad y finanzas. ....	239
8.5. ANALOGÍAS Y DIFERENCIAS ENTRE LOS SISTEMAS EX- PERTOS Y LOS SISTEMAS DE AYUDA A LA DECISIÓN.	241
8.6. EL FUTURO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN COMO SISTEMAS DE AYUDA A LA DECISIÓN. ....	249
8.6.1. Nuevos sistemas de ayuda a la decisión	250
8.6.2. Integración de los SAD con los SE y con otros sistemas de información. ....	252

**SEGUNDA PARTE**

**SISTEMAS EXPERTOS EN AUDITORÍA**

<b>1. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS EXPERTOS RELACIONADAS CON LA CONTABILIDAD. ....</b>	<b>258</b>
1.1. DOMINIOS Y FUNCIONES DE LA CONTABILIDAD EN LOS QUE SE PUEDEN APLICAR LOS SISTEMAS EXPERTOS.	258
1.2. APLICACIONES REALIZADAS DE SISTEMAS EXPERTOS RELACIONADOS CON CONTABILIDAD. ....	265
1.3. ENFOQUES DE INVESTIGACIÓN EN EL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS RELACIONADOS CON LA CON- TABILIDAD. ....	277
1.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS EX- PERTOS EN CONTABILIDAD. ....	284
<b>2. SISTEMAS EXPERTOS EN AUDITORÍA. ....</b>	<b>289</b>
2.1. AUMENTO CRECIENTE DEL INTERÉS POR LOS SISTEMAS	



EXPERTOS EN AUDITORÍA. ....	289
2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA AUDITORÍA. ..	296
2.2.1. Definición de auditoría. ....	297
2.2.2. Tipos de auditoría. ....	300
2.2.3. Normas de auditoría. ....	303
2.2.4. Fases del proceso de auditoría. ....	312
2.3. APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN EL CAM- PO DE LA AUDITORÍA. ....	316
2.3.1. Áreas funcionales de la auditoría en las que se pueden aplicar los sistemas expertos. ....	317
2.3.2. Clasificación de los sistemas expertos en auditoría. ....	323
<b>3. SISTEMAS EXPERTOS EN LA FASE DE ORIENTACIÓN DE LA AUDITORÍA: MATERIALIDAD Y RIESGO. ....</b>	<b>327</b>
3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA FASE DE ORIEN- TACIÓN. ....	327
3.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MATERIALIDAD. ....	330
3.3. LA APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN LA EVALUACIÓN DE LA MATERIALIDAD. ....	335
3.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIESGO DE AUDI- TORÍA. ....	342
3.5. LA APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO DE AUDITORÍA. ....	348
3.6. ANEXO: EJEMPLO DE SESIÓN DE MUESTRA CON EL SISTEMA <i>AUDITPLANER</i> . ....	355
<b>4. SISTEMAS EXPERTOS EN LA EVALUACIÓN DEL CONTROL INTERNO. ....</b>	<b>357</b>
4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CONTROL INTERNO. ....	357
4.2. LA APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN LA EVALUACIÓN DEL CONTROL INTERNO. ....	378
4.3. ANEXO: EJEMPLO DE SESIÓN DE MUESTRA CON EL SISTEMA <i>INTERNAL-CONTROL-ANALYZER</i> . ....	402

<b>5. SISTEMAS EXPERTOS EN LA PLANIFICACIÓN DE LA AUDITORÍA.</b>	409
5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PLANIFICACIÓN DE LA AUDITORÍA.	409
5.2. LA APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN LA PLANIFICACIÓN DE LA AUDITORÍA.	419
<b>6. SISTEMAS EXPERTOS EN LA OBTENCIÓN DE LA EVIDENCIA Y FORMACIÓN DE LA OPINIÓN.</b>	446
6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA FASE DE OBTENCIÓN DE LA EVIDENCIA Y FORMACIÓN DE LA OPINIÓN	446
6.2. LA APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN LA OBTENCIÓN DE LA EVIDENCIA Y FORMACIÓN DE LA OPINIÓN.	461
6.2.1. La aplicación de los sistemas expertos en la evaluación de la provisión para insolvencias.	462
6.2.2. La aplicación de los sistemas expertos en la evaluación de las reservas de préstamos bancarios.	473
6.2.3. La aplicación de los sistemas expertos en la formación de la opinión de auditoría sobre aspectos fiscales.	486
6.2.4. La aplicación de los sistemas expertos en la formación de la opinión de empresa en funcionamiento.	502
<b>7. SISTEMAS EXPERTOS EN EL INFORME DE AUDITORÍA.</b>	524
7.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL INFORME DE AUDITORÍA.	524
7.2. LA APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN EL INFORME DE AUDITORÍA.	533
<b>8. SISTEMAS EXPERTOS RELACIONADOS CON OTRAS ÁREAS DE LA AUDITORÍA.</b>	541

8.1. LA APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN OTRAS ÁREAS DE LA AUDITORÍA. ....	541
<b>9. SISTEMAS EXPERTOS EN AUDITORÍA INTERNA. ....</b>	<b>549</b>
9.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA AUDITORÍA IN- TERNA. ....	549
9.2. LA APLICACIÓN DE LOS DE SISTEMAS EXPERTOS EN AUDITORÍA INTERNA. ....	557
<b>10. SISTEMAS EXPERTOS EN AUDITORÍA INFORMÁTICA Y OTRAS ÁREAS RELACIONADAS CON EL PROCESO ELECTRÓ- NICO DE DATOS. ....</b>	<b>564</b>
10.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA AUDITORÍA INFORMÁTICA. ....	565
10.2. LA APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN AUDITORÍA INFORMÁTICA. ....	588
10.2.1. Sistemas expertos en auditoría ge- neral de sistemas informáticos. ...	588
10.2.2. Sistemas expertos de detección de la intrusión en el sistema. ....	611
10.3. LA APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS EN OTRAS ÁREAS RELACIONADAS CON EL PROCESO ELECTRÓNICO DE DATOS. ....	613
<b>11. INCIDENCIAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS SOBRE LA PRO- FESIÓN CONTABLE Y DE AUDITORÍA. ....</b>	<b>625</b>
11.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS PARA LA PROFESIÓN CONTABLE Y DE AUDITORÍA. ....	625
11.1.1. Beneficios de los sistemas expertos.	625
11.1.2. Limitaciones de los sistemas exper- tos. ....	634
11.2. CAMBIOS PRODUCIDOS POR LOS SISTEMAS EXPERTOS EN LA SOCIEDAD Y EN EL ENTORNO EMPRESARIAL.	638
11.3. CAMBIOS PRODUCIDOS POR LOS SISTEMAS EXPERTOS	

EN EL ENTORNO CONTABLE Y DE AUDITORÍA. ....	640
11.4. RESPONSABILIDAD LEGAL Y RESPONSABILIDAD ÉTI- CA DE LOS SISTEMAS EXPERTOS. ....	647
<b>12. PERSPECTIVAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS. ....</b>	<b>653</b>
<b>13. CONCLUSIONES. ....</b>	<b>689</b>
 <b>ANEXOS.</b>	
Anexo A1. Listado de sistemas expertos, excluidos los de aplicación financiera y contable. ....	724
Anexo A2. Breve descripción de algunos sistemas exper- tos primitivos famosos. ....	728
Anexo B1. Listado de herramientas de desarrollo de sistemas expertos. ....	736
Anexo B2. Breve descripción de algunas conchas famosas	740
Anexo C1. Listado de sistemas expertos en contabili- dad y finanzas. ....	752
Anexo D1. Listado de las principales revistas consul- tadas. ....	758
 <b>GLOSARIO DE TÉRMINOS SOBRE SISTEMAS EXPERTOS. ....</b>	 <b>760</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA. ....</b>	<b>771</b>

## INTRODUCCIÓN

El trabajo que presentamos se inscribe dentro de las corrientes de pensamiento contable que intentan demostrar la aplicabilidad del **ordenador**, la **informática** y la **tecnología de la información** en el desarrollo teórico y práctico de la **contabilidad** y la **auditoría**. Ahora bien, este estudio se ha centrado en las posibilidades que ofrece el nuevo paradigma de la **inteligencia artificial** y los **sistemas expertos** en el **desarrollo de la auditoría**; tema de especial interés en la actualidad.

Como se sabe, la sociedad actual se desenvuelve en un entorno muy complejo y cambiante que se caracteriza, básicamente, por los siguientes rasgos: crisis de la energía, inflación, integración de la economía a escala mundial, liberalización de la economía, crecimiento de los mercados de bienes y servicios, gran competencia entre las empresas, fuerte desarrollo tecnológico y aparición de nuevas tecnologías para tratamiento y comunicación de la información, aumento de la importancia de la información como fuente para la toma de decisiones, nuevas técnicas de gestión, nuevas tecnologías de la producción, etc. De todos estos rasgos, sin lugar a dudas, el más importante, desde el punto de vista de la gestión empresarial, es el aumento creciente de la información codificada por medio de ordenadores electrónicos y su papel para la toma de decisiones. Para poder tomar decisiones en este nuevo entorno es necesario disponer, en todo momento y de una forma rápida, de información suficiente, actualizada y oportuna. Esto sólo es posible, hoy en día, utilizando los **ordenadores electrónicos** y los medios que proporciona la **tecnología de la información**. La utilización de los ordenadores y de la tecnología de la información en las tareas administrativas

y de gestión ha supuesto un gran avance en este sentido, pues permiten: procesar grandes cantidades de información de una forma rápida y segura; realizar cálculos complejos; introducir de forma automática los datos; acceder a la información en tiempo real; transferir grandes cantidades de datos entre empresas; acceder a múltiples bases de datos, tanto internas como externas de la empresa; democratizar el acceso a la información; reducir los costes de administración y gestión de las empresas, etc. Por otro lado, gracias a las investigaciones llevadas a cabo por la **inteligencia artificial**, especialmente en los **sistemas basados en el conocimiento** y los **sistemas expertos**, en las últimas décadas, también se han producido grandes avances en el tratamiento del **conocimiento**, factor fundamental para la toma de decisiones.

Además de estas circunstancias, el propio trabajo de la auditoría también se ha visto modificado por este nuevo entorno económico-social. El trabajo de auditoría en la actualidad se caracteriza básicamente por los siguientes rasgos: aumento creciente de las normas y procedimientos de auditoría; normas y procedimientos de auditoría cada vez más complejos; cambios en las normas de ética profesional, que exigen un mayor control y una mayor calidad en la realización de los trabajos de auditoría; mayor competición entre las empresas de auditoría, resultando, como consecuencia de ello, unos honorarios de auditoría más bajos; ofrecimiento al cliente de nuevos servicios (e.g., asesoramiento fiscal, informático, ...); desarrollo de nuevos tipos de auditoría (i.e., auditoría de gestión operativa, auditoría informática, auditoría medioambiental, ...). Todas estas circunstancias han hecho que la profesión de la auditoría sea cada vez más competitiva y, como consecuencia de ello, se haya visto forzada a recurrir a las nuevas técnicas y herramientas que facilita la **tecnología de la información** y la

**inteligencia artificial**, para conseguir una información más relevante y oportuna que facilite a los auditores poder tomar decisiones de una forma rápida y aumentar, por tanto, la eficacia y el nivel de calidad de la auditoría.

Por lo tanto, dadas las circunstancias del entorno en el que se desenvuelve la auditoría en la actualidad, con este trabajo pretendemos estudiar un tema que resulta muy novedoso dentro del campo de la auditoría e intentamos, además, cubrir un hueco que hemos observado en el desarrollo teórico y práctico de esta disciplina.

El objetivo principal de esta tesis se dirige, pues, a analizar las posibilidades de aplicación de los **sistemas expertos en el dominio de la auditoría** y a investigar la metodología más adecuada para desarrollar aplicaciones en este campo. Para ello, analizamos las principales aplicaciones de los sistemas expertos en las distintas fases del proceso de auditoría e indicamos, también, las incidencias de la utilización de estos sistemas sobre la profesión contable y de auditoría.

La metodología de trabajo ha consistido en el análisis, en una primera fase, de los rasgos fundamentales y posibilidades analíticas de los sistemas expertos y la inteligencia artificial. En segundo lugar, se han estudiado las aplicaciones económicas de estos sistemas expertos, y finalmente se ha traspasado esta metodología y experiencias al campo de la Auditoría. Todo ello se ha llevado a cabo utilizando un amplio material bibliográfico, que incorpora los trabajos más significativos y útiles para los objetivos de la investigación.

En concreto, se han cubierto las etapas siguientes:

1. Análisis general de los sistemas expertos e inteligencia artificial, y sus aplicaciones en Economía y Gestión empresarial.
2. Clasificación por dominios del campo de aplicación de los sistemas expertos en auditoría.
3. Estudio de las principales características de cada dominio.
4. Exposición de las principales aplicaciones desarrolladas hasta la fecha en cada dominio.
5. Estudio de la evolución, situación actual y perspectivas.
6. Análisis de las principales incidencias de los sistemas expertos sobre la profesión contable y de auditoría.

Las fuentes consultadas son muy amplias y proceden principalmente de libros, artículos de revistas especializadas, actas de congresos, trabajos profesionales, etc., tanto a nivel nacional como extranjero. Ahora bien, dado que las principales investigaciones se están llevando a cabo en EE.UU., Canadá, Reino Unido y Francia, lógicamente, las principales fuentes han resultado ser de estos países. Aunque se han utilizado las fuentes que trataban el tema de los sistemas expertos en un sentido general, evidentemente, las principales fuentes proceden del campo de la contabilidad y la auditoría, como se puede observar en la bibliografía que figura al final de la tesis. (En el Anexo E1 figura una lista de las principales revistas utilizadas en este trabajo).

Para lograr los objetivos que nos hemos propuesto en esta tesis, el trabajo lo hemos dividido en dos partes claramente diferenciadas. La primera parte, titulada **Fundamentos de los sistemas expertos**, se ha dividido en ocho capítulos, y la segunda parte, titulada **Sistema expertos en auditoría**, se ha dividido en 12 capítulos.

La primera parte trata sobre los fundamentos de los sistemas expertos y tiene como objetivo principal obtener un conocimiento razonable sobre los conceptos básicos de los sistemas expertos, necesario para poder comprender los temas que se tratarán en la segunda parte de la tesis. Para lograr este objetivo estudiamos, entre otros, los siguientes aspectos: análisis de la relación de la inteligencia artificial con los sistemas expertos; características, estructura y campo de aplicación de los sistemas expertos; explicación de los fundamentos de la ingeniería del conocimiento y análisis de la metodología de desarrollo que se utiliza para la construcción de los sistemas expertos; estudio del proceso de adquisición del conocimiento del experto, así como de las técnicas que existen para la obtención del conocimiento y de los principales problemas que surgen como consecuencia de dicho proceso; estudio del problema de la representación del conocimiento y de las principales técnicas que existen para representar el conocimiento; explicación del proceso de razonamiento del motor de inferencia; exposición de las principales herramientas de desarrollo de sistemas expertos, con el fin de que el contable y el auditor pueda saber discernir entre las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas; y, por último, análisis del proceso de toma de decisiones y descripción de los principales sistemas de información que sirven para apoyar los procesos de toma de decisiones, dedicando especial interés a analizar las analogías y diferencias que existen entre los sistemas expertos y los sistemas de ayuda a la decisión.

La segunda parte trata sobre la aplicabilidad de los sistemas expertos en auditoría y pretende dos objetivos principales: (1) demostrar la aplicabilidad de los sistemas expertos en los diversos dominios de la auditoría y (2) poner de manifiesto las principales incidencias de estos

sistemas sobre la profesión contable y de auditoría. Para ello, en primer lugar, estudiamos las principales aplicaciones de los sistemas expertos relacionadas con todas las áreas de la contabilidad. A continuación, examinamos la aplicabilidad, en un sentido amplio, de los sistemas expertos en el dominio de la auditoría; exponemos las características principales de la auditoría, con el fin de poder realizar una clasificación de los sistemas expertos en este dominio, y establecemos una tipología de los mismos, teniendo en cuenta las fases principales del proceso de auditoría. Una vez hecha la clasificación de los sistemas expertos en el dominio de la auditoría, en los ocho capítulos siguientes, analizamos la aplicación de los sistemas expertos en cada una de los principales áreas de la auditoría, de acuerdo con la clasificación establecida, a saber: (1) materialidad y riesgo, (2) evaluación del control interno, (3) planificación de la auditoría, (4) obtención de la evidencia y formación de la opinión, (5) informe de auditoría, (6) otras áreas de la auditoría, (6) auditoría interna y (8) auditoría informática y otras áreas relacionadas con el proceso electrónico de datos. Con lo expuesto en todos estos capítulos hemos intentado demostrar la aplicabilidad de los sistemas expertos en los diversos campos de la auditoría.

A continuación, en los capítulos siguientes, estudiamos las principales incidencias de los sistemas expertos sobre la profesión contable y de auditoría, exponiendo algunas de las principales perspectivas de estos sistemas. Por último, exponemos las conclusiones a las que hemos llegado con esta tesis.

Al final de la tesis, y como complemento a la misma, figura también un apartado de Anexos, dividido en las siguientes secciones:

- Anexo A1. Listado de sistemas expertos, excluidos los de aplicación financiera y contable.
- Anexo A2. Breve descripción de algunos sistemas expertos primitivos famosos.
- Anexo B1. Listado de herramientas de desarrollo de sistemas expertos.
- Anexo B2. Breve descripción de algunas conchas.
- Anexo D1. Listado de sistemas expertos en contabilidad y finanzas.
- Anexo E1. Listado de las principales revistas utilizadas.

También figura un glosario de términos sobre sistemas expertos. Y, por último, aparece la bibliografía utilizada.

Como resumen de todo lo expuesto, con este trabajo intentamos conseguir tener un conocimiento razonable sobre los fundamentos de los sistemas expertos y, sobre todo, demostrar la aplicabilidad y las posibilidades de la utilización de los sistemas expertos en el campo de la auditoría, así como las implicaciones que la utilización de estos sistemas están teniendo y tendrán en un futuro, sobre la profesión contable y de auditoría.

**PRIMERA PARTE**

**FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS**

## **CAPITULO 1. INFORMÁTICA, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS EXPERTOS.**

### **1.1. Aplicabilidad e influencia del ordenador en la contabilidad.**

Los ordenadores electrónicos, como se sabe, han producido un impacto extraordinario en la sociedad en general y en las empresas en particular. Desde el punto de vista de la contabilidad, la implantación de los ordenadores en las tareas administrativas y contables ha supuesto un cambio muy importante en la forma de recoger, procesar y suministrar la información contable.

Antes de la aparición del ordenador y de su aplicación en las tareas administrativo-contables, la contabilidad controlaba prácticamente todo el proceso de recogida, registro, proceso y entrega de la información contable. En los primeros años de la aplicación de los ordenadores en las tareas administrativo-contables, los contables se centraron más en las últimas fases del proceso, es decir, en la producción de los estados financieros, abandonando en manos de los informáticos las primeras fases del proceso, es decir, la recogida, registro y proceso de los datos contables. Esta forma de actuar de los contables fue muy lamentable, pues no debieron haber dejado totalmente estas fases del proceso contable en manos de los informáticos, pues, en términos generales, éstos desconocían los principios y fundamentos de la contabilidad y, como consecuencia de ello, el diseño de los sistemas contables informatizados no fue el más adecuado. En la actualidad, para evitar que se vuelva a caer en el mismo error, es muy importante que los contables se encuentren implicados en el diseño de las bases de datos contables, pues lo que realmente distingue a un buen sistema

de contable de uno malo es la calidad del diseño de su base de datos, ya que la calidad del proceso está muy bien conseguida con los sistemas de gestión de base de datos actuales.<sup>1</sup> Por lo tanto, los contables no pueden ser simples «para-contables» —como indica Ijiri— que usan el ordenador sin tener ni idea de lo que éste hace con los datos que se le han introducido, pues estas personas usan a ciegas la información que suministra el ordenador sin preocuparse para nada de la validez de la misma.<sup>2</sup> Afortunadamente, en la actualidad, esta situación está cambiando y cada vez más el contable se encuentra implicado en el diseño de las bases de datos contables y en la utilización de los ordenadores para realizar sus tareas administrativo-contables y para apoyar sus procesos de toma de decisiones.

Aunque la utilización de los ordenadores en las tareas administrativas y contables no han afectado a los principios básicos de la contabilidad, sin embargo, si que ha tenido una influencia muy importante en la misma, dando lugar a nuevas formulaciones teóricas y a nuevas aplicaciones prácticas de la Contabilidad que hay que tener en cuenta. En este mismo sentido Montesinos<sup>3</sup> manifiesta: "la Contabilidad, pues, como ciencia, en su aspecto descriptivo, no puede ignorar los cambios que la aparición de este instrumento suponen en las actividades profesionales de los contadores y, en su rama normativa, tiene que contar con las nuevas posibilidades que se le ofrecen. En cualquier caso, la informática ha supuesto un cambio profundo en las estructuras organizativas y en los sistemas de información que

---

<sup>1</sup> Cfr. IJIRI, YUJI y KRIEBEL, CHARLES H.: "Data Collection and Information Technology in the Accounting Curriculum". Papel de trabajo. Graduate School of Industrial Administration. Carnegie-Mellon University. Octubre, 1984, pp. 1-4.

<sup>2</sup> IJIRI, YUJI: "New Dimensions in Accounting Education: Computers and Algorithms". Issues in Accounting Education, 1983, p. 169.

<sup>3</sup> Cfr. MONTESINOS JULVE, VICENTE: "En torno a los conceptos de sistema, método y procedimiento de registro en Contabilidad. Incluido en "Décimo Aniversario del P.G.C.". Instituto de Planificación Contable, Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid, 1984, pp. 270-271.

constituyen el marco próximo, factual y conceptual, dentro del cual la Contabilidad se desenvuelve. Todas estas circunstancias es necesario tenerlas en cuenta en las formulaciones teóricas y en las aplicaciones concretas de la Contabilidad, si pretendemos que, efectivamente, puedan conseguirse la finalidad genérica y las finalidades específicas atribuidas a nuestra disciplina". Es evidente, pues, que el ordenador ha influido mucho, y cada vez influirá mucho más, en las formulaciones teóricas y en las aplicaciones prácticas de la contabilidad.

La utilización de los ordenadores en las tareas administrativas y contables se inicia en la segunda mitad de la década de los 60. Esta década se caracterizó por la gran revolución producida por el ordenador y su aplicación en las tareas administrativas que requerían gran cantidad de cálculos (e.g., nóminas, facturación, inventarios, contabilidad, ...). En esta época se empiezan a utilizar dos términos muy conocidos: el término **Informática** (en inglés **Computer Science**), para referirse a la ciencia que estudia los ordenadores, sus principios básicos y sus aplicaciones, y el término **Proceso Electrónico de Datos** (**Electronic data processing**) (**EDP**), para referirse al tratamiento automático de la información por medio de ordenadores electrónicos.

En la década de los 70 se produce la implantación definitiva de los ordenadores en las tareas administrativas y contables. En esta década cobra una mayor relevancia el concepto de **información** o, mejor dicho, de **tratamiento de la información**. Además, gracias a las ideas aportadas por la **Cibernética**, en esta época se introduce también el concepto de **sistema**, y surge con mucha fuerza el concepto de **sistemas de información**, especialmente los **sistemas de información de gestión** (**Management Information System**) (**MIS**), como sistemas de información que integran en su seno a los distintos

subsistemas del proceso electrónico de datos de una organización o empresa. A partir de la década de los 70 se inicia una nueva época en el tratamiento de la información, considerada por muchos por la **Era de la Información** por la importancia que adquirió ésta.

Los cambios introducidos por la utilización de los ordenadores en las tareas administrativas y contables y por el diseño de los **sistemas de información** en las organizaciones y empresas, especialmente los **sistemas de información de gestión**, pusieron en entredicho el valor de la información suministrada por los sistemas de contabilidad tradicionales, pues éstos no cubrían todas las necesidades de los usuarios, debido a que no proporcionaban información no contable, también necesaria para poder tomar decisiones de gestión de todo tipo. Como una consecuencia de todos estos avances, a finales de la década de los 60 y comienzos de los 70, surgió una corriente crítica que ponía en tela de juicio los sistemas contables tradicionales. Una parte de los autores de esta corriente se centraron en realizar un perfeccionamiento del sistema contable tradicional, adaptándolo a los ordenadores, pero sin romper con el paradigma clásico. Entre los autores más significativos de esta corriente hay que citar: a Eavens,<sup>4</sup> que desarrolló un modelo axiomático de la contabilidad, compatible con los ordenadores; a Matthews,<sup>5</sup> que también desarrolló un modelo de contabilidad por ordenador, y a Godfrey,<sup>6</sup> que diseñó un modelo generalizado de sistema de información contable. Paralelamente a esta corriente, hubo también otra corriente, mucho más crítica, y más interesante, que aportó soluciones nuevas, algunas de

---

<sup>4</sup> Cfr. EAVES, B. CURTIS: "Operational Axiomatic Accounting Mechanics". The Accounting Review, julio, 1966, pp. 446-442.

<sup>5</sup> Cfr. MATHEWS, R. L.: "A Computer Programming Approach to the Design of Accounting Systems". Abacus, diciembre, 1967, pp. 133-152.

<sup>6</sup> Cfr. GODFREY, JAMES T. y PRINCE, THOMAS R.: "The Accounting Model from an Information Systems Perspective". The Accounting Review, enero, 1971, pp. 75-89.

ellas muy originales, que rompían con el paradigma clásico. Son de destacar en este sentido las aportaciones dadas por autores tan significativos como: Ijiri,<sup>7</sup> que propone la idea de la contabilidad multidimensional; Mattessich,<sup>8</sup> que proponen la idea de estructurar y formalizar los sistemas contables; de nuevo Ijiri,<sup>9</sup> que introduce nuevas ideas sobre la medición contable; y Sorter,<sup>10</sup> que pone en entre dicho la Teoría del valor y lanza su Teoría de la contabilidad de los acontecimientos.

Aunque nadie pone en duda la influencia ejercida tanto por Ijiri como por Mattessich en el desarrollo de los nuevos paradigmas de la contabilidad, sin embargo, sin lugar a dudas, el avance más significativo en el diseño de los sistemas de información contable informatizados se produce a partir de la proposición de Sorter, en 1969, con su teoría de los acontecimientos. Sorter critica la teoría del valor porque presupone que las necesidades de los usuarios son conocidas *a priori* y, por lo tanto, solamente se presenta una imagen contable de la realidad para todos los usuarios de la información contable y, además, porque entraña una pérdida de información para los usuarios, como consecuencia de la agregación de los datos contables.<sup>11</sup> Sorter propone un nuevo enfoque, la teoría de los acontecimientos, que se

---

<sup>7</sup> Cfr. IJIRI, Y.: "Physical Measures and Multi-Dimensional Accounting". Incluido en JAEDICKE, R.K., IJIRI, Y. y NIELSON, O. (Eds.): "Research in Accounting Measurement". American Accounting Association, Evanston, Illinois, 1966, pp. 150-164.

<sup>8</sup> Cfr. MATTESSICH, RICHARD: "Accounting and Analytical Methods". Homewood. Irwin, Homewood, Illinois, 1964.

<sup>9</sup> Cfr.

\* IJIRI, Y., MATTESSICH, R., RAPPAPORT, A., SUMMERS, E.L. y THOMAS, A.L.: "Report of the Committee on Foundations of Accounting Measurements". The Accounting Review - Supplement to Vol. XLIV, 1971, pp. 10-11.

\* IJIRI, Y.: "Theory of Accounting Measurement". American Accounting Association, Sarasota, Florida, 1975.

<sup>10</sup> Cfr. SORTER, GEORGE H.: "An 'Events' Approach to Basic Accounting Theory". The Accounting Review, enero, 1969, pp. 12-19.

<sup>11</sup> Ibid., p. 12.

basa en la idea de que el propósito de la contabilidad es proporcionar información sobre los acontecimientos económicos de forma que ésta pueda ser útil para los diversos modelos de decisión posibles.<sup>12</sup> La **teoría de los acontecimientos de Sorter** introdujo un cambio radical en la contabilidad, pues abría la posibilidad de presentar la información contable de forma multidimensional y desagregada, de tal manera que ésta fuera útil para los distintos modelos de decisión y para distintos usuarios de la información contable.<sup>13</sup>

La **teoría de los acontecimientos de Sorter** supuso un cambio radical importante con relación a la contabilidad tradicional; sin embargo, su puesta en práctica se tuvo que retrasar unos años, pues requería medios informáticos adecuados, y ello no fue posible hasta la aparición de los **sistemas de gestión de bases de datos**, producida en la segunda mitad de la década de los 70, que permitía un tratamiento de los datos contables de una forma mucho más flexible a como se venía realizando hasta entonces.

Una **base de datos** es un conjunto de datos organizados según una secuencia lógica y relacionados entre sí, que proporciona la información necesaria para todas las aplicaciones del **sistema de información**. En una base de datos hay una completa independencia entre los datos y los programas informáticos; además, los datos se almacenan una sola vez, lo cual impide que existan redundancias e inconsistencias entre los mismos.<sup>14</sup> La **estructura organizativa de la bases**

---

<sup>12</sup> Ibid., p. 13.

<sup>13</sup> La **Teoría de los Acontecimientos** propuesta por Sorter, posteriormente fue ampliada y matizada por Johnson. Cfr. JOHNSON, ORACE: "Toward an 'Events' Theory of Accounting". The Accounting Review, octubre, 1970, pp. 641-653.

<sup>14</sup> Una ampliación sobre las características generales de estos sistemas puede verse, por ejemplo, en:  
\* RENAU PIQUERAS, J. J.: "Las Bases de Datos en los Sistemas de Información". Técnica Contable, septiembre, 1979, pp. 321-329 y 332.

de datos puede ser muy diversa, existiendo, básicamente, tres tipos de sistemas de bases de datos: (1) los sistemas de bases de datos jerárquicas; (2) los sistemas de bases de datos de red, y (3) los sistemas de bases de datos relacionales.

El desarrollo de los sistemas de gestión de bases de datos (SGBD) permitió que se pudiera poner en práctica la teoría de los acontecimientos de Sorter. A partir de entonces, se empezaron a desarrollar y a implementar distintos sistemas contables utilizando el enfoque de las bases de datos. Estos sistemas fueron evolucionando desde sistemas de bases de datos jerárquicos hasta sistemas relacionales.<sup>15</sup> La evolución de estos sistemas puede ser resumida como sigue:

- \* **Sistemas de contabilidad en bases de datos jerárquicas:** Colantoni, Manes y Whinston;<sup>16</sup> Lieberman y Whinston;<sup>17</sup> y Haseman y Whinston.<sup>18</sup>
- \* **Sistemas de contabilidad en bases de datos de red:** Haseman y Whinston.<sup>19</sup>
- \* **Sistemas de contabilidad en bases de datos relacionales:** Everest y Weber.<sup>20</sup>

---

\* SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Introducción al proceso de informatización contable". Quaderns de Treball, nº. 118, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Valencia, 1988, pp. 47-50.

<sup>15</sup> McCARTHY, WILLIAM E.: "Multidimensional and Disaggregate Accounting Systems: A Review of the "Events" Accounting Literature". MAS Communication, julio, 1981, pp. 7-13.

<sup>16</sup> Cfr. COLANTONI, CLAUDE S., MANES, RENE P. y WHINSTON, ANDREW: "A Unified Approach to the Theory of Accounting and Information Systems". The Accounting Review, enero, 1971, pp. 90-102.

<sup>17</sup> Cfr. LIEBERMAN, ARTHUR Z. y WHINSTON, ANDREW B.: "A Structuring of an Events-Accounting Information System". The Accounting Review, abril, 1975, pp. 246-258.

<sup>18</sup> Cfr. HASEMAN, WILLIAM D. y WHINSTON, ANDREW B.: "Design of a Multidimensional Accounting System". The Accounting Review, enero, 1976, pp. 65-79.

<sup>19</sup> Cfr. HASEMAN, WILLIAM D. y WHINSTON, ANDREW B.: "Introduction to Data Management". Richard D. Irwin, 1977.

<sup>20</sup> Cfr. EVEREST, GORDON C. y WEBER, RON: "A Relational Approach to Accounting Models". The Accounting Review, abril, 1977, pp. 340-359.

- \* **Contabilidad multidimensional y bases de datos distribuidas:** Ijiri y Kelly.<sup>21</sup>
- \* **Enfoque semántico del diseño de base de datos contables<sup>22</sup> y el modelo REA de contabilidad de base de datos,<sup>23</sup>** ambos enfoques propuestos por McCarthy.

<sup>21</sup> Cfr. IJIRI, YUJI y KELLY, EDWARD C.: "Multidimensional Accounting and Distributed Databases: Their Implications for Organizations and Society". Accounting, Organizations and Society, vol. 5, nº. 1, 1980, pp. 115-123.

<sup>22</sup> Cfr.  
 \* McCARTHY, WILLIAM E.: "An Entity-Relationship View of Accounting Models". The Accounting Review, octubre, 1979, pp. 667-686.  
 \* McCARTHY, WILLIAM E.: "Construction and Use of Integrated Accounting Systems with Entity-Relationship Modeling". Incluido en CHEN, PETER PIN-SHAM (Ed.): "Entity-Relationship Approach to Systems Analysis and Design". North-Holland, 1980, pp. 625-635.

<sup>23</sup> El **modelo REA** es un sistema de información contable, basado en bases de datos, que permite un uso diverso y flexible de los datos, en función de las necesidades de los distintos usuarios, contables o no contables. El modelo se basa en la **teoría de los hechos de Sorter** y está diseñado utilizando una metodología especial de diseño conceptual de bases de datos, conocida como **modelo de entidad-relación (E-R) de Chen**.

Una ampliación sobre el **modelo REA** puede verse, por ejemplo, en:

\* McCARTHY, WILLIAM E.: "The REA Accounting Model: A Generalized Framework for Accounting Systems in a Shared Data Environment." The Accounting Review, julio, 1982, pp. 554-578.

\* McCARTHY, WILLIAM E.: "On the Future of Knowledge-Based Accounting Systems". Incluido en K. HARMON, T. HOWARD y J. PARKER [Eds.]: "The D. R. Scott Memorial Lecture Series". Columbia: The University of Missouri, 1987, pp. 19-42.

\* McCARTHY, WILLIAM E. y ROCKWELL, STEPHEN R.: "Database Instantiation of Transaction Templates in an Expert System". Working paper, Michigan State University, 1989.

\* McCARTHY, WILLIAM E. y ROCKWELL, STEPHEN R.: "The Integrated Use of First-Order Theories, Reconstructive Expertise, and Implementation Heuristics in an Accounting Information System Design Tool". Working paper, Michigan State University, 1989.

\* McCARTHY, WILLIAM E., ROCKWELL, STEPHEN R. y ARMITAGE, HOWARD: "A Structured Methodology for the Design of Accounting Transaction Systems in a Shared Data Environment". Working paper, Michigan State University, 1989.

\* McCARTHY, WILLIAM E.: "Once Upon a Time, at the Aglecalp Store ... or Why Accountants of All Persuasions Need to Know About Economic Storytelling and Database Accounting". Working paper, Michigan State University, 1990.

Véase también:

\* WEBER, RON: "Data Models Research in Accounting: An Evaluation of Wholesale Distribution Software". The Accounting Review, julio, 1986, pp. 498-518.

\* GAL, GRAHAM y McCARTHY, WILLIAM: "Operation of a Relational Accounting System". Advances in Accounting, vol. 3, 1986, pp. 83-112.

\* ARMITAGE, HOWARD M. y McCARTHY, WILLIAM E.: "Decision Support Using Entity-Relationship Modeling". Journal of Accounting and EDP, otoño, 1987, pp. 12-19.

\* DENNA, ERIC L. y McCARTHY, WILLIAM E.: "An Events Accounting Foundation for DSS Implementation". Incluido en C. W. HOLSAPPLE y A. B. WHINSTON: "Decision Support Systems: Theory and Application". Springer-Verlag, 1987, pp. 239-263.

Una ampliación sobre **modelo de entidad-relación (E-R) de Chen** puede verse, por ejemplo, en:

\* CHEN, PETER PIN-SHAM: "The Entity-Relationship Model—Toward a Unified View of Data". ACM Transactions on Database Systems, marzo, 1976, pp. 9-36.

\* CHEN, PETER PIN-SHAM: "The entity-relationship model—A basis for the enterprise view of data". AFIPS Conference Proceedings, vol. 46, 1977, NCC, pp. 158-168.

\* CHEN, PETER PIN-SHAM (Ed.): "Entity-Relationship Approach to Systems Analysis and Design". North-Holland, 1980.

\* CHEN, PETER PIN-SHAM (Ed.): "Entity-Relationship Approach to Information Modeling and Analysis". North-Holland, 1983.

\* CHEN, PETER PIN-SHAM (Ed.): "Entity-Relationship Approach. The Use of ER Concept in Knowledge Representation". IEEE CS Press/North Holland, 1985.

Desde nuestro punto de vista, todos estos modelos han supuesto un cambio muy importante para la contabilidad, y han abierto la vía a un nuevo paradigma contable, denominado **contabilidad de los acontecimientos**, basado en la utilización de los **sistemas de gestión de bases de datos**. El testigo de la contabilidad de los acontecimientos, iniciado en EE.UU., fue tomado, con mucho interés, en Francia, a través de la **Escuela francesa de la contabilidad de los acontecimientos**.<sup>24</sup> Salvo las investigaciones llevadas a cabo sobre el tema en EE.UU. y en Francia, este nuevo paradigma contable, lamentablemente, ha sido ignorado por las mayoría de los investigadores contables. No obstante, consideramos que, dados los desarrollos actuales de la informática, esta vía de investigación es muy interesante y ofrece muchas posibilidades.

Otro aspecto a destacar, muy importante, en el desarrollo histórico de la utilización de los ordenadores en las tareas administrativas y contables, es la aparición, en la primera mitad de la década de los 80, del gran «boom» de la **informática de usuario final**, caracterizado por el gran uso individual de microordenadores y ordenadores personales,

---

<sup>24</sup> Una ampliación sobre la **Escuela francesa de la contabilidad de los acontecimientos** puede verse, por ejemplo, en:

\* AKOKA, JACKY: "Modele comptable et base de données". Revue Française de Comptabilité, noviembre, 1981, pp. 479-487.

\* STEPNIIEWSKI, JEAN: "Le rôle de la comptabilité dans la construction d'un système informatique de gestion intégré". Revue Française de Comptabilité, nº. 136, mayo, 1983, 243-251.

\* GENSSE, PIERRE: "Le renouvellement du modèle comptable: évolution ou révolution?". Revue Française de Comptabilité, nº. 139, octubre, 1983, pp. 374-383.

\* AUGUSTIN, GÉRARD: "Réponse à l'article de M. Pierre Gensse". Revue Française de Comptabilité, nº. 148, julio-agosto, 1984, pp. 310-311.

\* GENSSE, PIERRE: "A propos de comptabilité multidimensionnelle ...". Revue Française de Comptabilité, nº. 152, diciembre, 1984, pp. 500-501.

\* AUGUSTIN, GÉRARD: "De la théorie événementielle aux comptabilités multidimensionnelles". Revue Française de Comptabilité, nº. 156, abril, 1985, pp. 10-17.

\* VERET, CATHERINE: "Une application de la comptabilité polycritère a la comptabilité des banques". Revue Française de Comptabilité, nº. 173, noviembre, 1986, pp. 53-59.

\* LANGOT, JACQUELINE: "Recherches en théorie comptable". Revue Française de Comptabilité, nº. 185, diciembre, 1987, pp. 54-59.

\* MELYON, GÉRARD: "L'atome comptable: une nouvelle voie pour l'école française?". Revue Française de Comptabilité, nº. 188, marzo, 1988, pp. 59-66.

\* STEPNIIEWSKI, JEAN: "Principes de la comptabilité événementielle. Vers un robot comptable". Masson. Paris. 1987.

\* DOURNEAU, JEAN-PIERRE: "Pertinence et amélioration du système d'information comptable dans les P.M.O.". Revue Française de Comptabilité, nº. 204, septiembre, 1989, pp. 63-68.

tanto a nivel empresarial como a nivel personal. Este «boom» fue posible gracias a la reducción del coste de los ordenadores y programas informáticos, a la reducción del tamaño de los ordenadores, y al gran incremento de programas informáticos, compatibles con la mayoría de los ordenadores y amigables con el usuario. Algunos autores han considerado esta época como la **Era de la informática del usuario final**, pues ha permitido una democratización de la informática, debido a su economía y a su amplia disponibilidad.<sup>25</sup>

En la segunda mitad de la década de los 80, como consecuencia de los avances producidos en informática, comunicaciones y microelectrónica, surgió un nuevo enfoque en el tratamiento de la información, conocido con el nombre de **Tecnología de la Información (TI) (Information Technology (IT))**. La **tecnología de la información** es un nuevo paradigma sobre el tratamiento de la información, mucho más amplio que la **informática**, además mucho más atractivo y agradable, que surge de la convergencia de determinadas áreas de tres disciplinas: la informática, las telecomunicaciones y la microelectrónica, aplicadas al tratamiento y difusión de cualquier tipo de información (e.g., numérica, visual, oral,...).<sup>26</sup> Además de las tres disciplinas citadas, la tecnología de la información también incluye a los sistemas de oficina.<sup>27</sup> En la Figura 1 aparece el sistema integrado del futuro, de tratamiento y comunicación de la información.

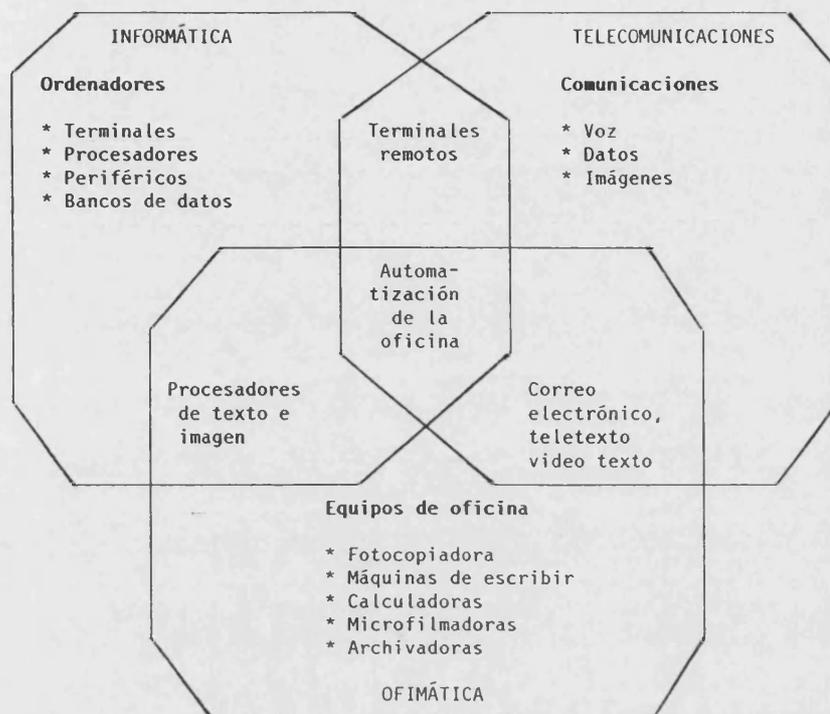
---

<sup>25</sup> Cfr. BALDWIN, TREVOR y WILLIAMS, BERNARD: "IT and the Auditor: the Next 10 Years". Accountancy, octubre, 1990, p. 128.

<sup>26</sup> Cfr.  
\* BIRMINGHAM EDUCATIONAL COMPUTING CENTRE: "Introducción a la tecnología de la información". Anaya Multimedia, Madrid, 1985, p. 5  
\* ER, M. C.: "The Impact of Information Technology on Organizations". Journal of Systems Management, abril, 1987, p. 32.

<sup>27</sup> Cfr.  
\* DE PABLO LÓPEZ, ISIDRO: "Tecnología de la información y dirección estratégica". Alta Dirección, nº 129, 1986, p. 98.  
\* INTERNATIONAL FEDERATION OF ACCOUNTANTS (IFAC): "The Impact of Information Technology on the Education of the Accountant". Accountancy, septiembre, 1988, p. 166.

FIGURA 1. EL SISTEMA INTEGRADO DEL FUTURO PARA TRATAMIENTO Y COMUNICACIÓN DE LA INFORMACIÓN



Fuente: TALTAVULL, JERÓNIMO: "Los nuevos sistemas de comunicación". Dirección y Progreso, nº 88, julio-agosto, 1986, p. 66.

Originalmente el desarrollo teórico y las aplicaciones prácticas de cada una de estas disciplinas era independiente, pero, con el paso del tiempo, se fueron estrechando los vínculos entre ellas, como consecuencia de la necesidad de mecanizar cada vez más las tareas de oficina utilizando programas informáticos y de mejorar los equipos de oficina, unido a la necesidad de intercambiar datos entre distintos puntos alejados geográficamente por medio de las telecomunicaciones.<sup>28</sup>

Al igual que ocurrió con la aparición del ordenador, en la época actual, la **tecnología de la información** ha produci-

<sup>28</sup> Cfr. TALTAVULL, JERÓNIMO: "Los nuevos sistemas de comunicación". Dirección y Progreso, nº 88, julio-agosto, 1986, p. 65.

do un fuerte impacto en la sociedad en general y en el individuo en particular.<sup>29</sup> A nivel empresarial, el impacto de la implantación de los ordenadores y de la tecnología de la información, ha supuesto importantes cambios organizativos y culturales (e.g., almacenamiento, proceso y recuperación de la información electrónicamente, aumento de las telecomunicaciones, automatización de las oficinas, mejora de los aspectos ergonómicos y de satisfacción del trabajo, nuevas técnicas y herramientas de gestión, nuevos roles y cambios de poder dentro de la empresa, ...).<sup>30</sup> La incorporación de la tecnología de la información en las empresas ha supuesto también una ventaja competitiva muy importante, que va a producir cambios estratégicos en la organización y el modo de competir de las empresas.<sup>31</sup> La tecnología de la información también va a afectar a la forma de trabajo de los directivos.<sup>32</sup>

---

<sup>29</sup> Cfr. LLÁCER RUBIO, ENRIQUE y LUNA HUERTAS, PAULA: "El impacto de las nuevas tecnologías de la información". Boletín de Estudios Económicos, nº 136, abril, 1989, pp. 165-172.

<sup>30</sup> Cfr.

\* ER, M. C. (1987): "The Impact ...", op. cit., pp. 32-36.

\* LERA SALSO, EMILIO: "Las tecnologías de la información y la nueva empresa". Alta Dirección, nº 142, noviembre-diciembre, 1988, pp. 61-68.

\* JAMEUX, CLAUDE: "Pouvoir et organisation face aux nouvelles technologies de l'information". Revue Française de Gestion, marzo-abril-mayo, 1989, pp. 75-83.

\* REIX, ROBERT: "L'impact organizationnel des nouvelles technologies de l'information". Revue Française de Gestion, enero-febrero, 1990, pp. 100-106.

\* PARA RODRÍGUEZ-SANTANA, IGNACIO: "La informática y las tecnologías de la información en los negocios". Dirección y Progreso, nº. 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 5-7.

\* BENJAMÍN, ROBERT I. y BLUNT, JON: "Factores críticos de la tecnología de la información: en el umbral del 2000". Harvard Deusto Business Review, 2º trimestre 1993, pp. 64-79.

\* DE PABLO LÓPEZ, ISIDRO: "Informática y dirección de empresas cara al año 2000: El valor añadido de las tecnologías de la información". Partida Doble, nº. 32, marzo, 1993, pp. 51-59.

<sup>31</sup> Cfr.

\* CASH, JAMES I., Jr., McFARLAN, F. WARREN, McKENNEY, JAMES L.: "Gestión de los sistemas de información de la empresa. Los problemas que afronta la alta dirección". Alianza Editorial, Madrid, 1990.

\* DE PABLO LÓPEZ, ISIDRO (1986): "Tecnología de ...", op. cit., pp. 97-103.

\* McFARLAN, F. WARREN: "Information Technology Changes the Way you Compete". Harvard Business Review, mayo-junio, 1984, pp. 98-103. (Publicado también en España: "La tecnología de la información cambia el modo de competir". Harvard-Deusto Business Review, 2º trimestre, 1985, pp. 43-50).

<sup>32</sup> Cfr.

\* NAVAS LÓPEZ, JOSÉ EMILIO: "El trabajo directivo ante las nuevas tecnologías de información". Esic Market, julio-septiembre, 1990, pp. 65-74.

\* SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "La tecnología de la información y el directivo de la empresa del futuro". Partida Doble, nº 29, diciembre, 1992, pp. 6-21.

Sin lugar a dudas, todos estos cambios han afectado también a la contabilidad y a la auditoría. En la actualidad, las tareas administrativas y de toma de decisiones en la que se desenvuelven los contables y auditores se desarrollan en un entorno muy complejo,<sup>33</sup> que se caracteriza por integrar múltiples elementos que corresponden a distintas áreas: microordenadores, ordenadores personales, ordenadores portátiles; ofimática (e.g., bases de datos, hojas de cálculo, proceso de textos, gráficos, autoedición, correo electrónico, agenda electrónica, impresoras láser, teléfono, telex, facsímil, ...); comunicaciones, conexión con redes electrónicas nacionales e internacionales, redes de área local; intercambio electrónico de datos (EDI); conexión entre bases de datos externas e internas de la empresa; arquitecturas cliente-servidor; CASE; multimedia; etc.<sup>34</sup>

Por otro lado, paralelamente a las investigaciones realizadas por la **informática** en el desarrollo de los **sistemas de información**, los **sistemas de gestión de bases de datos** y la **tecnología de la información**; desde sus comienzos, la **informática** también trabajó en otro paradigma muy importante, poco conocido al principio, denominado **Inteligencia Artificial**. Dentro de la **inteligencia artificial**, los **sistemas expertos** es una de las ramas más interesantes, pues sus investigaciones han producido grandes avances en el tratamiento del **conocimiento**, factor fundamental en los

---

<sup>33</sup> Cfr.

\* ROUSSEY, ROBERT S.: "The CPA in the information age: today and tomorrow". Journal of Accountancy, octubre, 1986, pp. 94-107.

\* MENKUS, BELDEN: "Technology and Internal Auditing". Internal Auditor, junio, 1991, pp. 124-126.

\* BENJAMÍN, ROBERT I. y BLUNT, JON (1993): "Factores críticos ...", op. cit., pp. 64-79.

<sup>34</sup> Cfr.

\* BALDWIN, TREVOR y WILLIAMS, BERNARD (1990): "IT and ...", op. cit., pp. 128-129.

\* HOPWOOD, ANTHONY y PAGE, MICHAEL: "The Future of IT and the Accountant". Accountancy, enero, 1987, pp. 105-107.

\* ROUSSEY, ROBERT S. (1986): "The CPA ...", op. cit., pp. 94-107.

\* SOTO SERRANO, JUAN: "Sistemas integrados de oficina". Dirección y Progreso, nº 83, septiembre-octubre, 1985, pp. 45-48.

\* TALTAVULL, JERÓNIMO (1986): "Los nuevos ...", op. cit., pp. 64-66.

\* PARA RODRÍGUEZ-SANTANA, IGNACIO (1991): "La informática ...", op. cit., pp. 5-7.

procesos de toma de decisiones. Siendo estos sistemas, en su relación con la auditoría, los que nos hemos propuesto estudiar en este trabajo. Ahora bien, hay que tener en cuenta también que, aunque todas estas ramas de la informática han surgido en momentos diferentes y con objetivos claramente diferenciados, en la actualidad, todas ellas están estrechamente relacionadas y están teniendo una influencia muy importante en el desarrollo teórico y práctico de la contabilidad y la auditoría.

## 1.2. Definición y características de la inteligencia artificial.

La **Inteligencia Artificial (IA)** [**Artificial Intelligence (IA)**] es una rama de la **Informática**, surgida alrededor de los años cincuenta, que persigue a la vez dos objetivos básicos:<sup>35</sup> (1) estudiar el comportamiento inteligente de los seres humanos, incluyendo tanto el aspecto cognoscitivo<sup>36</sup> como el perceptual, con el fin de simularlo en un ordenador, y (2) hacer máquinas inteligentes (ordenadores) y programas capaces de imitar el comportamiento humano inteligente, es decir, que puedan realizar las operaciones humanas de ver, oír, hablar, razonar, juzgar, comprender,

---

<sup>35</sup> En este sentido, véase por ejemplo:

\* DUDA, RICHARD O. y SHORTLIFFE, EDWARD H.: "Expert Systems Research". Science, vol. 220, abril, 1983, p. 261.

\* WINSTON, PATRICK H.: "Perspective". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence", The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984, p. 1.

\* ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J.: "Decision Support and Expert Systems in Auditing: A Review and Research Directions". Accounting and Business Research, primavera, 1987, p. 177.

\* EGE, GUL y SULLIVAN, WILLIAM G.: "Expert Systems Update". Management Accounting, enero, 1990, p. 21.

\* DEL MORAL BUENO, ANSELMO: "Inteligencia artificial, representación, razonamiento y máquinas pensantes". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, p. 17.

\* MILLÁN, JOSÉ DEL R., CORTÉS, ULISES y DEL MORAL, ANSELMO: "El arte de la representación". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 25-26.

<sup>36</sup> La ciencia que estudia los mecanismos de la inteligencia humana se llama ciencia cognoscitiva o cognitiva.

aprender de la experiencia y comunicarse como lo hacen las personas humanas.

Ahora bien, como el proceso del comportamiento intelectual humano es tan complejo, la inteligencia artificial es multidisciplinar y se apoya en los conceptos y técnicas de otras disciplinas afines, tales como: la informática, la ingeniería, la lógica, las matemáticas, la investigación operativa, la teoría de sistemas, la teoría de la toma de decisiones, la teoría de la información, la sociología, la ciencia del comportamiento, la psicología cognoscitiva, la pedagogía, la lingüística, etc.<sup>37</sup> Incluso existen algunas relaciones, aunque pequeñas, con la neuro-ciencia, la biología y la filosofía.<sup>38</sup>

Debido a que el campo de investigación de la **inteligencia artificial** esta relacionado con múltiples disciplina y evoluciona constantemente, dar una definición de la misma no es una tarea fácil, pues —como indica Wiston— "definir la inteligencia supone el esfuerzo de un semestre, y aun después de transcurrido todo ese tiempo no estoy seguro de haber llegado a una definición concreta".<sup>39</sup>

La forma más simple de definir la inteligencia artificial consiste en definir las palabras «inteligencia» y «artificial». Así, según el diccionario, la «inteligencia» es la "facultad de conocer, comprender y entender".<sup>40</sup> Esta facultad, exclusiva de los seres humanos, se manifiesta en las siguientes capacidades: facultad para asociar los estímulos nuevos con los pasados, capacidad para realizar

---

<sup>37</sup> Cfr. ROBB, FENTON F. y BROWN, TOM A.: "The machine intelligence family". The Accountant's Magazine, junio, 1987, pp. 50-51.

<sup>38</sup> Cfr. BODEN, MARGARET A.: "Inteligencia artificial y hombre natural". Tecnos, Madrid, 1984.

<sup>39</sup> WINSTON, PATRICK H. (1984): "Perspective", op. cit., p. 1.

<sup>40</sup> ESPASA-CALPE: "Diccionario Básico Espasa". Espasa-Calpe, Madrid, 1985, p. 2826.

diferentes clasificaciones, capacidad de razonar, capacidad de aprendizaje, capacidad de adquirir y aplicar conocimientos, capacidad para manipular objetos, etc. Y, también según el diccionario, la palabra «artificial» significa "hecho por mano o arte del hombre",<sup>41</sup> es decir, no surgido de forma natural sino por medio de la intervención manual del hombre. Esta forma de definir la **inteligencia artificial** es bastante ingenua, pues — como indica Monchón— "por desgracia, nos encontramos antes dos de esas voces que se resisten a todos los intentos de encerrarlas en unos límites claros."<sup>42</sup>

Otra forma más práctica de definir la **inteligencia artificial**, utilizada por muchos autores, es en base al **juego de la imitación**, conocido normalmente como **Test de Turing**. Esta prueba se basa en un experimento realizado por Turing, que consiste en interrogar, a través de terminales, a dos personas de distinto sexo. En una segunda fase se sustituye a una persona por un ordenador. Si la persona que interroga a través de los terminales es incapaz de determinar cuál de los dos terminales está conectado a una persona y cuál está conectado a un ordenador, entonces se puede decir que el ordenador es inteligente.<sup>43</sup> Basándose en esta prueba, y en relación con el concepto de máquinas capaces de realizar las tareas inteligentes que realizan los seres humanos, se han dado varias definiciones parecidas. Veamos algunos ejemplos de estas definiciones:

"La inteligencia artificial es la rama del conocimiento que

---

<sup>41</sup> Ibid., p. 537.

<sup>42</sup> Cfr. MONCHÓN, J.; APARICIO, R.; TRIGUEROS, F. y CASTAÑOS, C.: "Inteligencia artificial: evolución histórica y perspectivas de futuro". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, p. 3.

<sup>43</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en:  
\* MISHKOFF, HENRY C.: "A fondo: Inteligencia artificial". Anaya Multimedia, Madrid, 1988, p. 36.  
\* BISHOP, PETER: "Conceptos de informática". Anaya Multimedia, Madrid, 1989, p. 80.  
\* ALONSO, GUILLERMO y BECERRIL, JOSÉ LUIS: "Introducción a la Inteligencia Artificial". Multimedia Ediciones. Barcelona, 1993, pp. 15-18.

permite a las máquinas hacer cosas que requerirían inteligencia por parte de los seres humanos".<sup>44</sup>

"la inteligencia artificial es la rama de la informática que estudia la programación de los ordenadores para efectuar tareas que si fuesen ejecutadas por los seres humanos requerirían inteligencia".<sup>45</sup>

"La inteligencia artificial es el arte de construir máquinas capaces de hacer cosas que requerirían inteligencia en caso de que fuesen hechas por los seres humanos".<sup>46</sup>

Las definiciones sobre la inteligencia artificial son muy variadas (la gama de definiciones va desde muy simples hasta muy sofisticadas) y dependen muchas veces de los intereses del investigador que la formula. Además, las definiciones de la inteligencia artificial hay que enmarcarlas en un contexto evolutivo, pues la inteligencia artificial está en la vanguardia de las investigaciones de la informática y continuamente se abren nuevas vías de investigación. Veamos, a continuación, algunas de las definiciones de inteligencia artificial más interesantes:

"La inteligencia artificial es la parte de la informática relacionada con el diseño de sistemas de ordenadores inteligentes, es decir, sistemas que muestran las características que asociamos con la inteligencia en el comportamiento humano—comprensión del lenguaje, aprendizaje, razonamiento, resolución de problemas, etc."<sup>47</sup>

---

<sup>44</sup> Citado por BISHOP, PETER: "Conceptos de informática". Anaya Multimedia, Madrid, 1989, p. 80.

<sup>45</sup> Esta definición se atribuye a Marvin Minsky. Citado por GEVARTER, WILLIAM M.: "Máquinas inteligentes. Una panorámica de la inteligencia artificial y de la robótica". Díaz de Santos, Madrid, 1987, p. 12.

<sup>46</sup> SIMONS, G. L.: "Introducción a la inteligencia artificial". Díaz de Santos, Madrid, 1987, p. 51.

<sup>47</sup> BARR, AVRON y FEIGENBAUM, EDWARD A.: "The Handbook of Artificial Intelligence". William Kaufman, Los Altos, California, 1981, vol. 1, p. 3. Citado por MISHKOFF, HENRY C.: "A fondo: Inteligencia artificial". Anaya Multimedia, Madrid, 1988, p. 14.

Esta definición es utilizada, también, en algunos artículos relacionados con los sistemas expertos de contabilidad. Véase, por ejemplo:

\* MESERVY, RAYMAN D., BAILEY, ANDREW D., Jr. y JOHNSON, PAUL E.: "Internal Control Evaluation: A Computational Model of the Review Process". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 6, nº 1, otoño, 1986, pp. 45.

\* AMER, TAREK, BAILEY, ANDREW D., Jr., DE, PRABUDDHA: "A Review of the Computer Information Systems Reseach Related to Accounting and Auditing". Journal of Information Systems, otoño, 1987, pp. 10-11.

"La Inteligencia Artificial es la rama de la informática que trata de la resolución de problemas con métodos simbólicos y no algorítmicos".<sup>48</sup>

Sin embargo, aunque existen múltiples definiciones de la inteligencia artificial, para la mayoría de los investigadores este hecho no tiene la menor importancia.<sup>49</sup> Tal vez, el nombre de **inteligencia artificial** no sea el más adecuado para referirse a las investigaciones de este campo de trabajo, pues no refleja la idea que trata de comunicar, pero es, sin lugar a dudas, el término que más se ha utilizado hasta la fecha a nivel mundial.

De todas estas definiciones se pueden obtener unas características distintivas de la inteligencia artificial. Las más importantes son: (1) emulación del comportamiento humano por medio de ordenadores; (2) estudio del comportamiento humano para comprender mejor cómo resuelven los problemas los humanos; (3) capacidad para resolver problemas expresados en términos simbólicos, tales como conceptos, ideas y relaciones entre conceptos; (4) utilización de reglas empíricas y heurísticas para la solución de los problemas, en lugar de algoritmos.

De todas estas características, la más importante es la primera, pues, como se sabe, la inteligencia artificial se apoya básicamente en la utilización de los ordenadores. Ahora bien, debido a la complejidad del comportamiento humano, los programas de la inteligencia artificial presentan unas características muy diferentes a las de los programas de proceso de datos convencional. En la Tabla 1 se

---

<sup>48</sup> BUCHANAN, BRUCE G. y SHORTLIFFE, EDWARD H. [Eds.]: "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984, p. 3.

<sup>49</sup> Cfr. BOBROW, DANIEL G. y HAYES, PATRICK J.: "Artificial Intelligence - Where Are We?". Artificial Intelligence, vol. 25, nº. 3, marzo, 1985, pp. 375-415.

recogen algunas de las diferencias más significativas entre los programas de inteligencia artificial y los programas convencionales.

Tabla 1. Diferencias entre los programas de IA y los programas convencionales

Programación de la Inteligencia Artificial	Programación convencional
Procesos primariamente simbólicos	Suele ser primariamente numérica
Búsqueda heurística (solución por etapas implícita)	Algorítmica (solución por etapas explícita)
Estructura de control usualmente independiente del campo de conocimientos	Integración de información y control
Suele ser fácil de modificar, actualizar e incrementar	Difícil de modificar
A menudo se toleran algunas respuestas incorrectas	Requiere respuestas correctas
Respuestas satisfactorias usualmente aceptables	Usualmente se ve la mejor solución posible

Fuente: GEVARTER, WILLIAM M.: "Máquinas inteligentes. Una panorámica de la inteligencia artificial y de la robótica". Díaz de Santos, Madrid, 1987. p. 6.

### 1.3. Desarrollo histórico de la inteligencia artificial.

#### 1.3.1. Origen y evolución de la inteligencia artificial.

Aunque podríamos buscar antecedentes muy lejanos a lo largo de la historia, pues el hombre siempre ha estado fascinado por crear artefactos dotados de energía y control propios,<sup>50</sup> y ha tratado de crear figuras imaginarias para sus ceremonias religiosas (seres mitológicos, androides, etc.) que trataran de imitar el comportamiento humano, es realmente a finales de la Edad Media y el Renacimiento cuando aparecen los primeros antecedentes sobre lo que con el tiempo llegaría a ser la inteligencia artificial. Son de destacar en esta época los inventos de Leonardo da Vinci, y

<sup>50</sup> Cfr. ARROYO GALÁN, LUIS: "Máquinas inteligentes". Dirección y Progreso, nº. 77, septiembre-octubre, 1990, p. 83.

el libro "Ars Magna" de Ramón Lull.<sup>51</sup> A partir de entonces comenzaron a surgir multitud de artefactos mecánicos y autómatas—movidos por vapor o por medio de mecanismo de relojería—que aunque eran totalmente ininteligentes intentaban imitar el comportamiento mecánico humano.<sup>52</sup>

Como antecedentes más importantes de los ordenadores electrónicos, hay que destacar: la máquina automática de Pascal, conocida como la Pascalina, capaz de sumar y restar; la máquina de Leibnitz, capaz de efectuar multiplicaciones y divisiones, y las máquinas lógicas de Stanthome, Jevons y George Boole, este último, creador, además, del álgebra que lleva su nombre, base de los ordenadores. También son de destacar las investigaciones llevadas a cabo por: Babbage (1791-1871), considerado como el padre de la moderna computación, que inventó una máquina analítica capaz de resolver juegos de ajedrez y una máquina de calcular por diferencias finitas; Hollerith, en 1866, que inventó una máquina de tarjetas perforadas para elaborar el censo de los EE.UU. de 1890;<sup>53</sup> y Alan Turing, que, en 1937, presenta el concepto de «máquina universal», que serviría como base para los futuros ordenadores.<sup>54</sup>

Aunque todos estos avances fueron importantes para el desarrollo del ordenador y de la informática, sin embargo, el antecedente más importante de la inteligencia artificial

---

<sup>51</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en:

\* PAZOS SIERRA, J.: "Inteligencia artificial. Programación heurística". Paraninfo, Madrid, 1987, pp. 25-26.

\* MONCHÓN, J., APARICIO, R., TRIGUEROS, F. y CASTAÑOS, C.: "Inteligencia artificial: evolución histórica y perspectivas de futuro". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, p. 4.

\* MISHKOFF, HENRY C.: "A fondo...", op. cit., pp. 33-34.

\* PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK: "Expert systems for experts". John Wiley & Sons, New York, 1988, pp. 4-6.

<sup>52</sup> Cfr. SIMONS, G. L. (1987): "Introducción a ...", op. cit., pp. 41-44.

<sup>53</sup> Hollerith, posteriormente, fundó una empresa, que con el tiempo se convertiría en la actual IBM.

<sup>54</sup> Cfr. SIMONS, G. L.: "Introducción ...", op. cit., pp. 44-47.

se produce en la década de los 40 con la aparición de la **Cibernética**, a raíz de las investigaciones llevadas a cabo principalmente por Norbert Wiener.<sup>55</sup> La **Cibernética**, rama de la ciencia que está relacionada con los mecanismos de control que permiten a los sistemas biológicos, organizativos, o artificiales operar con éxito.<sup>56</sup> La **Cibernética** introdujo conceptos nuevos, tales como los de: control, realimentación, sistemas organizados, etc. que fueron muy valiosos para la primera investigación que conducirían con el tiempo a la inteligencia artificial. Debido a su naturaleza interdisciplinar, esta nueva disciplina influyó en muchos campos, dando lugar a nuevas ramas de la misma, tales como: la fisiología neuronal de MacCullosh y Pitts, la teoría de la información de Claude Shannon, la lógica matemática, y la informática.<sup>57</sup>

Después de la Segunda Guerra Mundial, varios grupos de científicos americanos e ingleses empezaron a trabajar en el desarrollo de máquinas electrónicas, guiadas por un programa, capaces de trabajar con los operadores aritmético ("+", "-", "x", "/") y con algunos operadores lógicos ("y", "o", "no"), conocidas como computadoras u ordenador electrónicos. Entre estos científicos hay que destacar a Alan Turing, que sugirió la idea de que los ordenadores pudiesen pensar y sentó las bases teóricas para la construcción de los futuros ordenadores electrónicos, y John Von Neumann, que diseñó la arquitectura básica de los ordenadores, todavía vigente en

---

<sup>55</sup> Cfr.

\* PAZOS SIERRA, J.: "Inteligencia artificial ...", op. cit., p. 30;

\* SARABIA ALZAGA, JOSÉ MARIA: "Sistemas expertos: una aproximación en el entorno de la empresa". Actualidad Financiera, nº. 26, 27 junio-3 julio, 1988, p. 1245.

<sup>56</sup> Cfr. TOMESKI, EDWARD ALEX y KLAHR, MICHAEL: "How Artificial Intelligence Has Developed". Journal of Systems Management, mayo, 1986, p. 7.

<sup>57</sup> Cfr. MONCHÓN, J. et. al. (1987): "Inteligencia artificial ...", op. cit., pp. 4-5.

la actualidad.<sup>58</sup>

Todas estas investigaciones, ideas e inquietudes crearon el ambiente apropiado para el nacimiento de la inteligencia artificial. Así, en la primera mitad de la década de los cincuenta se producen dos hechos significativos que se pueden considerar como los que originan el nacimiento de la **Inteligencia Artificial**. Éstos son: (1) el «Congreso de Dartmouth», en el año 1956, y (2) las investigaciones sobre el Resolutor General de Problemas («General Problem Solver (GPS)») de Newel, Shaw y Simon.

En 1956, en una Conferencia sobre Informática celebrada en el Dartmouth College (Hanover, New Hampshire, EE.UU.), patrocinada por la Fundación Rockefeller, un reducido grupo de científicos de diferentes disciplinas trataron de sentar las bases para construir máquinas inteligentes que imitaran el comportamiento físico e intelectual de los humanos. Los organizadores de la conferencia fueron: John McCarthy, profesor de Matemáticas en Dartmouth, Marvin Minsky, investigador en matemáticas y neurofisiología en la Universidad de Harvard, Nathaniel Rochester, gestor de la Investigación en Información de IBM, y Claude Shannon, de los Laboratorios Bell.<sup>59</sup> Asistieron también otros participantes ilustres, entre los que figuraban: Allen Newell y Herbert Simon,<sup>60</sup> del Instituto Tecnológico de Carnegie, Universidad de Carnegie-Mellon, y Clifford Shaw, de Rand Corporation (compañía de investigación y desarrollo). En este congreso Allen Newell, Herbert Simon y Clifford Shaw, presentaron sus investigaciones en curso para demostrar proposiciones

---

<sup>58</sup> La arquitectura de Von Neumann está siendo sustituida en la actualidad por los ordenadores de la quinta generación. Estos ordenadores son capaces de utilizar varios procesadores a la vez trabajando en paralelo.

<sup>59</sup> Cfr. MISHKOFF, HENRY C. (1988): "A fondo ...", op. cit., pp. 41-43.

<sup>60</sup> A Herbert Simon, en 1978, le fue concedido el Premio Nobel de Economía por sus estudios sobre el comportamiento de los directores empresariales en la toma de decisiones.

lógicas («The Logic Theorist»).<sup>61</sup> Fue en este mismo escenario cuando John McCarthy lanza por primera vez el nombre de «**Inteligencia Artificial**» para designar este nuevo campo de estudio del conocimiento.<sup>62</sup>

A raíz de esta reunión, cada uno de estos científicos empiezan a trabajar en campos diferentes, pero todos relacionados con la inteligencia artificial, dando lugar a dos escuelas. Una encabezada por Allen Newell y Herbert Simon, en la Universidad de Carnegie-Mellon, que se centró en la búsqueda de un solucionador general de problemas, el «General Problem Solver (GPS)»<sup>63</sup> y el estudio del **comportamiento humano**;<sup>64</sup> y la otra, encabezada por John McCarthy y Marvin Minsky,<sup>65</sup> que crearon el Laboratorio de Inteligencia Artificial del Instituto Tecnológico de Massachussets (Massachussets Institute of Technology) (MIT),<sup>66</sup> con el fin de trabajar en la construcción de **ordenadores inteligentes** que imitaran el comportamiento humano.

En cuanto a las **etapas de desarrollo de la inteligencia**

---

<sup>61</sup> El *Logic Theorist* es considerado por muchos autores como el primer sistema experto construido.

<sup>62</sup> Cfr.

\* WATSON, HUGH J. y MANN, ROBERT I.: "Expert Systems: Past, Present, and Future". *Journal of Information Systems Management*, otoño, 1988, pp. 39-40.

\* NEWQUIST III, HARVEY P.: "Artificial Intelligence in the Financial Services Industry". Lafferty Publication, Dublin, 1990, p. 6.

<sup>63</sup> El **General Problem Solver (GPS)** pretendía ser un modelo del proceso humano de resolución de problemas. El GPS fue la base de casi todos los programas de investigación de la inteligencia artificial que se originaron a partir de entonces. A pesar del gran entusiasmo y del esfuerzo de estos investigadores, nunca se llegó a conseguir tal objetivo debido a la complejidad del conocimiento humano. Sin embargo, las investigaciones no fueron estériles, y todos los descubrimientos relacionados con el GPS se aplicaron, posteriormente, en las diversas ramas de la inteligencia artificial (e.g., estructuras de árboles, resolución de problemas de búsqueda, búsquedas heurísticas, ...).

<sup>64</sup> Cfr. NEWELL, ALLEN Y SIMON, HERBERT A.: "Human Problem Solving". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1972.

<sup>65</sup> Ambos recibieron el **premio Turing**, concedido por la Association Computing Machinery (ACM), por sus contribuciones a la informática.

<sup>66</sup> El MIT es uno de los centros más prestigiosos en el mundo en investigación sobre IA.

artificial, de acuerdo con Cuena<sup>67</sup>, la evolución histórica de la inteligencia artificial se puede dividir en tres grandes épocas o etapas diferenciadas:

1. Etapa primaria de creación de las técnicas básicas para representar el comportamiento inteligente.
2. Etapa de prototipos en que se desarrollan proyectos más complejos pero todavía limitados a laboratorios.
3. Etapa de difusión industrial.

A continuación vamos a comentar sucintamente cada una de estas etapas.

**Etapa inicial, artificial o de exploración.** Esta etapa se inicia a partir de la Conferencia de Dartmouth en 1956 y llega hasta 1970. Esta primera etapa fue de mucha euforia e ilusión. Las investigaciones se realizaron, única y exclusivamente, en el ámbito universitario. En esta período el campo de actuación se centró principalmente en: los métodos de búsqueda heurística (como consecuencia de tratar de resolver los problemas de explosión combinatoria que se producían al programar sistemas que fueran capaces de jugar a las damas, al ajedrez, etc.); la demostración automática de teoremas lógicos y matemáticos; el solucionador general de problemas (el famoso «General Problem Solver» de Newell y Simon).<sup>68</sup> Tras una década de intensos trabajos, se llegó a la conclusión de que las estrategias de búsqueda no podían resolver de una forma eficiente todos los problemas del mundo real, sobre todo cuanto se producían situaciones de «explosión combinatoria». Este fracaso hizo ver a los investigadores de la inteligencia artificial, que para poder resolver los problemas del mundo real se necesitaba poseer

---

<sup>67</sup> CUENA, JOSÉ et al.: "Inteligencia artificial: Sistemas expertos". Alianza Editorial, Madrid, 1986, pp. 11-21.

<sup>68</sup> Cfr. NEWELL, ALLEN Y SIMON, HERBERT A. (1972): "Human Problem ...", op. cit.

el conocimiento del tema o dominio. Entonces se consideró que, en vez de tratar de buscar un solucionador general de problemas, sería mejor centrarse en parcelas específicas del saber humano, y surgieron las primeras investigaciones sobre **sistemas expertos**.

Es de destacar en este período la creación, en 1955, por Newell, Shaw y Simon, del primer lenguaje de la inteligencia artificial, el **IPL-II (Information Processing Language-II)**. Unos años después, en 1959, John McCarthy, da a conocer el lenguaje de programación **LISP (LIST Procesor lenguaje)**. Este lenguaje está basado en listas de palabras y es especialmente útil para programar el lenguaje simbólico. También son de destacar en este período la aparición de los primeros sistemas expertos importantes. Así, en la segunda mitad de la década de los sesenta, Feigenbaum, en la Universidad de Stanford, construye el **DENDRAL**,<sup>69</sup> uno de los primeros sistemas expertos conocido, que analiza los datos producidos por un espectrómetro de masas para determinar la estructura molecular de los productos (ver Anexo A2); y Weizenbaum, en 1966, crea el sistema **ELIZA**,<sup>70</sup> considerado como uno de los primeros programas de lenguaje natural que emulaba el comportamiento de un psicólogo «rogeriano» en una sesión de terapia con un paciente.

**Etapa de prototipos.** Esta etapa va desde 1970 hasta

---

<sup>69</sup> Cfr.

\* FEIGENBAUM, E. A.; BUCHANAN, B. G. y LEDERBERG, J.: "On Generality and Problem-solving: A Case Study Using the DENDRAL Program". Machine Intelligence, nº 6, 1971.

\* LINDSAY, R. K., BUCHANAN, B., FEIGENBAUM, E. A. y LEDERBERG, J.: "Applications of Artificial Intelligence to Chemistry: The DENDRAL Project". McGraw-Hill, New York, 1980.

<sup>70</sup> Cfr. WEIZENBAUM, JOSEPH: "ELIZA - A Computer Program for the Study of Natural Language Communication Between Man and Machine", Communications of the ACM, vol. 9, enero, 1966, pp. 36-45.

Un comentario sobre el programa ELIZA puede verse en PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK: "Expert systems for experts". John Wiley & Sons, New York, 1988, pp. 124-127.

Una versión del programa ELIZA, escrita en lenguaje BASIC, puede verse en HARTNELL, TIM: "Inteligencia Artificial: conceptos y programas". Anaya Multimedia, Madrid, 1986, pp. 129-151.

Una sesión de muestra con el programa ELIZA puede verse en ALONSO, GUILLERMO y BECERRIL, JOSÉ LUIS: "Introducción a la Inteligencia Artificial". Multimedia Ediciones. Barcelona, 1993, pp. 5-8.

1981. En este período, se realizan proyectos mucho más importantes que los de la etapa anterior. Los campos de actuación se centran en las siguientes materias de investigación: métodos de búsqueda para la resolución de problemas, lenguajes de programación para utilizar en la inteligencia artificial, desarrollos de distintos tipos de lógicas aplicadas a la informática, representación del conocimiento, interpretación del lenguaje natural, reconocimiento de imágenes (visión artificial), reconocimiento de la voz; aplicación de la lógica de predicados como lenguaje de programación, y construcción de los primeros sistemas expertos.

En este período se construyen varios sistemas expertos importantes. Son de destacar como pioneros los sistemas siguientes: el **MYCIN**, que asesora en el diagnóstico de las enfermedades infecciosas en la sangre,<sup>71</sup> y el **PROSPECTOR** que ayuda en las exploraciones geológicas de yacimientos minerales.<sup>72</sup> (Ver Anexo A2).

En esta etapa también se producen grandes avances en la programación lógica. Así, en 1972, aparece, en Marsella (Francia), un nuevo lenguaje de programación: el **PROLOG**. Este lenguaje fue desarrollado por Colmerauer y Roussel para aplicar el lenguaje natural en la programación. Estaba basado en la lógica de primer orden. Posteriormente Kowalski, en Edimburgo, desarrolló la teoría de la programación

---

<sup>71</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse en: BUCHANAN, BRUCE G. y SHORTLIFFE, EDWARD H. [Eds.]: "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.

<sup>72</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse en:  
\* DUDA, RICHARD O., GASCHNIG, J. y HART, P.: "Model Design in the PROSPECTOR Consultant System for Mineral Exploration". Incluido en MICHIE: "Expert Systems in the Micro-Elec". Edimburgh University Press, Edimburgh, 1979, pp. 153-167.  
\* DUDA, RICHARD O. y GASCHNIG, JOHN G.: "Knowledge-Based Expert Systems Come of Age". Byte, septiembre, 1981, pp. 259-262.

lógica.<sup>73</sup> En este período, se desarrollaron, también, nuevos dialectos del lenguaje de programación LISP, tales como el INTERLISP y el MACLISP; así como entornos y máquinas exclusivamente construidas para estos lenguajes. Sin embargo, a pesar de todos estos avances, el *hardware* todavía seguía siendo un obstáculo importante.

**Etapas de difusión industrial y comercial.** Esta etapa va desde 1981 hasta nuestros días y se caracteriza por dos hechos importantes. El primero, fue la celebración en Vancouver, en 1981, de la **VII Conferencia Mundial sobre Inteligencia Artificial**.<sup>74</sup> El otro aspecto importante de este período fue la creación de empresas privadas específicamente dedicadas a crear y comercializar productos basados en las técnicas de la inteligencia artificial.<sup>75</sup> Entre las empresas más importantes que se crearon podemos citar: Teknowledge, Intellicorp, Symbolics, Texas Instruments, Xerox, Syntelligence, ... Es en esta etapa, al demostrarse que estos estudios eran factibles y comercializables, cuando el campo de estudio y el personal experimentado en la investigación de inteligencia artificial se traslada de los laboratorios de las universidades a los laboratorios de las empresas.

En esta etapa el campo de investigación preferente gira en torno a las siguientes actividades: sistemas expertos, entornos de programación que ayuden en la construcción de los sistemas expertos, desarrollo de conchas de sistemas

---

<sup>73</sup> Sobre el tema de la lógica aplicada a la inteligencia artificial puede consultarse: KO-WALSKI, ROBERT: "Lógica, Programación e Inteligencia Artificial". Díaz de Santos, Madrid, 1986.

<sup>74</sup> En esta conferencia se rindió un homenaje a los participantes de la histórica Conferencia de Darmouth, 25 años antes, que supieron vislumbrar la importancia que tendría en el futuro la inteligencia artificial. También se constató el aumento tan considerable que había experimentado la inteligencia artificial en cuanto a proyectos de investigación e investigadores (en Vancouver participaron cerca de 2000 investigadores).

<sup>75</sup> Cfr. BUCHANAN, BRUCE G.: "Expert systems: working systems and the research literature". Expert Systems, vol. 3 nº. 1, enero, 1986, p. 36.

expertos, interfases en lenguaje natural, técnicas de adquisición del conocimiento, métodos de representación del conocimiento, robótica inteligente aplicada a la fabricación, etc.

Como resumen de todo lo expuesto, en la Figura 2 se pueden ver los principales hitos de la historia de la inteligencia artificial.

Figura 2. Hitos más importantes en la historia de la inteligencia artificial

Período	Hitos
Antes de la segunda guerra mundial <b>Fundamentos</b>	Lógica formal Psicología cognitiva
Años de la postguerra 1945-1954  Pre-IA	Desarrollo de ordenadores H. Simon, <b>Comportamiento administrativo</b> N. Wiener, <b>Cibernética</b> A. M. Turing, «Máquinas calculadoras e inteligencia» Conferencia Macy sobre Cibernética
Años formativos 1955-1960  <b>Comienzo de la investigación en IA</b>	Creciente disponibilidad de ordenadores Lenguaje de procesamiento de la información (IPL-1) Seminario de verano de Darmouth sobre IA (1956) Resolutor general de problemas (GPS) Psicología del procesamiento de la información
Años de desarrollo y de reorientación, 1961-1970  <b>Búsqueda de resolutores generales de problemas</b>	A. Newell y H. Simon, <b>Resolución humana de problemas</b> LISP Heurísticos Satisfacción Robótica Programas de ajedrez DENDRAL (Stanford)
Años de especialización y de éxitos. 1971-1980  <b>Descubrimiento de los sistemas basados en conocimiento</b>	MYCIN (Stanford) HEARSAY II (Carnegie-Mellon) MACSYMA (MIT) Ingeniería del conocimiento EMYCIN (Stanford) GUIDON (Stanford) PROLOG Premio Nobel a Herbert Simon
La carrera de las aplicaciones, 1981-  <b>Competición internacional y lanzamiento comercial</b>	PROSPECTOR (SRI) Proyecto japonés de la «quinta generación» E. Feigenbaum y P. McCorduck, <b>La quinta generación</b> Corporación de Microelectrónica y Tecnología de Computadores (MCC) en EE.UU. INTELLECT (A.I.C.) Diversas empresas y corporaciones de IA

Fuente: HARMON, PAUL; y KING, DAVID: "Sistemas Expertos. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial". Díaz de Santos, Madrid, 1988, pág. 6.



### 1.3.2. Impacto del Proyecto Japonés del Ordenador de la Quinta Generación.

En la década de los 80 se produce el gran auge de la **inteligencia artificial**. En todo el mundo se empezaron a desarrollar importantes programas de investigación relacionados con el campo de la inteligencia artificial. Las investigaciones más importantes fueron llevadas a cabo por el Japón con su famoso «**Proyecto de ordenadores de la 5ª. Generación**». EE.UU. y Europa respondieron rápidamente al reto japonés con varios programas de investigación alternativos.<sup>76</sup> Dada su importancia en el desarrollo actual de la **inteligencia artificial**, a continuación, vamos a comentar, brevemente, las características principales de estos programas de investigación.

**A. Programa japonés de «Ordenadores de la 5ª Generación».** Este programa surgió en 1979, por iniciativa del **Ministry of International Trade and Industry (MITI)** de Japón. El MITI apuesta por la idea de desarrollar un nuevo tipo de ordenadores para la década de los noventa. En octubre de 1981, Japón, lanza al mundo la noticia de un proyecto de investigación orientado a producir una nueva generación de ordenadores, conocidos como «ordenadores de la quinta generación».<sup>77</sup> Este proyecto de investigación se

---

<sup>76</sup> Cfr., por ejemplo:

- \* CHESTER, JEFFREY A.: "Artificial Intelligence: Is MIS Ready for the Explosion?". Infosystems, abril, 1985, p. 76.
- \* CHIP: "Inteligencia artificial". Chip, nº. 47, mayo, 1985, p. 49.
- \* BYLINSKY, GENE.: "Where the U.S. Stands". Fortune, octubre 13, 1986, pp. 23-24.
- \* ROBB, FENTON F. y BROWN, TOM A. (1987): "The machine ...", op. cit., pp. 50-2.
- \* MONCHON, J. et al. (1987): "Inteligencia artificial ...", op. cit., pp. 22-24.

<sup>77</sup> Los ordenadores de la quinta generación se caracterizan por: trabajar en lenguaje natural, ser capaces de resolver problemas muy complejos, tener mucha capacidad de memoria para de soportar grandes bases de conocimientos, utilizar procesadores múltiples, poseer interfases de usuario inteligentes; etc.

Para una ampliación sobre el tema pueden consultarse, entre otras, las siguientes obras:

- \* FEIGENBAUM, EDWARD A. y McCORDUCK, PAMELA: "The Fifth Generation" Addison-Wesley, Reading, MA, 1983.
- \* BISHOP, PETER: "Computadores de la 5ª generación". Paraninfo, Madrid, 1989.
- \* BISHOP, PETER: "Conceptos de informática". Anaya Multimedia, Madrid. 1989. pp. 469-478.
- \* SIMONS, G. L. (1985): "Los Ordenadores ...", op. cit.

denominó «Proyecto de ordenadores de la 5ª generación». En 1982, se creó el **Institute for New Generation Computer Technology (ICOT)**, como organismo encargado de llevar a cabo este programa de investigación sobre inteligencia artificial, en el que colaboraron el Estado, las Universidades y ocho de las empresas más importantes de Japón: Fujitsy, Hitachi, Nippon Electronic, Mitsubishi, Mitsushita, Oki, Sharp y Toshiba.<sup>78</sup>

Este programa de investigación fue considerado por los japoneses como un proyecto de vital importancia para la supervivencia de Japón.<sup>79</sup> El impacto social del proyecto fue muy grande, y como consecuencia del mismo se crearon nuevas iniciativas. Así, el **Ministerio de Educación Japonés** creó un proyecto especial denominado «Proyecto inteligente e integración de la información del conocimiento en los diversos medios de comunicación».<sup>80</sup> Al amparo de este programa de investigación también se creó la **Sociedad Japonesa de Inteligencia Artificial** que ya en 1990 agrupaba alrededor de 4.000 miembros y habían 190 compañías desarrollando alrededor de 400 proyectos sobre sistemas expertos.<sup>81</sup>

El **Proyecto de la Quinta Generación** terminó a finales de 1991. Aunque no se han cumplido todos los objetivos previstos en cuanto a capacidad de proceso, almacenamiento e inteligencia; sin embargo, ha supuesto un importante reto

---

<sup>78</sup> Cfr. CHESTER, JEFFREY A. (1985): "Artificial Intelligence ...", op. cit., p. 76.

<sup>79</sup> Cfr.

\* DOWNS, J. E.: "Five of the Fifth". *Journal of Systems Management*, agosto, 1984, p. 23.

\* ISHII, KOICHI y HAYAMI, SAKAE: "Expert Systems in Japan". *IEEE Expert*, vol. 3 nº. 2, verano, 1989, pp. 69-70.

<sup>80</sup> Cfr. ISHIZUKA, M. y MOTO-OKA, T.: "Overview of expert systems in Japan". Incluido en J. FOX [Ed.]: "Expert systems: State of the Art Report". Pergamon Infotehc Limited, Maidenhead, Berkshire, 1984, Inglaterra, p. 66.

<sup>81</sup> Cfr. MOTODA, HIROSHI: "The Current Status of Expert System Development and Related Technologies in Japan". *IEEE Expert*, vol. 5, nº. 4, agosto, 1990, pp. 3-11.

a nivel científico y técnico, incrementándose considerablemente las actividades de I+D sobre inteligencia artificial en Japón, debido a la competencia con el resto del mundo.<sup>82</sup>

**B. Réplica de EE.UU al programa japonés.** Aunque, en un principio, EE.UU. no dio mucha importancia al «Proyecto japonés de Ordenadores de la quinta generación», posteriormente, ante el temor de quedar relegados a un segundo lugar, también empezó a trabajar en este campo. La iniciativa de la investigación fue coordinada por dos organismos: (1) el **Defense Advanced Research Project Agency (DARPA)**, y (2) el **Microelectronic and Computer Technology Corporation (MCC)**, patrocinada por empresas como Digital Equipment, National Cash Register (NCR), Motorola y National Semiconductor, etc.<sup>83</sup>

**C. Réplica europea al programa japonés.** En las primeras etapas, Europa apenas dio importancia al fenómeno de la inteligencia artificial e incluso lo rechazó. Es de mencionar en este sentido el «Informe Lighthill» sobre inteligencia artificial para el Consejo de Investigación Científica, publicado en el Reino Unido, en 1973, en el que se descalificaban los proyectos de inteligencia artificial, tachándolos de exceso de cientificismo. Este hecho motivó que se limitaran o congelaran los fondos que se habían destinado a proyectos de investigación sobre inteligencia artificial en este país, y no fue hasta los años 70 cuando la inteligencia artificial empezó a ser reconocida como ciencia fidedig-

---

<sup>82</sup> Cfr.

\* METHA, ANGELI: "La 5ª. Generación, viento en popa". Datamation [España], nº. 48, septiembre, 1989, pp. 97-98.

\* ALONSO, GUILLERMO y BECERRIL, JOSÉ LUIS (1983): "Introducción a ...", op. cit., p. 74.

<sup>83</sup> Cfr. CHESTER, JEFFREY A. (1985): "Artificial Intelligence ...", op. cit., p. 76.

na.<sup>84</sup> No obstante, hubo un movimiento de resistencia, bajo la Dirección de Donald Michie, en la Universidad de Edimburgo, que culminó en 1980 con la creación del **Grupo de Especialistas de la Sociedad Informática sobre Sistemas Expertos**, en el Instituto Turing, que en 1990 contaba con alrededor de 1.000 miembros.<sup>85</sup>

Ante la iniciativa japonesa, Europa cambió de parecer y se lanzaron distintas iniciativas, superándose ampliamente los efectos del «Informe Lighthill». En Europa, las investigaciones más importantes fueron llevadas a cabo principalmente en el Reino Unido (e.g., Universidad de Edimburgo, Proyecto Alvey), en Francia (e.g., Universidad de Marsella), y en la CEE (e.g., proyecto Esprit).<sup>86</sup>

\* **Proyecto Alvey**. Gran Bretaña replicó al proyecto japonés de la Quinta Generación con un **Proyecto sobre Tecnología de la Información Avanzada**, más conocido como **Proyecto Alvey**. En 1981 se creó un comité, presidido por Mr. John Alvey, en el que se identificaron los sistemas inteligentes basados en el conocimiento como área principal de investigación.<sup>87</sup> Los trabajos de este comité fueron muy importantes pues, gracias a ellos, con la publicación del **Informe del Comité Alvey**, en 1982, se consiguió rehabilitar

---

<sup>84</sup> Cfr., por ejemplo:

\* TOMESKI, EDWARD ALEX y KLAHR, MICHAEL: "How Artificial Intelligence Has Developed". Journal of Systems Management, mayo, 1986, p. 6.

\* NEWQUIST III, HARVEY P. (1990): "Artificial Intelligence ...", op. cit., p. 7.

\* RADA, ROY: "Expert Systems in the UK". IEEE Expert, vol. 5, nº. 4, agosto, 1990, p. 12.

<sup>85</sup> Cfr. RADA, ROY (1990): "Expert Systems ...", op. cit., p. 12.

<sup>86</sup> Cfr. TATE, PAUL: "The Blossoming of European AI". Datamation [EE.UU.], Noviembre, 1984, pp. 85-86, 88.

<sup>87</sup> Cfr. BRAMER, M. A.: "Expert systems in Britain: Progress and prospects". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987, p. 3.

la inteligencia artificial en Gran Bretaña.<sup>88</sup>

El **proyecto Alvey**, en el Reino Unido, es un programa de investigación, réplica del programa japonés de la quinta generación, patrocinado y subvencionado hasta el 50 % por el Estado. Es una colaboración entre la Cámara de Comercio e Industria, el Consejo de Investigación de Ciencia e Ingeniería y el Ministerio de Defensa e Industria. Este programa nacional de investigación sobre las tecnologías de la inteligencia artificial, se centra especialmente en: (1) la ingeniería del *software*, (2) los sistemas basados en el conocimiento, (3) las interfases hombre-máquina, (4) la integración a gran escala y (5) la investigación de redes avanzadas.

Como consecuencia del **proyecto Alvey** se crearon los siguientes «Clubs de Información»: **ALFEX**, sobre finanzas; **ARIES**, sobre seguros; **DAPES**, sobre proceso de datos; **EMEX**, sobre modelización econométrica, y **PLANIT**, sobre planificación de proyectos.<sup>89</sup> Desde el punto de vista de las áreas financieras, los dos clubs más importantes fueron el **ALFEX** (**Alvey Financial Expert Systems**) y el **ARIES** (**Alvey Research into Insurance Expert Systems**). Estos clubs estaban formados por académicos y empresarios para impulsar el desarrollo de los sistemas expertos. Los proyectos llevados a cabo estaban costeados por Comité Alvey y por los miembros de los clubs.<sup>90</sup>

---

<sup>88</sup> BRAMER, M.A.: "Expert Systems: The Vision and The Reality". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985, p. 1.

<sup>89</sup> Cfr. BRYANT, NIGEL: "Managing Expert Systems". John Wiley & Sons, Chichester, 1988, pp. 144-149.

<sup>90</sup> Cfr.

\* CONNELL, N. A. D.: "Expert Systems in Accounting: A Review of Some Recent Applications". *Accounting and Business Research*, nº. 67, invierno, 1987, pp. 224 y 233.

\* EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989, p. 6.

En 1985, a propuesta del Consejo de Investigación de Ciencia e Ingeniería (SERC), se constituyó una «Reunión de Trabajo sobre 'Después del Alvey'» para continuar las investigaciones iniciales. Fruto de esta reunión, se publicó, en 1986, un nuevo informe en el que se recomendaba la continuación de las investigaciones sobre inteligencia artificial, pero integradas con las de la CEE.<sup>91</sup> El proyecto Alvey finalizó en 1989 y desde entonces Gran Bretaña ha orientado sus investigaciones hacia la CEE.

\* **Programa ESPRIT de la CEE.** En 1983, la C.E.E. lanzó el **European Strategic Program for Research in Information Technologies (ESPRIT)**.<sup>92</sup> El «Programa ESPRIT» es la respuesta de la Comunidad Económica Europea al «Proyecto japonés de la Quinta Generación». Los proyectos de investigación se realizan por consorcios entre las universidades y las empresas y están subvencionados por la C.E.E. El «Programa ESPRIT» se ha centrado en la tecnología de la inteligencia artificial, especialmente en: tecnología del software, robótica, CAD/CAM, ofimática, etc.

\* **Investigaciones de inteligencia artificial en España.** En cuanto a nuestro país, las investigaciones son todavía escasas e incipientes. La participación en proyectos internacionales sobre inteligencia artificial todavía es muy reducida. No obstante, son de destacar las siguientes iniciativas:<sup>93</sup>

---

<sup>91</sup> Cfr. BRAMER, M. A. (1987): "Espert systems ...", op. cit., p. 5.

<sup>92</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en: RAIRO. TECHNIQUE ET SCIENCE INFORMATIQUES: "Le programme européen de recherche ESPRIT". Vol. 7, nº. 4, 1988, pp. 403-422.

<sup>93</sup> Sobre la situación actual de la IA en España pueden verse, por ejemplo, los siguientes trabajos:

\* CHIP: "Presente y futuro de la Inteligencia Artificial. (Simposios, proyectos e investigaciones en España), Chip, nº. 59, junio, 1986, pp. 41-48.

\* CHIP: "Sistemas Expertos en la empresa española". Chip, nº. 81, junio, 1988, pp. 57-64.

\* ALONSO, GUILLERMO, BECERRIL, JOSÉ LUIS y VALER, FRANCISCO: "Sistemas basados en el conocimiento ¿Ficción o realidad?". CHIP, nº. 127, septiembre, 1992, pp. 26-27.

\* ZACCAGNINI, J. L., ALONSO, G. y CABALLERO, A.: "Inteligencia artificial de innovación prometedora a realidad práctica". Partida Doble, nº. 29, diciembre, 1992, pp. 22-30.

\* ALONSO, GUILLERMO y BECERRIL, JOSÉ LUIS (1993): "Introducción a ...", op. cit., p. 1993.

- En 1984, por iniciativa de Fundesco, se crea la **AEPIA (Asociación Española para la Inteligencia Artificial)** para ayudar en las investigaciones sobre inteligencia artificial.

- A nivel universitario se está llevando cabo una labor muy importante, el **CETTICO**, un centro de transferencia de tecnología de sistemas basados en el conocimiento. El CETTICO depende de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid, y en él colaboran 34 empresas españolas, entre las que figuran: el Banco Bilbao-Vizcaya, Repsol, Iberia, Prointec y Unión Eléctrica Fenosa.

- Hay que destacar también las investigaciones sobre inteligencia artificial que está realizando el **Centro de Estudios Avanzados de Blanes del CSIC**, dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

- Iberduero, en colaboración con **LABEIN (Laboratorio de Ensayos e Investigaciones Industriales de Bilbao)**, ha creado **IDEIA (Unidad de Investigación y Desarrollo en IA)**.<sup>94</sup>

- El Banco de Santander también ha apostado recientemente por el desarrollo de sistemas expertos.<sup>95</sup>

- En 1989 se crea la **Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería del Conocimiento (ADIC)**, integrada por el Banco Español de Crédito, El Banco Hispano Americano, Iberia, Informática el Corte Inglés, INH-Repsol, IBM, Renfe, Tabacalera, Unión Eléctrica Fenosa y la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). **ADIC**, junto con la colaboración la Dirección General de Informática y Nuevas Tecnologías del

---

<sup>94</sup> Cfr. CHIP: "Investigación en inteligencia artificial en el País Vasco". Chip, nº. 81, junio, 1988, p. 20.

<sup>95</sup> Cfr. CHIP: "Sistemas Expertos en el Banco de Santander". Chip, nº 83, septiembre, 1988, p. 20.

Ministerio de Industria y Energía, creó en 1989, el **Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC)**.<sup>96</sup> El IIC tiene como objetivos principal: consolidar los equipos de investigación básica en ingeniería del conocimiento y desarrollar proyectos de ingeniería del conocimiento en áreas de interés para los miembros del ADIC. Los objetivos principales del IIC son: la formación y consolidación de equipos de investigación básica y aplicada en ingeniería del conocimiento (IIC) y el desarrollo de proyectos que utilicen esta tecnología en áreas de interés para el ámbito empresarial y universitario. Las investigaciones llevadas a cabo hasta la fecha giran alrededor de las cuatro grandes líneas de trabajo: (1) gestión y organización empresarial, (2) análisis financiero de balances, (3) desarrollos basados en redes neuronales, y (4) sistemas en tiempo real para control de procesos.

#### 1.4. Ramas de aplicación de la inteligencia artificial.

Hasta la fecha el campo de actuación de la Inteligencia Artificial se ha centrado en la solución de las tareas que llevan implícito un comportamiento humano inteligente. Las ramas principales de la **Inteligencia Artificial (IA)** son:<sup>97</sup>

---

<sup>96</sup> Cfr.:

\* CHIP: "Creado el Instituto de Ingeniería del Conocimiento". Chip, nº 94, septiembre, 1989, p. 17.

\* INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "Instituto de Ingeniería del Conocimiento: Presentación". Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad de Autónoma de Madrid, Madrid.

\* RODRÍGUEZ MARÍN, PILAR: "Sistemas expertos en la gestión empresarial". Dirección y Progreso, nº 119, septiembre-octubre, 1991, p. 42.

\* ZACCAGNINI, J. L. et al. (1992): "Inteligencia artificial ...", op. cit., p. 26.

<sup>97</sup> Cfr.

\* GEVARTER, WILLIAM M. (1987): "Máquinas inteligentes ...", op. cit.,

\* NILSSON, NILS J.: "Principios de Inteligencia Artificial". Díaz de Santos, Madrid, 1987.

\* PAZOS SIERRA, J. (1987): "Inteligencia artificial", op. cit.

\* SHIRAI Y. y TSUJII, J.: "Inteligencia Artificial. Conceptos, técnicas y aplicaciones". Ariel, Barcelona, 1987.

\* SIMONS, G. L. (1987): "Introducción a ...", op. cit.

\* MISHKOFF, HENRY C. (1988): "A fondo ...", op. cit., pp. 24-27.

\* NEWQUIST III, HARVEY P. (1990): "Artificial Intelligence ...", op. cit., pp. 11-35.

\* ALONSO, GUILLERMO y BECERRIL, JOSÉ LUIS (1993): "Introducción a ...", op. cit., pp. 32-47.

- proceso del lenguaje natural;
- reconocimiento de patrones: comprensión y síntesis del habla, visión artificial, y proceso de imágenes;
- robótica;
- sistemas basados en el conocimiento y sistemas expertos;
- redes neuronales;
- otras áreas (e.g., aprendizaje, juegos inteligentes, demostración de teoremas, ...).

Esta clasificación no es exhaustiva, pues existen otras ramas que no hemos mencionado y otras que irán surgiendo en un futuro próximo. A continuación, vamos a dar unas ideas muy generales sobre cada uno de estos campos.

**A. Sistemas de procesamiento del lenguaje natural.** Los sistemas de procesamiento del lenguaje natural (NLP)<sup>98</sup> son los programas informáticos que permiten a los ordenadores entender las frases escritas o habladas en el lenguaje que utilizan los seres humanos para comunicarse entre sí, es decir, español, inglés, francés, etc. Esto quiere decir que

<sup>98</sup> Para una ampliación sobre el tema pueden consultarse, entre otros, los siguientes trabajos:

\* BLANNING, ROBERT W.: "Conversing with Management Information Systems in Natural Language". Communications of the ACM, vol. 27 n.º. 3, marzo, 1984, pp. 201-207.

\* BONNET, ALAIN: "L'intelligence artificielle: Promesses et Réalités". InterÉditions, París, 1984, pp. 31-93.

\* HARRIS, LARRY R.: "Natural Language Front Ends". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.

\* HATON, J. P.: "Intelligence artificielle en compréhension automatique de la parole: état des recherches et comparaison avec la vision". Rairo. Technique et Science Informatique, vol. 4, n.º. 3, mayo-junio, 1985, pp. 265-287.

\* CHIP: "Lenguajes Naturales". Chip, n.º. 59, junio, 1986, pp. 64-71.

\* KING, KARL G. y ELLIOTT, RAYMOND W.: "In plain english, please". Journal of Accountancy. marzo, 1990, pp. 43-46, 48.

\* MILLER, RICHARD K. y WALKER, TERRI C.: "Artificial Intelligence Applications for Business Management". SEAI Technical Publ., Madison, Georgia, 1988, pp. 288-335.

\* OBERMEIER, KLAUS K.: "Natural-Language Processing". Byte, diciembre, 1987, pp. 225-230.

\* O'LEARY, DANIEL E. y KANDELIN, NILS: "ACCOUNTANT: A Domain Dependent Accounting Language Processing System". Incluido en O'Leary, Daniel E. y Watkins, Paul R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 253-267.

\* PEMBERTON, JOHN: "Artificial Intelligence and Natural Language". Accountancy, abril, 1988, p. 149.

\* SWEENEY, ROBERT B.: "PC: what did we earn last year". Management Accounting [EE.UU.], octubre, 1989, pp. 31-35.

\* VACCARI, E. y DELANEY, W.: "System Theory as Frame of Reference in Natural Language Processing". Systems Research, vol. 3, n.º. 3, 1986, pp. 111-122.

el hombre introduce los datos en el ordenador utilizando el mismo lenguaje que utiliza para comunicarse con otras personas, el ordenador codifica esa información en lenguaje de máquina para poderla procesar y, una vez procesada, genera la salida adecuada en lenguaje natural.

La comprensión del lenguaje natural implica realizar los siguientes procesos:<sup>99</sup> (1) análisis morfológico-léxico, (2) análisis sintáctico de la estructura gramatical, (2) interpretación semántica de las palabras, y (3) análisis pragmático para la interpretación en una variedad de contextos.

La característica esencial de un sistema de procesamiento del lenguaje natural es el análisis sintáctico. Esto excluye a los sistemas que no analizan sintácticamente las oraciones (los sistemas de reconocimiento de la voz no son NLP).<sup>100</sup>

El procesamiento del lenguaje natural, generalmente, está dividido en seis áreas principales:<sup>101</sup> (1) interfases de lenguaje natural para las bases de datos, (2) traducción a máquina, es decir, de un lenguaje natural a otro, (3) programas de indexación inteligente y muestra de textos para resumir grandes cantidades de texto, (4) generación de textos para la producción automatizada de documentos estandarizados, (5) sistemas de habla para la interacción de

---

<sup>99</sup> Cfr., por ejemplo:

\* VERDEJO, MARÍA FELISA: "Comprensión automática: lenguaje natural". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, p. 138.

\* AEH, RICHARD K.: "Knowledge Systems in Business and Industry". Journal of Systems Management, noviembre, 1988, p. 7.

<sup>100</sup> Cfr. JOHNSON, TIM: "NLP takes off". Datamation [EE.UU.], enero, 1986, pp. 91-93.

<sup>101</sup> Cfr.

\* OBERMEIER, KLAUS K. (1987): "Natural-Language ...", op. cit., pp. 225-230.

\* RODRÍGUEZ HONTORIA, HORACIO: "Aplicaciones del lenguaje natural: interfaces, documentación y traducción automática". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 147-156.

la voz con ordenadores, y (6) herramientas para el desarrollo de sistemas de procesamiento del lenguaje natural en aplicaciones concretas.

**B. Sistemas de reconocimiento de la visión.** Otra rama de la inteligencia artificial, surgida como consecuencia de las investigaciones en robótica, que podría considerarse como una subrama de la misma, son los **sistemas de reconocimiento de la visión**<sup>102</sup>. Estos sistemas tratan incorporar la capacidad visual a un ordenador, es decir, que sea capaz de identificar lo que ve, identificar objetos, etc. Su estudio se centra principalmente en el desarrollo de sensores capaces de observar el entorno y de poder transmitir lo que observan a un ordenador conectado a un robot, con el fin de que éste se retroalimente continuamente, en tiempo real, y pueda cambiar las operaciones que realiza en función de los cambios del entorno. Se puede decir que estos sensores actúan como los ojos y las manos del robot. Los sistemas de reconocimiento de la visión utilizan métodos de análisis de esquemas (por medio de una cámara se proporcionan las imágenes al ordenador, que realiza los esquemas y los compara con las imágenes contenidas en el ordenador en una base de imágenes).

---

<sup>102</sup> Para una ampliación sobre el tema, pueden consultarse, entre otros, los siguientes trabajos:

\* HATON, J. P.: "Intelligence artificielle en compréhension automatique de la parole: état des recherches et comparaison avec la vision". Rairo. Technique et Science Informatique, vol. 4, nº. 3, mayo-junio, 1985, pp. 265-287.

\* JANEZ ESCALADA, LUIS: "Análisis de imágenes". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 179-191.

\* JANEZ, LUIS: "La inteligencia artificial". Dirección y Progreso, nº. 101, septiembre-octubre, 1988, p. 89.

\* SANFELIU, ALBERTO: "Visión por computador". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 193-205.

\* SORET LOS SANTOS, IGNACIO: "Visiomática, un híbrido de visión artificial y automática". Chip, nº. 96, noviembre, 1989, pp. 9-14.

\* CHIP: "Visión artificial: una tecnología en vías de desarrollo". Chip, nº. 103, Junio, 1990, pp. 89-95.

\* NOY, MARC: "Visión artificial". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 317-328.

**C. Sistemas de reconocimiento de la voz.** Los sistemas de reconocimiento de la voz<sup>103</sup> se basan en el análisis y síntesis de la voz por medio de ordenador. Aunque están relacionados con los sistemas de procesamiento del lenguaje natural, como medio para dar entrada de los textos en el ordenador, sin embargo, como ya indicamos anteriormente, no son sistemas NLP.

**D. Robótica.** La robótica<sup>104</sup> tiene por objeto la automatización de los procesos industriales, es decir, elaborar máquinas programables que sean capaces de imitar los movimientos mecánicos de las personas (e.g., coger objetos, trasladarlos de un lugar a otro, descomponerlos en sus partes más elementales, ...). Hasta la fecha se han confeccionado robots industriales capaces de manipular objetos, tomar herramientas y realizar determinado tipo de operaciones mecánicas. También hay robots móviles que son capaces de desplazarse y transportar objetos de un lugar a otro. En la actualidad está investigándose mucho sobre los sistemas de fabricación flexible (FMS), que son un conjunto

---

<sup>103</sup> Para una ampliación sobre el tema, pueden consultarse, entre otros, los siguientes trabajos:

\* PRIDEMORE, CHARLES: "Should Computers Speak When Spoken to?". Management Accounting [EE.UU.], diciembre, 1983, p. 18.

\* CASACUBERTA NOLLA, FRANCISCO y VIDAL RUIZ, ENRIQUE: "Reconocimiento automático del habla: metodologías y arquitectura". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 167-177.

\* MARIÑO, JOSÉ B., NADEU, C. y LLISTERRI, J.: "Síntesis automática del habla". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 157-165.

<sup>104</sup> Para una ampliación sobre el tema pueden consultarse, entre otros, los siguientes trabajos:

\* BRADY, J. MICHAEL: "Intelligent Robots: Connecting Perception to Action". Incluido en PATRICK H. WINSTON, y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984, pp. 179-203.

\* RUSSO, PAUL M.: "Intelligent Robots: Myth or Reality". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984, pp. 223-228.

\* VILLER, PHILIPPE: "Intelligent Robots: Moving toward Megassembly". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984, pp. 205-222.

\* GEVARTER, WILLIAM M. (1987): "Máquinas inteligentes ...", op. cit.

\* TARDOS, J. DOMINGO y SILVA SUÁREZ, MANUEL: "Aproximación a los robots inteligentes". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 265-279.

\* FU, K. S.; GONZALEZ, R. C. y LEE, C. S. G.: "Robótica: Control, detección, visión e inteligencia". McGraw-Hill, Madrid, 1988.

de robots y de máquinas interrelacionados que permiten adaptarse continuamente a las necesidades de la producción.

**E. Redes neuronales.** Las redes neuronales son una arquitectura del *hardware* que copia la forma y estructura del cerebro.<sup>105</sup> Las redes neuronales conectan los procesadores entre sí en todas las direcciones, de la misma forma que las neuronas del cerebro están conectadas entre sí por medio de dendritas. La información no está concentrada en un punto sino a través de toda la red neuronal, de esta forma se consigue una mayor accesibilidad a toda la información del sistema desde cualquier punto del sistema.<sup>106</sup> (En § II-Capítulo 12 exponemos con más amplitud las características principales de las redes neuronales, así como su relación con los sistemas expertos).

**F. Sistemas expertos.** Los sistemas expertos son programas de ordenador que capturan la pericia o conocimiento técnico de un experto e imitan sus procesos de razonamiento cuando resuelven los problemas en un determinado dominio. Las características de estos sistemas se estudiarán ampliamente a lo largo de la primera parte de esta tesis.

Los sistemas expertos son, junto con la robótica y las redes neuronales, las aplicaciones de mayor interés desde un punto de vista comercial, y son, también, las aplicaciones que se encuentran en un estado más avanzado de investigación.

---

<sup>105</sup> Para una ampliación sobre el tema pueden consultarse, entre otros, los siguientes trabajos:  
\* NEWQUIST III, HARVEY P. (1990): "Artificial Intelligence ...", op. cit., pp. 11-14.  
\* BAHILL, A. TERRY: "Verifying and Validating Personal Computer-Based Expert Systems". Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1991. Capítulo 7: "Using Neural Networks to Make Expert Systems", pp. 113-137.  
\* BENTLEY, TREVOR: "Neural networks". Management Accounting [Gran Bretaña], Vol. 69, nº 2, Febrero, 1991, p. 16.  
\* MARTÍNEZ, ÁNGEL: "Inteligencia artificial. La gran guía". Grupo editorial Jackson, Madrid, 1991. Capítulo 13, pp. 177-188.

<sup>106</sup> Cfr. NEWQUIST III, HARVEY P. (1987): "Artificial Intelligence ...", op. cit., p. 11

## CAPITULO 2. CONCEPTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.

### 2.1. Sistemas basados en el conocimiento (SBC) y sistemas expertos (SE).

Tal como indicamos en el capítulo anterior, los sistemas basados en el conocimiento (SBC) y los sistemas expertos (SE) constituyen una de las ramas más importantes de la inteligencia artificial (IA). Aunque ambos tipos de sistemas están muy relacionados, sin embargo, es conveniente realizar unas puntualizaciones sobre los mismos, con el fin de diferenciarlos, pues existe cierta confusión sobre ellos.

De una revisión de la literatura sobre el tema se desprende que la distinción entre los sistemas basados en el conocimiento y los sistemas expertos no está muy clara entre los distintos autores. Con respecto a este tema se pueden observar cuatro posiciones diferentes:

1. Los autores que consideran que los SBC y los SE son lo mismo, o utilizan indistintamente los dos términos.<sup>1</sup>
2. Los autores que consideran que los SBC son diferentes

---

<sup>1</sup> Cfr.

\* FRÍAS, JOSÉ ANTONIO y GONZÁLEZ OLIVEROS, ENRIQUE: "Inteligencia artificial y sistemas expertos". Dirección y Progreso, nº. 89, septiembre-octubre, 1986, p. 49.

\* ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J.: "Decision Support and Expert Systems in Auditing: A Review and Research Directions". Accounting and Business Research, primavera, 1987, pp. 173-185.

\* BAILEY, ANDREW D., Jr., KACKENBRACK, KARL, DE, PRABUDDHA y DILLARD, JESSE: "Artificial Intelligence, Cognitive Science, And Computational Modeling In Auditing Research: A Research Approach". Journal of Information Systems, vol. 1, nº. 2, primavera, 1987, p. 21.

\* DONEY, LLOYD D.: "Using expert systems for job cost estimates". Management Accounting [EE.UU.], diciembre, 1987, pp. 63-4.

\* PHAM, D. T. y PHAM, P. T. M.: "Expert Systems: A Review". Incluido en PHAM, D. T. [Ed.]: "Artificial Intelligence in Industry: Expert Systems in Engineering". IFS Publications, Springer-Verlag, New York, 1988, p. 3.

\* SRIRAM, RAM S. y SRINIVASAN, S.: "Review of knowledge-based systems and auditing", Journal of Accounting and EDP, vol. 5, otoño, 1989, pp. 9-13.

\* FINK, CARL.: "Knowledge-based systems for financial executives". Financial Executives Research Foundation, Morristown, N.J., 1991.

\* MARTÍNEZ, ÁNGEL: "Inteligencia artificial. La gran guía". Grupo editorial Jackson, Madrid, 1991, p. 83.

de los SE.<sup>2</sup>

3. Los autores que consideran que los SBC son un subconjunto de los SE.<sup>3</sup>
4. Los autores que consideran que los SE son un subconjunto de los SBC en el conocimiento y, por lo tanto, existen también SBC que no son SE.<sup>4</sup>

De nuestro punto de vista, esta última posición es la más acertada, es decir, los sistemas expertos son un tipo especial de sistemas basados en el conocimiento que requieren el conocimiento de un experto humano.

En la actualidad, muchos científicos, ingenieros y técnicos de la inteligencia artificial prefieren utilizar el término de **sistemas cognitivos** o **sistemas de conocimiento** para referirse a aquellos sistemas que poseen una gran variedad de conocimiento ordinario, algo de pericia intuitiva y no necesariamente conocimiento académico, y utilizan el término de **sistemas expertos** para aquellos sistemas en los

---

<sup>2</sup> Cfr.

\* SEILHEIMER, STEVEN D.: "Current State of Decision Support System and Expert System Technology". Journal of Systems Management, agosto, 1988, p. 17.

\* HARMON, PAUL y KING, DAVID: "Sistemas Expertos. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial". Díaz de Santos, Madrid, 1988, pp. 5-6 y p. 230.

<sup>3</sup> Cfr. LEINWEBER, DAVID: "Knowledge-Based Systems for Financial Applications". IEEE Expert, vol. 3, nº. 3, otoño, 1988, p. 18.

<sup>4</sup> Cfr.

\* DAVIS, RANDALL y LENAT, DOUGLAS B.: "Knowledge-Based Systems in Artificial Intelligence". McGraw-Hill, New York, 1982.

\* AUERBACH (informe): "Cómo desarrollar sistemas expertos. (1ª parte del informe)". Chip, nº. 93, julio-agosto, 1989, p. 74.

\* KERSCHBERG, LARRY y DICKINSON, JOHN: "FINEX: A PC-based Expert Support System for Financial Analysis". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988, p. 111.

\* KERSCHBERG, LARRY y DICKINSON, JOHN: "Un système expert d'aide à l'analyse financière". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Les Systèmes experts de gestion: banque, finance, marketing". Eyrolles, París, 1988, p. 55.

\* RECHENMANN, FRANÇOIS: "Evaluation des modèles de connaissances". Revue Française de Gestion, nº. 72, enero-febrero, 1989, pp. 52.

\* MOCKLER, ROBERT J.: "Knowledge-Based Systems for Management Decisions". Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989.

\* ALONSO, GUILLERMO, BECERRIL, JOSÉ LUIS y VALER, FRANCISCO: "Sistemas basados en el conocimiento ¿Ficción o realidad?". CHIP, nº. 127, septiembre, 1992.

\* ANDERSON, RONALD G.: "Information and Knowledge-based Systems. An Introduction". Prentice-Hall, New York, 1992, pp. 168-176.

\* ZACCAGNINI, J. L., ALONSO, G. y CABALLERO, A.: "Inteligencia artificial de innovación prometedora a realidad práctica". Partida Doble, nº. 29, diciembre, 1992, p. 24.

cuales el conocimiento ha sido extraído de un experto, es decir, cuando el conocimiento está formado por conocimiento académico y conocimiento intuitivo.<sup>5</sup>

Por lo tanto, los **sistemas basados en el conocimiento** son programas informáticos que contienen el conocimiento de un dominio específico de una forma explícita y separado del resto del sistema.<sup>6</sup> En estos sistemas existe una clara separación entre los conocimientos que posee el sistema sobre el dominio y los mecanismo de explotación que utiliza el sistema para llegar a establecer sus conclusiones.<sup>7</sup> Mientras que cuando el conocimiento que contiene un **sistema basado en el conocimiento** se ha obtenido de personas expertas en un dominio específico estamos ante los **sistemas expertos**.

Aunque el conocimiento que utiliza un experto para realizar su trabajo se puede obtener de múltiples fuentes, tales como: libros, documentos, leyes, bases de datos, etc.;<sup>8</sup> sin embargo, lo que realmente diferencia a un sistema experto de un sistema basado en el conocimiento es el conocimiento especializado y la pericia del experto para resolver un determinado problema, adquirido por el experto tras muchos años de experiencia en la resolución de dicho problema. Es decir, que los sistemas expertos no contienen sólo un conocimiento teórico sobre un tema, una inteligencia general, sino el conocimiento de un especialista.<sup>9</sup> En la

---

<sup>5</sup> Cfr. RAUCH-HINDIN, WENDY B.: "Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial, la ciencia y la industria. (Fundamentos-Aplicaciones)". Díaz de Santos, Madrid, 1989, p. 73.

<sup>6</sup> Cfr. WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, p. 18.

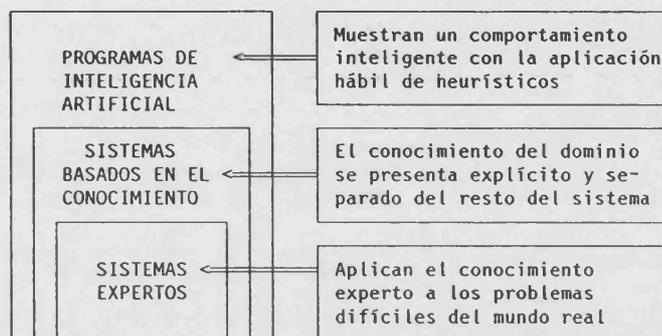
<sup>7</sup> Cfr. RECHENMANN, FRANÇOIS (1989): "Evaluation des ...", op. cit., p. 52.

<sup>8</sup> Cfr. ZACCAGNINI, J. L. et al. (1992): "Inteligencia artificial ...", op. cit., p. 24.

<sup>9</sup> Cfr. ARNOLD, M. E., GAMBLING, T. E. y RUSH, D. G.: "Expert systems. As expert as accountants?". Management Accounting [Gran Bretaña], octubre, 1985, p. 20.

Figura 1 se puede ver claramente las diferencias que existen entre la inteligencia artificial, los sistemas basados en el conocimiento y los sistemas expertos.

Figura 1. Diferencias entre IA, SBC y SE



Fuente: WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, p. 18.

Tal como se muestra en la figura anterior, todos los sistemas expertos son sistemas basados en el conocimiento, mientras que los sistemas basados en el conocimiento no necesariamente son sistemas expertos. Por lo tanto, aunque los **sistemas expertos** constituyen el subgrupo más importante dentro del conjunto de los sistemas basados en el conocimiento, hay también otros sistemas basados en el conocimiento que no requieren la presencia de un experto humano para poder incorporar el conocimiento sobre un dominio concreto, tales como, por ejemplo, los sistemas de lenguaje natural, los sistemas sobre asesoramiento legal o sobre regulaciones.<sup>10</sup>

Una vez expuestas las diferencias que existen entre los sistemas basados en el conocimiento y los sistemas expertos, a continuación nos vamos a centrar solamente en estos últimos, pues ese es objeto principal de esta tesis.

<sup>10</sup> Cfr. MOELLER, ROBERT R.: "Artificial Intelligence: A Primer. (IIA Monograph Series)". The Institute of Internal Auditors, Research Foundation, Altamonte Springs, Florida, 1987, p. 8.

## 2.2. Definición y características de los sistemas expertos.

Los **sistemas expertos** son programas de ordenador que contienen los conocimientos técnicos y heurísticos utilizados por un experto o un grupo de expertos a la hora de resolver problemas específicos, más o menos complejos, de un determinado dominio. Los sistemas expertos —como indica Hertz— "contienen los componentes programados del conocimiento, las habilidades y destrezas técnicas de la inteligencia de uno o más expertos especializados".<sup>11</sup>

Tal vez, el término de **sistema experto** no sea el más adecuado, pues resulta muy pretencioso y exagerado,<sup>12</sup> ya que—como indican Flores y Winograd— "llamar a un programa «experto» es tan erróneo y confuso como llamarlo «inteligente» o decir que «entiende»".<sup>13</sup> Con el fin de evitar estos inconvenientes, algunos autores han utilizado, otras denominaciones para referirse a estos sistemas, tales como por ejemplo: **sistemas competentes**,<sup>14</sup> **sistemas técnicos**,<sup>15</sup> **asesores expertos y ayudantes de ordenador inteligentes**,<sup>16</sup> **sistemas deductivos y sistemas de resolución de problemas**,<sup>17</sup> **sistemas expertos de consulta**,<sup>18</sup> **sistemas inteli-**

---

<sup>11</sup> HERTZ, DAVID BENDEL: "El directivo experto. Uso de la inteligencia artificial y de los sistemas expertos para la Gestión Financiera, Marketing, Producción y Estrategia". Díaz de Santos. Madrid, 1990, p. XII.

<sup>12</sup> Cfr. COATS, PAMELA K.: "Why Expert Systems Fail". Financial Management, vol. 17, nº 3, otoño, 1988, p. 85.

<sup>13</sup> FLORES, FERNANDO y WINOGRAD, TERRY: "Hacia la comprensión de la Informática y la Cognición". Hispano Europea. Barcelona, 1989, p. 181.

<sup>14</sup> Cfr. DREYFUS, H. L. y DREYFUS, S. E.: "Why Expert Systems Do Not Exhibit Expertise". IEEE Expert, verano, 1986, p. 86.

<sup>15</sup> Cfr. JAÑEZ, LUIS: "La inteligencia artificial". Dirección y Progreso, nº. 101, septiembre-octubre, 1988, p. 91.

<sup>16</sup> Cfr. KEIM, ROBERT T. y JACOBS, SHEILA: "Expert systems: The DSS of the future?". Journal of Systems Management, diciembre, 1986, p. 7.

<sup>17</sup> Cfr. PINSON, SUZANNE: "Représentation des connaissances dans les systèmes experts". Rairo. Informatique Computer Science, vol. 15, nº. 4, 1981, p. 344.

gentes basados en el conocimiento,<sup>19</sup> sistemas de diseño y análisis,<sup>20</sup> etc. Sin embargo, es evidente, que el término de sistemas expertos es el más extendido.

### 2.2.1. Definición de sistema experto.

No existe una definición universal de sistema experto que esté generalmente aceptada. Todas las definiciones que aparecen en la literatura sobre el tema incorporan en mayor o menor medida dos elementos básicos:<sup>21</sup> (1) qué hace un sistema experto, y (2) cómo lo hace.

Feingengbaum, de la Universidad de Stanford, en el V Congreso Mundial sobre Inteligencia Artificial, en 1977, definió un sistema experto como:

"... un programa inteligente para ordenador que utiliza conocimiento y procedimientos inferenciales en la resolución de problemas, problemas que son suficientemente difíciles como para que su solución requiera una experiencia humana importante. El conocimiento necesario para actuar así, junto con los procedimientos inferenciales utilizados, pueden considerarse como un modelo de la experiencia de los mejores expertos del campo."

"El conocimiento de un sistema experto está compuesto por hechos y por heurísticos. Los «hechos» constituyen un cuerpo de información ampliamente compartido, públicamente disponible, y sobre el cual, generalmente, los expertos del campo están de acuerdo. Los «heurísticos» son básicamente personales, son reglas de buen juicio no muy bien estudiadas (reglas de razonamiento plausible, reglas de buenas conjeturas) que caracterizan la toma de decisiones a nivel de experto en el campo. La calidad de las prestaciones de un sistema experto es, fundamentalmente, función del tamaño y

---

<sup>18</sup> Cfr. NILSSON, NILS J.: "Principios de Inteligencia Artificial". Díaz de Santos, Madrid, 1987, p. 11.

<sup>19</sup> Cfr. STONER, GREG: "'Expert systems': jargon or challenge?". Accountancy, febrero, 1985, p. 145.

<sup>20</sup> Cfr. WINSTON, PATRICK H.: "Perspective". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984, p. 1.

<sup>21</sup> Cfr. CONNELL, N. A. D.: "Expert Systems in Accounting: A Review of Some Recent Applications". Accounting and Business Research, nº. 67, invierno, 1987, p. 221.

de la calidad de la base de conocimientos que posee".<sup>22</sup>

Otros autores ponen más énfasis en la capacidad que tiene el sistema para resolver problemas complejos que requieren la pericia o conocimientos técnicos de un especialista. Así, para D'Adapeyeff, los sistemas expertos son:

"... programas para la resolución de problemas que solucionan asuntos especialmente complicados y que requieren un elevado nivel de conocimientos. Se les califica como sistemas basados en conocimientos, porque sus prestaciones están determinadas por la utilización de procedimientos y técnicas heurísticas similares a las utilizadas por los expertos humanos".<sup>23</sup>

Por último, una definición formal de sistema experto, aceptada por muchos autores, es la aprobada por el **Grupo Especialista en Sistemas Expertos de la Sociedad Británica de Ordenadores**, que los define de la forma siguiente:

"Un sistema experto es visto como la incorporación en un ordenador de un componente basado en el conocimiento, que se obtiene a partir de la pericia de un experto, de tal forma que el sistema pueda ofrecer asesoramiento inteligente o tomar una decisión inteligente sobre una función del proceso. Una característica adicional deseable, que muchos considerarían fundamental, es la capacidad del sistema, si se le solicita, de justificar su propia línea de razonamiento de un modo directamente inteligible para el interrogador. El estilo adoptado para alcanzar estas característi-

---

<sup>22</sup> Citado por HARMON, PAUL y KING, DAVID: "Sistemas Expertos. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial". Díaz de Santos, Madrid, 1988, p. 5.

Véase también:

\* GEVARTER, WILLIAM M.: "Máquinas inteligentes. Una panorámica de la inteligencia artificial y de la robótica". Díaz de Santos, Madrid, 1987. pp. 55-56.

\* CUMMINGS, WILLIAM, LAUER, JOACHIM y BAKER, RICHARD: "Expert Systems in Internal Auditing". Internal Auditing, verano, 1988, pp. 49-64.

\* AEH, RICHARD K.: "Knowledge Systems in Business and Industry". Journal of Systems Management, noviembre, 1988, p. 8.

\* SARABIA ALZAGA, JOSÉ MARÍA: "Sistemas expertos: una aproximación en el entorno de la empresa". Actualidad Financiera, nº. 26, 27 junio-3 julio, 1988, p. 1253.

\* CASTILLO, ENRIQUE y ALVAREZ, ELENA: "Sistemas expertos. Aprendizaje e incertidumbre". Paraninfo, Madrid, 1989, p. 14.

<sup>23</sup> Citado por:

\* SIMONS, G. L.: "Los Ordenadores de la Quinta Generación". Díaz de Santos, Madrid, 1985, p. 110.

\* SIMONS, G. L.: "Introducción a la inteligencia artificial". Díaz de Santos, Madrid, 1987, pp. 178-179.

cas es la programación basada en reglas".<sup>24</sup>

### 2.2.2. Características de los sistemas expertos.

De las anteriores definiciones se pueden extraer una serie de características de los sistemas expertos. En este sentido, Hayes-Roth considera como características más importantes de los sistemas expertos las siguientes:<sup>25</sup>

- Pueden resolver problemas muy difíciles, tan bien o mejor que los expertos humanos.<sup>26</sup>
- Razonan heurísticamente,<sup>27</sup> usando lo que los expertos consideran que son reglas empíricas efectivas, e interactúan con los humanos de forma adecuada, incluyendo el lenguaje natural.
- Manipulan y razonan sobre descripciones simbólicas.
- Pueden funcionar con datos que contienen errores, usando reglas de enjuiciamiento inciertas.

---

<sup>24</sup> Cfr.

\* CONNELL, N. A. D. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., p. 221.

Véase también:

\* SIMONS, G. L. (1985): "Los Ordenadores ...", op. cit., p. 110.

\* SIMONS, G. L. (1987): "Introducción ...", op. cit., pp. 178-179.

\* NAYLOR, CHRIS: "Construya su propio Sistema Experto". Díaz de Santos". Madrid, 1986, p.

13.

\* FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, GREGORIO: "Panorama de los sistemas expertos". Incluido en JOSÉ CUENA et al.: "Inteligencia artificial: Sistemas expertos". Alianza Editorial, Madrid, 1986, p. 24.

\* CARRETERO DÍAZ, LUIS E.: "Consideraciones en torno a las posibilidades de implantación de los sistemas expertos en las decisiones organizativas". Esic Market, julio-agosto-septiembre, 1989, p. 82.

\* PRADO LORENZO, JOSÉ MANUEL: "La aplicación de sistemas expertos al análisis de estados financieros". Incluido en "En Memoria de M<sup>a</sup>. Ángeles Gil Luezas". Editorial AC, Madrid, 1991, p. 443.

<sup>25</sup> Cfr. HAYES-ROTH, FREDERICK: "Knowledge-based expert systems: the state of the art in the US". Incluido en J. FOX [Ed.]: "Expert systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech Limited, Maidebhead, Berkshire, 1984, p. 51. Este mismo artículo aparece también publicado en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems", Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988, pp. 3-34, con el título de "Knowledge-based Expert Systems: the State of the Art".

<sup>26</sup> Esta opinión es excesiva pues hasta el momento sólo existe un sistema experto, el DENDRAL, que ha mejorado en su actuación a los expertos humanos.

<sup>27</sup> Las «heurísticas» o «heurísticos» son reglas empíricas desarrolladas por los expertos en un área concreta tras muchos años de experiencia que permiten reducir de una forma considerable el proceso de razonamiento.

- Pueden contemplar múltiples hipótesis en competición simultáneamente.
- Pueden explicar por qué están formulando una pregunta.
- Pueden explicar su proceso de razonamiento y justificar sus conclusiones.

Además de las características anteriores se pueden citar también estas otras:<sup>28</sup>

- separación de los conocimientos (base de conocimiento) de los mecanismos de razonamiento (motor de inferencia);<sup>29</sup>
- programación declarativa;
- se utilizan conocimientos empíricos;
- capacidad para adquirir nuevos conocimientos y para perfeccionar los que ya posee;
- capacidad para aprender de su propia experiencia;
- capacidad de diálogo interactivo con el usuario;
- los sistemas expertos facilitan el diseño incremental del sistema, ya que la base de conocimiento, al ser independiente de las instrucciones del programa y de las reglas de razonamiento, se puede modificar y ampliar con facilidad sin necesidad de modificar el programa;
- el sistema experto es puesto en producción mucho más rápidamente, y es más fácil de cambiar, debido a que el

---

<sup>28</sup> Cfr., por ejemplo:

\* BRACHMAN, RONALD J., AMAREL, SAUL, ENGELMAN, CARL, ENGELMORE, ROBERT S., FEIGENBAUM, EDWARD A. y WILKINS, DAVID E.: "What Are Expert Systems". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONALD A. WATERMAN, y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983, pp. 41-50.

\* FORD, F. N.: "Decision Support Systems and Expert Systems: A Comparison". Information and Management, nº. 8, 1985, p. 23.

\* FERNÁNDEZ, GREGORIO: "Panorama de los sistemas expertos". Incluido en JOSÉ CUENA, y otros: "Inteligencia artificial: Sistemas expertos". Alianza Editorial, Madrid, 1986, p. 23.

\* CHATAIN, JEAN-NOËL y DUSSAUCHOY, ALAIN: "Sistemas Expertos. Métodos y Herramientas". Paraninfo, Madrid, 1988, pp. 31-33.

\* RAUCH-HINDIN, WENDY B. (1989): "Aplicaciones de ...", op. cit., pp. 70-71.

<sup>29</sup> Cfr. OGER, BRIGITTE: "De l'analyste financier au système-expert: quelques réflexions sur la modélisation de l'expertise financière". Revue Française de Comptabilité, nº. 185, diciembre, 1987, p. 50.

- usuario está retroalimentando el sistema continuamente;
- los sistemas expertos se comportan como los expertos humanos proporcionando las mejores respuestas, pero limitadas por el conocimiento contenido en la base de conocimiento del sistema y por las respuestas dadas por el usuario, por lo que a veces también producen respuestas incorrectas;
  - los sistemas expertos al proporcionar explicaciones sobre su comportamiento, ofrecen la posibilidad de explorar distintas soluciones, y compararlas entre sí.<sup>30</sup>
  - los sistemas expertos no dan una respuesta correcta el 100% de las veces, al igual que los humanos en algunas ocasiones pueden dar respuestas erróneas.
  - los sistemas expertos incorporan variables de conducta utilizando reglas empíricas (e.g., reacciones de los clientes, de los empleados, ...) <sup>31</sup>

### 2.2.3. Diferencias entre los sistemas expertos y el proceso de datos convencional.

Aunque algunos autores consideran que los sistemas expertos no difieren en mucho de los programas informáticos tradicionales;<sup>32</sup> sin embargo, consideramos que sí que existen diferencias sustanciales entre ellos.

El proceso de datos convencional es más apropiado para

---

<sup>30</sup> Cfr. BENCHIMOL, GUY: "L'intelligence artificielle dans l'entreprise". Direction et Gestion des Entreprises, nº. 6, noviembre-diciembre, 1985, p. 62.

<sup>31</sup> Cfr. MICHAELSEN, ROBERT y MICHIE, DONALD: "Expert systems in business". Datamation [EE.UU.], noviembre, 1983, p. 240.

<sup>32</sup> Cfr. MARTINS, GARY R.: "The Overselling of Expert Systems". Datamation [EE.UU.], noviembre, 1984, pp. 76-78, 80.

situaciones tales como:<sup>33</sup>

- cuando se requiere la entrada de datos ciertos y completos, se utilizan algoritmos para la resolución de los problemas y se producen resultados específicos y predecibles;
- cuando los conocimientos relacionados con un problema son firmes, fijos y formalizados; y
- cuando el conocimiento es introducido dentro del programa junto con las reglas de razonamiento.

Por el contrario, los sistemas expertos son más apropiados que el proceso de datos convencional en las siguientes situaciones:<sup>34</sup>

- en las aplicaciones que requieren juicios y reglas empíricas como parte del proceso de toma de decisiones;
- cuando se producen cambios constantes en los conocimientos;
- cuando no se requiere la utilización de algoritmos para solucionar los problemas;
- cuando se utiliza información incierta o incompleta.

En la Tabla 1 se muestran algunas de las diferencias más importantes que existen entre los sistemas expertos y el proceso de datos convencional.

---

<sup>33</sup> Cfr.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)-EDP TECHNOLOGY RESEARCH SUB-COMMITTEE: "An Introduction to Artificial Intelligence and Expert Systems". AICPA-M.A.S.S.R., New York, 1987, pp. 5-6.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)-EDP TECHNOLOGY RESEARCH SUB-COMMITTEE: "Expert systems for accountants: has their time come?". Journal of Accountancy, diciembre, 1987, p. 122.

\* HARMON, PAUL y KING, DAVID: "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 9-11.

\* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., pp. 24-31.

<sup>34</sup> Id.

Tabla 1. Diferencias entre los sistemas expertos y la programación convencional

SISTEMAS EXPERTOS	PROGRAMACIÓN CONVENCIONAL
Información simbólica	Información numérica y alfanumérica
Estructura de control independiente del campo de conocimientos. El conocimiento está separado del procedimiento inferencial	Integración de información y control
Utilización del diseño incremental. El conocimiento suele ser fácil de modificar, actualizar e incrementar	El conocimiento contenido en el programa es difícil de modificar
Los sistemas de conocimiento son mantenidos por el ingeniero del conocimiento y por el experto	El mantenimiento del programa lo realizan los programadores
Son transparentes para el usuario	Solamente el analista-programador sabe como modificar el programa
Utilización de heurísticas (reglas empíricas) para solucionar los problemas	Utilización de algorítmicos, que producen resultados específicos y predecibles.
Proceso inferencial	Proceso cíclico
Admite la utilización de información incierta o incompleta	Los datos que se introducen tienen que ser ciertos y completos
A menudo se toleran algunas respuestas incorrectas	Requieren respuestas correctas
Respuestas satisfactorias usualmente aceptables	Usualmente se ve la mejor solución posible
Posibilidad de proporcionar una explicación del proceso de razonamiento utilizado	No proporcionan explicación del proceso de razonamiento
Son capaces de aprender de la experiencia	Son incapaces de aprender de la experiencia
Los datos están contenidos en bases de conocimientos	Los datos están contenidos en bases de datos
Procesan conocimientos	Procesan datos e informaciones

#### 2.2.4. Diferencias entre un sistema experto y un experto humano.

Aunque un sistema experto emula el comportamiento de un experto humano en muchas tareas, incluso llega a superarle en algunas de ellas; sin embargo, el hombre tiene unas cualidades especiales que difícilmente podrán ser superadas por una máquina. En la Tabla 2 pueden verse resumidas las características diferenciadoras básicas entre los expertos humanos y los sistemas expertos.

Tabla 2. Diferencias entre el experto humano y el sistema experto

Experto humano	Sistema experto
<u>Aspectos positivos de un sistema experto</u>	
* es mortal	* es permanente
* es difícil de transferir	* es fácil de transferir
* es difícil de documentar	* es fácil de documentar
* es impredecible	* es consistente
* la pericia es cara	* es barato
<u>Aspectos negativos de un sistema experto</u>	
* es creativo	* no tiene inspiración
* es adaptativo	* necesita ser ordenado
* tiene imaginación	* no tiene imaginación
* experiencia sensorial	* entrada simbólica
* enfoque amplio	* enfoque estrecho

Fuente: WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, pp. 12-15.

Además de las diferencias citadas podemos señalar estas otras:

- los sistemas expertos funcionan en un dominio muy estrecho, mientras que los expertos humanos funcionan en dominios múltiples;<sup>35</sup>
- los sistemas expertos no se ponen enfermos, ni toman vacaciones, ni bajan el rendimiento como consecuencia del esfuerzo o de presiones, mientras que los expertos humanos sí, y, además, llegan a una solución de una forma mucho más rápida que los humanos;<sup>36</sup>
- los sistemas expertos son transparentes y están abiertos a la exploración, a la comprobación, a las críticas y son susceptibles de mejorar, mientras que los expertos humanos no tienen un conocimiento que sea fácilmente

<sup>35</sup> Cfr. WILSON, ALAN: "Accounting with expert systems". The Accountant's Magazine, julio, 1987, p. 18.

<sup>36</sup> Cfr. KEIM, ROBERT T. y JACOBS, SHEILA (1986): "Expert systems ...", op. cit., p. 11.

te accesible.<sup>37</sup>

Por último, es conveniente puntualizar que aunque algunos investigadores consideran que los sistemas expertos llegarán a producir las mismas soluciones, consejos o sugerencias que un experto humano, e incluso, en algún momento llegarán a sustituirle;<sup>38</sup> sin embargo, estas afirmaciones pueden ser consideradas extravagantes<sup>39</sup> y fantasiosas,<sup>40</sup> pues, hasta el momento presente, los sistemas expertos no han sustituido a los expertos humanos y, probablemente, nunca los sustituirán, por la sencilla razón de que los humanos no son «máquinas pensantes».<sup>41</sup> Es decir, los sistemas expertos ayudan a los seres humanos, pero no los sustituyen.<sup>42</sup> Los sistemas expertos actúan como asesores o consejeros de los usuarios humanos ayudándoles en el proceso de toma de decisiones.<sup>43</sup> Además, los sistemas

---

<sup>37</sup> Cfr. STEVENSON, HAMISH: "Expert systems in the UK financial services sector: a symbolic analysis of the hype". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood Limited, Chichester, 1989, p. 285.

<sup>38</sup> Cfr.

\* NAYLOR, CHRIS: "Construya su ...", op. cit., p. 24.

\* TOMESKI, EDWARD ALEX y KLAHR, MICHAEL: "How Artificial Intelligence Has Developed". Journal of Systems Management, mayo, 1986, p. 10.

\* INCE, DARREL: "Knowledge is power". Accountancy, junio, 1988, pp. 136.

\* RYAN, JODY L.: "Expert Systems in the Future: The Redistribution of Power". Journal of Systems Management, abril, 1988, p. 18. [Publicado también en: Journal of Systems Management, Noviembre, 1988, p. 30].

\* CASTILLO, ENRIQUE y ALVAREZ, ELENA: "Sistemas expertos ...", op. cit., p. 15.

<sup>39</sup> Cfr.

\* SHEIL, BEAU: "Thinking about artificial intelligence". Harvard Business Review, julio-agosto, 1987, p. 91.

\* SHEIL, BEAU: "Reflexiones sobre la inteligencia artificial". Harvard Deusto (Business Review), 1º trim., 1988, p. 57.

<sup>40</sup>

Cfr. ALEXANDER, TOM: "Why computers can't outthink the experts". Fortune, agosto 20, 1984, pp. 99-104.

<sup>41</sup>

Cfr. DREYFUS, H. L. y DREYFUS, S. E.: "Why Expert ...", op. cit., p. 86.

<sup>42</sup> Cfr.

\* RAUCH-HINDIN, WENDY B. (1989): "Aplicaciones de ...", op. cit., pp. 21-26.

\* SUASI, XAVIER: "Sistemas Expertos, ayudan pero no sustituyen". Chip, nº. 97, diciembre, 1989, pp. 6-7.

<sup>43</sup> Cfr.

\* MICHAELSEN, ROBERT H.: "An expert system for federal tax planning". Expert Systems, vol. 1, nº. 2, octubre, 1984, p. 150.

\* MICHAELSEN, ROBERT y MICHIE, DONALD: "Prudent expert systems applications can provide a competitive weapon". Datamation [EE.UU.], julio, 1986, p. 31.

expertos han de ser supervisados y actualizados periódicamente por los seres humanos.<sup>44</sup>

### 2.2.5. Beneficios e inconvenientes de los sistemas expertos.

La utilización de los sistemas expertos presentan, entre otras, las siguientes ventajas:<sup>45</sup>

\* **Conservación del conocimiento experto.** El conocimiento experto y la experiencia pueden ser capturados y conservados en un programa de ordenador, con el fin de evitar los problemas que ocasionaría la desaparición del experto.

\* **Distribución del conocimiento experto.** Dado que la experiencia es un bien escaso, las empresas podrían distribuir selectivamente el conocimiento de los expertos en forma de sistema expertos, los cuales podrían ser utilizados por el personal inexperto para resolver los problemas. Además, el conocimiento del experto también se podría desplazar a aquellos lugares donde él no pudiera estar presente.

\* **Disminución del tiempo de ejecución de las tareas.** Como los sistemas expertos se basan en el ordenador, la información que procesan se realizará de una manera mucho más

---

\* LIEBOWITZ, JAY: "Misinformation prolongs expert systems myths". Datamation [EE.UU.], noviembre, 1987, p. 27.

\* PORTER, GROVER L.: "Expert systems: machines that think like you - sometimes better". Financial Executive, mayo-junio, 1988, p. 46.

<sup>44</sup> Cfr.

\* LEONARD-BARTON, DOROTHY y SVIOKLA, JOHN: "Putting expert systems to work". Harvard Business Review, marzo-abril, 1988, p. 107.

\* LEONARD-BARTON, DOROTHY y SVIOKLA, JOHN: "Los sistemas expertos pueden hacer mucho por su empresa". Harvard-Deusto (Business Review), 4º trimestre, 1988, p. 97.

<sup>45</sup> Cfr. SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Sistemas expertos en Contabilidad". Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, pp. 461-481. Publicado también en la revista Técnica Contable, nº. 514, octubre, 1991, pp. 535-536.

rápida y segura de lo que lo haría cualquier persona.

\* **Aumento de la calidad de los trabajos.** Los sistemas expertos ayudan a aumentar el rendimiento y el control de calidad de las tareas profesionales. Los sistemas expertos, al tener incorporados las normas para realizar de forma eficaz y eficiente los trabajos, proporcionan una orientación sobre cómo se deben realizar las tareas y controlan que éstas se realicen de acuerdo con dichas normas.

\* **Asesoramiento en la toma de decisiones.** Los sistemas expertos se pueden utilizar como herramienta de apoyo en la toma de decisiones, realizando análisis "que-si" y proporcionando una «segunda opinión».

\* **Aumento de la habilidad para realizar análisis complejos.** Los sistemas expertos pueden ayudar al profesional en el análisis de grandes cantidades de datos, por ejemplo en la consulta de regulaciones legales o fiscales, o en el análisis de documentos y estados contables.

\* **Comprensión más profunda del conocimiento.** El hecho de crear un sistema experto obliga a los ingenieros del conocimiento a analizar minuciosamente todos los procesos de pensamiento que realizan los expertos cuando llevan a cabo su trabajo, poniendo de manifiesto las incoherencias e imperfecciones y obligando a racionalizar y mejorar los procesos de razonamiento.

\* **Perfeccionamiento de la productividad del personal.** Los sistemas expertos permiten poner el conocimiento, la experiencia y la perspicacia de los profesionales veteranos a disposición del personal sin experiencia. De esta forma se consigue aumentar la productividad del personal, ya que permite que los empleados más jóvenes realicen eficiente-

mente ciertas tareas que, de otro modo, no podrían realizar sin una formación y experiencia previas. También permite que el personal experto se dedique a las tareas más importantes.

\* **Formación del personal.** Los sistemas expertos se pueden utilizar como medios para transmitir el conocimiento y la pericia de un experto al personal menos experimentado. También se pueden utilizar como medio de enseñanza en las aulas.

No obstante, a pesar de todas estas ventajas, también existen algunos inconvenientes que es necesario recordar. Entre los **inconvenientes**, podemos destacar los siguientes:

\* **Extensión reducida de la pericia.** Debido al esfuerzo de desarrollo requerido y al estado en que se encuentra todavía el *hardware* y el *software*, los sistemas expertos suelen abarcar dominios de conocimiento muy reducidos.

\* **Comportamiento frágil.** Debido a que las bases de conocimiento en los sistemas expertos son finitas, pueden existir problemas en el dominio de la tarea que el sistema experto no puede resolver. Además, el sistema experto, salvo que se haya programado para actuar en situaciones incompletas o inciertas, puede no estar al corriente de un problema e intentar solucionarlo con resultados erróneos.

\* **Desacuerdo entre expertos.** Cuando el conocimiento de un sistema experto procede de varios expertos, puede ocurrir que los expertos estén en desacuerdo a la hora de tomar las mejores decisiones para la solución de los problemas particulares; por consiguiente, también lo estarán con el comportamiento del sistema experto.

\* **Rechazo de los sistemas expertos por los usuarios.** Los

usuarios de un sistemas expertos pueden estar poco dispuestos a utilizarlo, ya que, generalmente, son reticentes a usar los ordenadores o se sienten incómodos en traspasar sus conocimientos a una máquina.

### **2.3. Estructura de un sistema experto.**

#### **2.3.1. Componentes de un sistema experto.**

Tal como indica Mishkoff, "actualmente no existe algo que pueda ser llamado sistema experto «estándar». Debido a la variedad de técnicas que se han seguido para crear sistemas expertos, las diferencias entre ellos son tan variadas como las que existen entre los programadores que los diseñan y los problemas que pretenden resolver. Sin embargo, hay unos componentes básicos que existen en la mayoría de los sistemas expertos y que son: una base de conocimiento, un motor de inferencia, y un interfaz del usuario".<sup>46</sup> El «Informe Auerbach» añade, además de los tres componentes citados, la memoria de trabajo. Según este informe: "los sistemas expertos varían enormemente en el diseño, pero todos se componen de 4 componentes básicos: la base de conocimientos, la memoria de trabajo, el motor de inferencia y la interface del usuario".<sup>47</sup> Además de los cuatro componentes citados, un buen sistema experto debe poseer también estos otros componentes: el subsistema de explicación, el subsistema de adquisición del conocimiento y el subsistema de comunicación con otros sistemas.

En resumen, y sujeto siempre a los cambios evolutivos que se puedan producir, la **estructura de un sistema experto**

---

<sup>46</sup> MISHKOFF, HENRY C.: "A fondo: Inteligencia artificial". Anaya Multimedia, Madrid, 1988, p. 62.

<sup>47</sup> AUERBACH (informe): "Cómo desarrollar ...", op. cit., p. 78.

está compuesta, básicamente, de las siguientes partes o subsistemas:

- la base de conocimiento,
- la memoria de trabajo,
- el motor de inferencia,
- el interfase del usuario,
- el subsistema de explicación,
- el subsistema de adquisición del conocimiento, y
- el subsistema de comunicación con otros sistemas.

De todos estos componentes, los más importantes son: la base de conocimiento, la memoria de trabajo, el motor de inferencia y el interfase del usuario. El resto de componentes pueden estar presentes o no.<sup>48</sup> La unión del motor de inferencia y los distintos interfases (i.e., el interfase del usuario, el subsistema de explicación, el subsistema de adquisición del conocimiento y el subsistema de comunicación con otros sistemas) constituye el «sistema esencial»<sup>49</sup> del sistema experto, y es considerado como una herramienta de software que facilita la labor de desarrollo de los sistemas expertos.

En la Figura 2 se muestra la estructura básica de un Sistema Experto.<sup>50</sup>

---

<sup>48</sup> Cfr. CLARKE, GORDON R. y MORRIS, ANDREW J.: "Expert Systems. A businessman's guide". Deloitte Haskins+Sells, England, 1986, pp. 3-4.

<sup>49</sup> Cfr.

\* CHATAIN, JEAN-NOËL y DUSSAUCHOY, ALAIN (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., p. 35.

\* OGER, BRIGITTE (1987): "De l'analyste ...", op. cit., pp. 50-53.

<sup>50</sup> Sobre la estructura de un sistema experto también pueden consultarse los siguientes trabajos:

\* FORD, F. N. (1985): "Decision Support ...", op. cit., pp. 23 y 24.

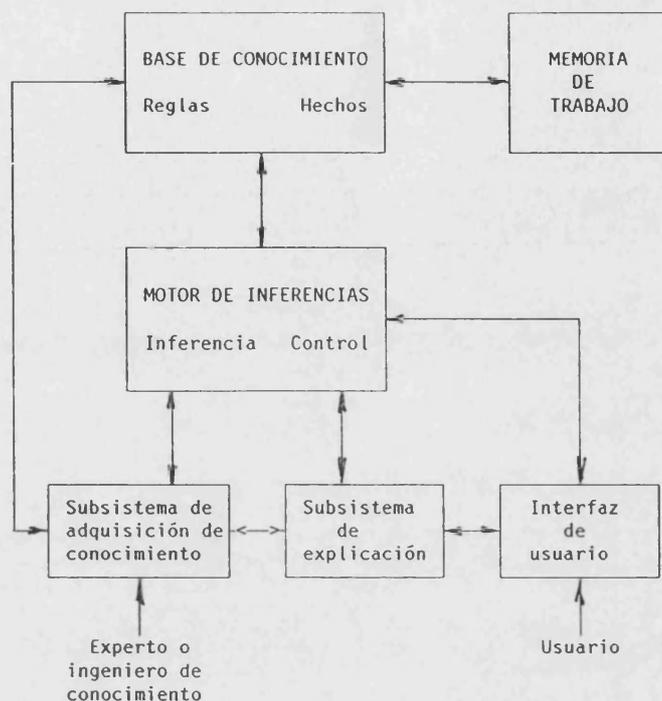
\* CHIP: "Sistemas expertos". Chip, nº. 59, junio, 1986, p. 51.

\* OGER, BRIGITTE (1987): "De l'analyste ...", op. cit., pp. 50-53.

\* CHATAIN, JEAN-NOËL y DUSSAUCHOY, ALAIN (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., p. 34.

\* FORTUNA LINDO, JOSÉ MARÍA, BUSTO MARROQUÍN, BEGOÑA y SASTRE CENTENO, JOSÉ M.: "Los sistemas expertos: fundamentos y aplicaciones a la Contabilidad". Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, pp. 1327-28. Este trabajo aparece también publicado en la revista Partida Doble, nº. 17, noviembre, 1991, pp. 40-46.

Figura 2. Estructura básica de un Sistema Experto



Fuente: HARMON, PAUL y KING, DAVID: "Sistemas Expertos. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial". Díaz de Santos, Madrid, 1988, p. 47.

A continuación, vamos a analizar las características principales de cada uno de estos componentes.

### 2.3.2. Base de conocimiento.

La **base de conocimiento** o **base de conocimientos** (también llamada **fuentes de conocimientos**) es la parte del sistema experto que contiene el conocimiento necesario para poder resolver los problemas de un dominio específico. La información contenida en la base de conocimiento está formada por

\* MILLER, RICHARD K. y WALKER, TERRI C.: "Artificial Intelligence Applications for Business Management". SEAI Technical Publ., Madison, Georgia, 1988, p. 4.

\* PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK: "Expert systems for experts". John Wiley & Sons, New York, 1988, p. 34.

\* PHAM, D. T. y PHAM, P. T. M. (1988): "Expert Systems ...", op. cit., p. 5.

\* SEILHEIMER, STEVEN D. (1988): "Current State ...", op. cit., p. 18.

«hechos» y «reglas» (u otras representaciones). Los «hechos» constituyen la información relativa al dominio de interés (e.g., conceptos, terminología, relaciones entre conceptos, etc.), y las «reglas» constituyen los procedimientos y heurísticos de razonamiento utilizados para resolver el problema. También contiene «meta-reglas» para un mejor funcionamiento del sistema. En los sistemas expertos es muy importante que la base de conocimiento (conjunto de reglas) esté separada del motor de inferencia (interpretador de reglas), para que se pueda modificar con facilidad su contenido.<sup>51</sup>

La base de conocimiento es el componente más importante de un sistema experto, hasta el punto que se suele afirmar que el poder de un sistema experto se deriva más de los conocimientos que posee el sistema en la base de conocimiento que de los formalismos de representación y procedimientos de inferencia que utilice.<sup>52</sup>

### 2.3.3. Memoria de trabajo.

La memoria de trabajo (también llamada base de datos global o memoria «cache») es una memoria auxiliar que contiene todos los datos necesarios sobre el problema que se desea resolver (datos iniciales) y el estado del sistema a lo largo del proceso de inferencia (resultados intermedios). La información contenida en la memoria de trabajo sirve al

---

<sup>51</sup> Cfr. MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984, p. 186.

<sup>52</sup> Cfr.

\* HAYES-ROTH, FREDERICK, WATERMAN, DONALD A. y LENAT, DOUGLAS B.: "An Overview of Expert Systems". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONALD A. WATERMAN, y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983, p. 6.

\* LIN, ENGMING: "Expert Systems for Business Applications: Potentials and Limitations". Journal of Systems Management, julio, 1986, p. 19.

\* PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK (1988): "Expert systems ...", op. cit., p. 1.

\* PHAM, D. T. y PHAM, P. T. M.: "Expert Systems ...", op. cit., p. 5.

subsistema de explicación para justificar el proceso seguido por el motor de inferencia para llegar a una conclusión, y también sirve para contestar a las preguntas formuladas por el usuario.

#### 2.3.4. Motor de inferencia.

El motor de inferencia o motor de inferencias (también llamado sistema cognoscitivo;<sup>53</sup> mecanismo de explotación y estructura de control<sup>54</sup>) es el mecanismo de razonamiento del sistema, cuya misión consiste en interpretar las reglas contenidas en la base de conocimiento y en realizar los procesos de inferencia que relacionan los hechos con las reglas de la base de conocimiento. El motor de inferencia se puede considerar como el núcleo o inteligencia del sistema, pues controla todo el sistema.

El motor de inferencia contiene información sobre: los mecanismos de inferencia, el control del espacio de búsqueda, el encadenamiento de la inferencia, y la representación del conocimiento. Los procesos de inferencias realizados por el motor de inferencia suelen ser muy complejos y variados. Este proceso de razonamiento y la lógica utilizada los estudiaremos más adelante (ver § I-Capítulo 6).

La misión del motor de inferencia ha sido comparada, por algunos autores, con la de un administrador de la base de datos en un sistema de gestión de base de datos.<sup>55</sup>

---

<sup>53</sup> Cfr. PINSON, SUZANNE: "Représentation des ...", op. cit., p. 346.

<sup>54</sup> Cfr.

\* LAURENT, J. P.: "La Structure de contrôle dans les systèmes experts". Rairo. Technique et Science Informatique, nº. 3, vol. 3, 1984, p. 162.

\* AYEL, MARC: "Les systèmes experts". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988, p. 9.

<sup>55</sup> Cfr. AUERBACH (informe) (1989): "Cómo desarrollar ...", op. cit., p. 78.

### 2.3.5. Interfase del usuario.

La **interfase del usuario** o **interfaz del usuario** (también llamado **subsistema de consulta**) es la parte del sistema que facilita la comunicación, normalmente en lenguaje natural o casi natural,<sup>56</sup> entre el usuario y el motor de inferencia por medio de comandos, menús, gráficos, etc. La interfase del usuario permite al usuario introducir, de un modo conversacional, la información que necesita el sistema y comunicar al usuario las soluciones dadas por el sistema.

La interfase del usuario debe cumplir, entre otros, los siguientes requisitos: debe evitar la entrada de datos errónea; debe ser amistosa para el usuario, es decir las preguntas que formule y la información que facilite debe presentarse de forma clara y comprensible; debe utilizar un lenguaje lo más próximo al lenguaje natural; debe facilitar un aprendizaje rápido del sistema.

### 2.3.6. Subsistema de explicación.

El **subsistema de explicación** (también llamado **módulo de justificación**) es la parte del sistema experto que explica la línea de razonamiento seguida por el motor de inferencia para llegar a las conclusiones. Indica por qué el sistema utilizó ciertas reglas y no otras, y por qué planteó determinadas preguntas durante el diálogo con el usuario. También debe de ser capaz de indicar al usuario el conocimiento que está contenido y el conocimiento que lo está en la base de conocimientos del sistema.

---

<sup>56</sup> Sobre las características que debe poseer los interfaces de lenguaje natural en los sistemas expertos puede verse:

\* FREDOUET, CHARLES-HENRI: "Systèmes expert et aide a la decision: l'apport de l'interfaçage en langage naturel". Revue Française de Gestion, nº. 65-66, noviembre-diciembre, 1987, pp. 137-143.

El subsistema de explicación justifica su proceso de razonamiento siguiendo la pista de sus cadenas de inferencia. Esta interfase actúa de modo conversacional con el usuario y, si está bien realizada, intensifica la confianza del usuario con el sistema, pues indica cómo aproximarse a la solución de los problemas. Esta capacidad es muy útil para la evaluación y refinamiento del sistema experto.

De acuerdo con Keim y Jacobs,<sup>57</sup> el subsistema de explicación puede proporcionar cuatro tipos de explicaciones: (1) las explicaciones de las preguntas formuladas por el sistema, cuando el usuario le responde "por qué quiere usted saberlo"; (2) las explicaciones en respuesta a una pregunta específica del usuario; (3) las explicaciones de las estrategias utilizadas por el sistema para resolver los problemas, y (4) las explicaciones como crítica a las soluciones propuestas por el usuario.

### 2.3.7. Subsistema de adquisición del conocimiento.

El subsistema de adquisición del conocimiento es un interfase que facilita la tarea de introducción del conocimiento dentro de la base de conocimiento y de los mecanismos de inferencia dentro del motor de inferencia. También comprueba la veracidad y coherencia de los datos que se introducen en la base de conocimiento. Este módulo actúa normalmente como si fuera un interfase de usuario, aunque también puede actuar como un dispositivo que capta la información del entorno o estar en conexión con bases de datos o cualquier otro tipo de software. El subsistema de adquisición del conocimiento se utiliza durante la fase inicial de desarrollo del sistema y durante toda la vida del sistema para mantener la base de conocimiento.

---

<sup>57</sup> Cfr. KEIM, ROBERT T. y JACOBS, SHEILA (1986): "Expert systems ...", op. cit., p. 9.

El subsistema de adquisición del conocimiento se caracteriza básicamente por: (1) facilitar la labor de introducción de los hechos y de las reglas en la base de conocimiento; (2) facilitar la labor de introducción de los procedimientos inferencia y de los mecanismos de control en el motor de inferencia; (3) comprobar la exactitud y coherencia de los hechos y de las reglas, y (4) comprobar la sintaxis de los procedimientos de inferencia y de los mecanismos de control.

### 2.3.8. Subsistema de comunicación con otros sistemas.

El subsistema de comunicación con otros sistemas es módulo que facilita la interconexión de la base de conocimientos y del motor de inferencia con otros sistemas y utilidades, tales como tratamientos de textos, visualización de gráficos, bases de datos, hojas de cálculo, sistemas de ayuda a la decisión, programas informáticos convencionales, comunicaciones, etc.

## 2.4. Campos de aplicación de los sistemas expertos.

### 2.4.1. Clasificación de los sistemas expertos.

Ya desde sus comienzos, los sistemas expertos fueron aplicados en una amplia variedad de resolución de problemas. Así, se pueden citar como ejemplos importantes, entre los sistemas expertos pioneros, los siguientes sistemas: el **MYCIN**,<sup>58</sup> en el diagnóstico médico de enfermedades de la

---

<sup>58</sup> Para una ampliación sobre el tema pueden consultarse, entre otros, los siguientes trabajos:

\* SHORTLIFFE, EDWARD H.: "Computer-Based Medical Consultation: MYCIN". New York, Elsevier, 1976.

\* BONNET, ALAIN: "Applications de l'intelligence artificielle: les systèmes experts". Rairo. Informatique Computer Science, vol. 15, n.º 4, 1981, pp. 329-332.

sangre; el **PROSPECTOR**,<sup>59</sup> en la localización de depósitos de recursos minerales; el **DENDRAL**,<sup>60</sup> en el análisis espectroscópico de masas de un producto y predecir su estructura molecular; el **DELTA**,<sup>61</sup> en el diagnóstico y prevención de averías en los equipos industriales; el **R1**<sup>62</sup> / **XCON**,<sup>63</sup> en

---

\* DUDA, RICHARD O. y SHORTLIFFE, EDWARD H.: "Expert Systems Research". Science, vol. 220, abril, 1983, pp. 262-266.

\* BUCHANAN, BRUCE G. y SHORTLIFFE, EDWARD H. [Eds.]: "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.

\* MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1984): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 187-188.

\* DAVIS, RANDALL: "Amplifying Expertise with Expert Systems". Incluido en Patrick H. Winston, y Karen A. Prendergast [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence", The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984, pp. 29-37.

\* GOODALL, ALEX: "The Guide to Expert Systems". Learned Information, Oxford y New Jersey, 1985, pp. 15-20.

\* CHATAIN, J-N. y DUSSAUCHOY, A. (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 79-89.

\* ALTY, J. L. Y COOMB, M. J. (1986): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 101-127.

\* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., p. 283.

\* AICPA (1987): "An Introduction ...", op. cit., pp. 7-8.

\* HARMON, PAUL y KING, DAVID (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., capítulo 2, pp. 19-27, y capítulo 6, pp. 87-102.

\* PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK (1988): "Expert systems ...", op. cit., pp. 313-316.

\* SELL, PETER S.: "Sistemas expertos para principiantes". Editorial Limusa. México, 1992, pp. 16-17.

\* EDMUNDS, ROBERT A.: "The Prentice Hall Guide to Expert Systems". Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1988, pp. 337-338.

<sup>59</sup> Para una ampliación sobre el tema pueden consultarse, entre otras, las siguientes obras:

\* DUDA, RICHARD O.; GASHNIG, J. y HART, P.: "Model Design in the PROSPECTOR Consultant System for Mineral Exploration". Incluido en MICHIE: "Expeter Systems in the Microelectronic Age". Edimburgh University Press, Edimburgh, 1979, pp. 153-167.

\* GASCHNIG, J. G.: "Application of the PROSPECTOR System to Geological Exploration Problems". Machine Intelligence, nº. 10, 1982.

\* DUDA, RICHARD O. y GASCHNIG, JOHN G.: "Knowledge-Based Expert Systems Come of Age". Byte, septiembre, 1981, pp. 259-262.

\* DUDA, R. O. y SHORTLIFFE, E. H. (1983): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 265-266.

\* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., pp. 49-60, y 264.

\* ALTY, J. L. Y COOMB, M. J. (1986): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 101-127.

\* HARMON, PAUL y KING, DAVID (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 192-197.

\* EDMUNDS, ROBERT A. (1988): "The Prentice ...", op. cit., p. 340.

\* SELL, PETER S. (1992): "Sistemas expertos ...", op. cit., p. 18.

<sup>60</sup> Para una ampliación sobre el tema pueden consultarse, entre otras, las siguientes obras:

\* FEIGENBAUM, E. A.; BUCHANAN, B. G. y LEDERBERG, J.: "On Generality and Problem-solving: A Case Study Using the DENDRAL Program". Machine Intelligence, nº 6, 1971.

\* ALTY, J. L. Y COOMB, M. J. (1986): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 147-163.

\* HARMON, PAUL y KING, DAVID (1987): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 180-181.

\* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., pp. 214 y 246.

\* DUDA, RICHARD O. y SHORTLIFFE, EDWARD H. (1983): "Expert Systems ...", op. cit., p. 264.

\* SELL, PETER S. (1992): "Sistemas expertos ...", op. cit., pp. 15-16.

<sup>61</sup> Para una ampliación sobre el tema pueden consultarse, por ejemplo, las siguientes obras:

\* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., pp. 214-216 y 260.

\* AICPA (1987): "An Introduction ...", op. cit., pp. 8-9.

\* HARMON, PAUL y KING, DAVID (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 210-214.

<sup>62</sup> Para un ampliación sobre el tema pueden consultarse, entre otras, las siguientes obras:

\* McDERMOTT, J.: "R1's The Formative Years". A. I. Magazine, Verano, 1981.

\* McDERMOTT, J.: "R1: A Rule-based Configurer of Computer Systems". Artificial Intelligence, vol. 19, nº. 1, 1982.

\* BACHANT, R. y McDERMOTT, J.: "R1 Revised: Four Years in the Trenches". A.I. Magazine,

la configuración de ordenadores, etc. (Una ampliación sobre estos sistemas también puede verse en el Anexo A2).

Aunque al principio algunos autores pusieron en duda el éxito de los sistemas expertos,<sup>64</sup> o se mostraron muy pesimistas respecto a la utilidad de los mismos;<sup>65</sup> sin embargo, la realidad es que en la actualidad su campo de aplicación se han extendido considerablemente, e incluso se puede decir que se están aplicando en todas las ramas de la ciencia en las que esté implicado el comportamiento inteligente del hombre, es decir, en todas aquellas actividades en las que se necesita conocimiento especializado para resolver los problemas.

Como los campos de aplicación de los sistemas expertos son muy amplios y variados, con el fin de poner un poco de orden, es conveniente establecer algún tipo de clasificación de los mismos. Esta clasificación se puede realizar aten-

---

otoño, 1984.

\* BOBROW, DANIEL G., MITTAL, SANJAY y STEFIK, MARK J.: "Expert systems: perils and promise". Communications of the ACM, vol. 29, nº. 9, septiembre, 1986, pp. 882-883.

\* BOBROW, DANIEL G., MITTAL, SANJAY y STEFIK, MARK J.: "Expert systems: perils and promise". Incluido en PHAM, D. T. [Ed.]: "Artificial Intelligence in Industry: Expert Systems in Engineering". IFS Publications, Springer-Verlag, New York, 1988, pp. 21-24.

<sup>63</sup> Para una ampliación sobre el tema pueden consultarse, entre otras, las siguientes obras:

\* KRAFT, ARNOLD: "XCON: An Expert Configuration System at Digital Equipment Corporation". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984, pp. 41-49.

\* BARKER, VIRGINIA E., y O'CONNOR, DENNIS E.: "Expert Systems for Configuration at Digital: XCON and Beyond". Communications of the ACM, vol. 32, nº. 3, marzo, 1989, pp. 298-318.

\* DUDA, RICHARD O. y SHORTLIFFE, EDWARD H. (1983): "Expert Systems ...", op. cit., p. 265.

\* RAUCH-HINDIN, WENDY B. (1989): "Aplicaciones de ...", op. cit., pp. 369-393.

\* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., pp. 217-219 y 251-252.

\* ALTY, J. L. y COOMB, M. J. (1986): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 167-174.

\* AICPA (1987): "An Introduction ...", op. cit., p. 8.

\* HARMON, PAUL y KING, DAVID (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 203-208.

\* PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK (1988): "Expert systems ...", op. cit., pp. 320-323.

\* SELL, PETER S. (1992): "Sistemas expertos ...", op. cit., pp. 18-19.

\* EDMUNDS, ROBERT A. (1988): "The Prentice ...", op. cit., pp. 198-207.

<sup>64</sup> Cfr. MARTINS, GARY R. (1984): "The Overselling ...", op. cit., pp. 78-80.

<sup>65</sup> Cfr.

\* COATS, PAMELA K. (1988): "Why Expert ...", op. cit., pp. 77-86.

\* SHEIL, BEAU (1987): "Thinking about ...", op. cit., pp. 91-97.

\* STEVENSON, HAMISH (1989): "Exper systems ...", op. cit.

diendo a diversos criterios. Así, por ejemplo, para Blanning<sup>66</sup> esta clasificación se puede realizar con arreglo a los siguientes criterios: (1) la tecnología empleada (e.g. estructura de la base de conocimiento, motor de inferencia, etc.); (2) el nivel de la organización (i.e., estratégico, táctico, operativo) en el que se implementa; (3) el área funcional de la organización en la que se encuentra el sistema (e.g., finanzas, marketing, etc.), y (4) el tipo de problema de decisión para el que el sistema experto proporciona soporte. También se pueden utilizar otros criterios, tales como: la forma de adquirir el conocimiento, la forma de representar el conocimiento, la utilización o no de probabilidades, los usuarios que utilicen el sistema, el tipo de tareas que realizan, etc.

Atendiendo a la **forma de adquirir el conocimiento**, los sistemas expertos pueden clasificarse en:<sup>67</sup> (1) sistemas expertos basados en reglas, y (2) sistemas expertos basados en ejemplos. Los **sistemas expertos basados en reglas**<sup>68</sup> son los sistemas que se basan en las reglas que el experto utiliza para tomar decisiones. Estas reglas son del tipo "Si-Entonces" y se denominan **reglas de producción** (ver § I-5.2.3). Los **sistemas expertos basados en ejemplos** o **sistemas expertos inducidos**<sup>69</sup> se basan en multitud de ejemplos

---

<sup>66</sup> Cfr. BLANNING, ROBERT W.: "A Survey of Issues in Expert Systems for Management". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987, pp. 25-26.

<sup>67</sup> Cfr., por ejemplo:

\* SENA, JAMES A. y SMITH, L. MURPHY: "The Development of Accounting Expert Systems". Journal of Accounting and EDP, verano, 1987, pp. 9-10.

\* BAILEY, ANDREW D., Jr. et al. (1987): "Artificial Intelligence ...", op. cit., p. 24.

\* CHU, GRACE T. (1989): "Expert Systems ...", op. cit., p. 26.

<sup>68</sup> Una ampliación sobre los **sistemas expertos basados en reglas** puede verse, por ejemplo, en:

\* HAYES-ROTH, FREDERICK: "Rule-Based Systems". Communications of the ACM, vol. 28 nº. 9, septiembre, 1985, pp. 921-932.

\* MICHAELSEN, ROBERT H., MICHIE, DONALD y BOULANGER, ALBERT: "The technology of expert systems". Byte, abril, 1985, pp. 305-306.

<sup>69</sup> Una ampliación sobre los **sistemas expertos inducidos** puede verse, por ejemplo, en:

\* BRYANT, NIGEL: "Managing Expert Systems". John Wiley & Sons, Chichester, 1988, pp. 121-139.

introducidos por el propio usuario en la base de conocimientos del sistema. Con la información introducida por el usuario y la información que ya existía en la base de conocimientos, el sistema halla las relaciones que existen entre los ejemplos e infiere las reglas del sistema (ver § I-4.2).

Atendiendo a la **forma de representación del conocimiento**, los sistemas expertos se pueden clasificar en: (1) sistemas expertos basados en reglas de producción, (2) sistemas expertos basados en marcos (*frames*), etc.

También pueden clasificarse los sistemas expertos con arreglo al **tipo de ayuda** que proporcionan. Así, un sistema experto puede funcionar como:<sup>70</sup> (1) un ayudante, (2) un colega, y (3) un auténtico experto. Un sistema experto se considera un «ayudante» cuando ayuda al usuario a hacer análisis rutinarios y señalar las porciones de trabajo en las que el experto debe concentrar su atención (e.g., el *Dipmeter Adviser*). Un sistema experto cae en la categoría de «colega» cuando el experto habla sobre el problema con el sistema hasta que logra una decisión conjunta. El usuario puede preguntar al sistema POR QUÉ y CÓMO para entender el proceso de razonamiento utilizado por el sistema. Por último, un sistema es un «auténtico experto» cuando el usuario acepta la solución dada por el sistema sin preguntar.

Los sistemas expertos también se pueden clasificar según el **tipo de razonamiento** que se utiliza en el proceso

---

<sup>70</sup> Cfr.

\* McNURLIN, BARBARA C. y SPRAGUE Jr., RALPH H.: "Information Systems Management in Practice". Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989, p. 452.

\* MOCKLER, ROBERT J. (1989): "Knowledge-Based ...", op. cit., 1989, pp. 1-2, 17.

\* DOLOGITE, DOROTHY G.: "Developing a Knowledge-Based System on a Personal Computer Using An Expert System Shell". Journal of Systems Management, octubre, 1987, p. 32.

decisorio. Así, McCarthy y Outslay<sup>71</sup> valoran el comportamiento decisor en términos de dos dimensiones: (A) (1) razonamiento profundo y (2) razonamiento superficial, y (B) (1) razonamiento analítico y (2) razonamiento sintético. La combinación de estas dos dimensiones da origen a distintos tipos de sistemas expertos.

Otros autores, como Castillo y Álvarez,<sup>72</sup> clasifican los sistemas expertos en función de que utilicen o no probabilidades. Así, clasifican los sistemas expertos en: (1) sistemas basados en reglas y (2) sistemas basados en probabilidades.

Y Kerschberg y Dickinson<sup>73</sup> clasifican los sistemas expertos en: (1) sistemas expertos internos y (2) sistemas expertos externos. Los **sistemas expertos internos** son los que están diseñados, construidos y mantenidos por un grupo dentro de una organización (e.g., R1/XCON en DEC). Los **sistemas expertos externos** son los que van a ser comercializados y, por lo tanto, serán utilizados por el público en general (e.g., el PROSPECTOR).

Sin embargo, la forma más extendida de clasificación de los sistemas expertos es en función de la **tarea que realizan**. Así, por ejemplo, Hayes-Roth y Waterman establecen las siguientes categorías de sistemas expertos:<sup>74</sup> interpretación, predicción, diagnóstico, diseño, planificación,

---

<sup>71</sup> Cfr. MCCARTHY, WILLIAM E. y OUTSLAY, EDMUND: "An Analysis of the Applicability of Artificial Intelligence Techniques to Problem-Solving in Taxation Domains". Accounting Horizons, vol. 3, junio, 1989, pp. 20-23.

<sup>72</sup> Cfr. CASTILLO, E. y ÁLVAREZ, E. (1989): "Sistemas expertos ...", op. cit., pp. 35-36.

<sup>73</sup> Cfr. KERSCHBERG, L. y DICKINSON, J. (1988): "FINEX: A ...", op. cit., 1988, p. 113.

<sup>74</sup> Cfr. HAYES-ROTH, F. et al. (1983): "An Overview ...", op. cit., pp. 13-16.

Véase también:

\* GOODALL, ALEX (1985): "The Guide ...", op. cit., p. 37.

\* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., p. 33.

\* HARMON, P. y KING, D. (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., p. 124.

monitorización, depuración, reparación, instrucción y control. En la Tabla 3 se muestra una descripción de cada una de estas categorías.<sup>75</sup>

Tabla 3. Categorías de sistemas expertos relacionados en función de la tarea que realizan

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	EJEMPLO
Interpretación	Inferencia de descripciones de situaciones a partir de los datos obtenidos	Dirigir los indicadores económicos que describen la condición de una familia media
Predicción	Inferencia de consecuencias a partir de situaciones dadas	Resultado de la inversión de valores en una compra o venta concreta
Diagnóstico	Inferencia de fallos en el sistema a partir de observaciones	Sistemas de evaluación del riesgo en auditoría
Diseño	Configuración de objetos bajo restricciones	Planificación de los trabajos de auditoría, diseño de sistemas informáticos
Planificación	Diseño de acciones	Planificación de los recursos de fabricación
Monitorización	Comparación de observaciones para planificar vulnerabilidades	"Qué ... si" para cambio extranjero, previsión de la quiebra, muestra del funcionamiento de auditoría
Depuración	Prescripción de remedios ante fallos	Ayuda en el diagnóstico de circuitos
Reparación	Ejecución de un plan para administrar un remedio prescrito	Herramientas para el diseño de circuitos
Instrucción	Diagnóstico, depuración, reparación del comportamiento del sistema	Enseñanza por ordenador
Control	Interpretación, predicción, reparación y monitorización de los comportamientos del sistema	Ordenes militares, comunicaciones y control

Esta lista no es exhaustiva, por lo que se podrían añadir otro tipo de funciones, por ejemplo: formación, simulación, asignación de recursos, programación y cesión de recursos.<sup>76</sup>

<sup>75</sup> Los ejemplos que figuran en la tabla se han tomado de:

\* WATNE, DONALD A. y TURNEY, PETER B. B.: "Auditing EDP Systems". Second Edition. Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey. 1990, p. 550.

Ejemplos parecidos aplicados a las tareas financieras aparecen en:

\* HOLSAPPLE, CLYDE W., TAM, KAR YAN y WHINSTON, ANDREW B.: "Adapting Expert System Technology to Financial Management". Financial Management. vol. 17 nº. 3, otoño, 1988, p. 17.

<sup>76</sup> Cfr.

\* BENCHIMOL, GUY; LEVINE, PIERRE y POMEROL, JEAN CHARLES: "Los sistemas expertos en la empresa". Ra-Ma, Madrid, 1988, pp. 159-160.

\* BLANNING, ROBERT W. (1987): "A Survey ...", op. cit., pp. 26-31.

#### 2.4.2. Dominios en los que se pueden aplicar los sistemas expertos.

Los campos en los que se pueden aplicar los sistemas expertos son muy amplios y abarcan todas las ramas del saber en las que esté implicado el comportamiento inteligente del hombre, es decir, en todas aquellas actividades en las que se necesita conocimiento especializado y experiencia para resolver los problemas. Los sistemas expertos se están aplicando, entre otros, en los siguientes campos:<sup>77</sup>

- Abogacía y asesoramiento legal.
- Aviación.
- Biología.
- Construcción.
- Contabilidad y auditoría
- Defensa y exploración espacial.
- Diseño.
- Educación y enseñanza.
- Extracción de minerales.
- Fabricación e industria.
- Química.
- Gestión y finanzas.
- Informática.
- Juegos inteligentes.
- Ofimática.
- etc.

En la Tabla 4 se muestran las áreas más importantes, de un total de 46 áreas de aplicación diferentes, en que clasifica SEAI Tech. Publ. los 1510 sistemas basados en el conocimiento de todo el mundo, publicada en su "Expert Systems '90".

---

<sup>77</sup> Cfr.

- \* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit.; pp. 39-48, y 239-299.
- \* CLARKE, G. y MORRIS, A. (1986): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 8-9.
- \* BUCHANAN, BRUCE G.: "Expert systems: working systems and the research literature". Expert Systems, vol. 3 nº. 1, Enero, 1986, pp. 33-35.
- \* GEVARTER, WILLIAM M. (1987): "Máquinas inteligentes ...", op. cit.
- \* NEBENDAHL, DIETER [Ed.]: "Sistemas Expertos. Introducción a la técnica y aplicación". Marcombo, Barcelona, 1988. Anexo A2.
- \* RAUCH-HINDIN, WENDY B. (1989): "Aplicaciones de ...", op. cit., p. 13.
- \* CASTILLO, E. y ALVAREZ, E. (1989): "Sistemas expertos ...", op. cit.,
- \* HARMON, PAUL y KING, DAVID (1988): "Sistemas Expertos ...". op. cit.
- \* PALAZÓN ARGÜELLES, ALFONSO: "Los sistemas expertos como ayuda a las empresas". Dirección y Progreso, nº 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 23-24.

Tabla 4. Áreas de aplicación más importantes de los sistemas basados en el conocimiento, de acuerdo con la clasificación efectuada por SEAI Tech. Publi. en su publicación de 1990: «Expert Systems'90»

Área	% sobre total
Medicina y atención médica	8,7
Diagnóstico y mantenimiento	8,5
Defensa y logística militar	7,0
Sistemas de asesoría administrativa	4,9
Planificación de finanzas y servicios financieros	4,8
Gestión y planificación de la producción	3,8
CAD/CAM/CIM	3,3
Aeroespacio	3,2
Educación y entrenamiento	3,1
Agricultura	3,0
Selección e instalación de ordenadores	3,0
Productos de consumo	2,8
Exploración espacial	2,6
Petróleo y recursos energéticos	2,4
Utilidades eléctricas y facilidades nucleares	2,2
Administración de bases de datos	1,8
Química e ingeniería química	1,8
Control de procesos	1,7
Ingeniería del <u>software</u>	1,7
Soldadura de metales	1,7
Visión artificial y proceso de imágenes	1,7
Medioambiente	1,5
Publicaciones	1,5
Diseño VLSI	1,4
Diseño y configuración de ordenadores	1,4
Telecomunicaciones	1,4
Transportes	1,3
Asuntos legales	1,2
Ciencias	1,2
Matemáticas y estadística	1,2
Ingeniería civil	1,1
Seguros	1,1
Ingeniería eléctrica y electrónica	1,0
Arquitectura y construcción	0,9
Mercado y ventas	0,9
Control de calidad	0,8
Seguros y protección contra el fuego	0,7
Simulación	0,7
Pronóstico meteorológico	0,6
Demostración automática	0,5
Ingeniería metalúrgica y de materiales	0,5
Robótica	0,5
Auditorías	0,4
Administración de energía y de edificios	0,3
Ingeniería mecánica	0,3
Sensores e instrumentación	0,2

Fuente:

- \* ALONSO, GUILLERMO, BECERRIL, JOSÉ LUIS y VALER, FRANCISCO: "Sistemas basados en el conocimiento ¿Ficción o realidad?". CHIP, nº. 127, septiembre, 1992, p. 26.
- \* ZACCAGNINI, J. L., ALONSO, G. y CABALLERO, A.: "Inteligencia artificial de innovación prometedora a realidad práctica". Partida Doble, nº. 29, diciembre, 1992, p. 28.
- \* ALONSO, GUILLERMO y BECERRIL, JOSÉ LUIS: "Introducción a la Inteligencia Artificial". Multimedia Ediciones. Barcelona, 1993. Apéndice A, pp. 140-141.

En el Anexo A1 se muestra una lista de algunos de los sistemas expertos desarrollados hasta la fecha o en estado de desarrollo.

## CAPITULO 3. CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS EXPERTOS.

### 3.1. La ingeniería del conocimiento.

#### 3.1.1. Tipos de conocimiento.

El **conocimiento** es la acción o efecto intelectual del hombre que permite conocer la realidad de las cosas, es decir, la potencialidad que tiene el hombre para averiguar por medio de sus capacidades intelectuales la naturaleza, cualidades y relaciones de las cosas. El conocimiento no es algo innato en las personas, sino que proviene de los datos que proporcionan nuestros sentidos y de la experiencia y aprendizaje. El conocimiento sobre un tema implica conocer los hechos, conceptos, ideas, etc. y las relaciones que existen entre estos elementos.

Dentro del contexto de los sistemas de información, el conocimiento está muy relacionado con otros dos conceptos importantes: los **datos** y la **información**. Siguiendo un orden jerárquico, en primer lugar se encuentran los **datos**,<sup>1</sup> los cuales representan la materia prima o elementos de entrada de un sistema de información. Los datos son hechos individuales y simples, representados por grupos de símbolos (e.g., caracteres alfabéticos, caracteres numéricos, símbolos especiales), que representan cantidades, acciones, objetos, etc. Como ejemplos de datos se pueden citar: el número del pedido, la fecha, el nombre, y la dirección de un cliente.

---

<sup>1</sup> Una ampliación sobre el concepto y características de los datos puede verse, por ejemplo, en:

\* DAVIS, GORDON B.: "Management Information Systems: Conceptual, Foundations, Structure, and Development". McGraw-Hill. New York, 1974, pp. 32-33.

\* DAVIS, GORDON B. y OLSON, MARGRETHE H.: "Sistemas de información gerencial". McGraw-Hill. Bogotá, 1987, p. 208.

\* ANDERSON, RONALD G.: "Information and Knowledge-based Systems. An Introduction". Prentice-Hall, New York, 1992, pp. 26-32.

En segundo lugar se encuentra la **información**.<sup>2</sup> Davis define la **información** como: "un dato que ha sido procesado en una forma significativa para el receptor y su valor es real o percibido, actualmente o en acciones prospectivas o en las decisiones".<sup>3</sup> Es decir, la información está formada por el conjunto de datos relevantes relacionados con un problema o una cuestión específica que intervienen o son soporte de decisiones. Como ejemplo de información podemos citar: un plan de cuentas, un balance contable, un listado de existencias, la tendencia de las ventas, etc.

Por último está el **conocimiento**, que se produce cuando el hombre por medio sucesivos procesos de generación y acumulación de información comprende la naturaleza y significado de las cualidades y relaciones que existen entre los distintos tipos de información, de forma que le permite generar nueva información para resolver un cierto tipo de problemas.<sup>4</sup> O dicho de otro modo, el conocimiento es la capacidad de información que un experto posee sobre el mundo para poder tomar decisiones.<sup>5</sup>

De acuerdo con Gregorio Fernández,<sup>6</sup> el conocimiento, básicamente, se puede dividir en: (1) conocimiento descriptivo o factual, y (2) conocimiento procedimental o

---

<sup>2</sup> Una ampliación sobre el concepto y las características de la **información** puede verse, por ejemplo, en:

\* DAVIS, GORDON B. (1974): "Management Information ...", op. cit. pp. 31-56.

\* DAVIS, GORDON B. y OLSON, MARGRETHE H. (1987): "Sistemas de ...", op. cit., pp. 207-242.

\* ANDERSON, RONALD G. (1992): "Information and ...", op. cit., pp. 26-32.

<sup>3</sup> Cfr.:

\* DAVIS, GORDON B. (1974): "Management Information ...", op. cit., p. 32.

\* DAVIS, GORDON B. y OLSON, MARGRETHE H. (1987): "Sistemas de ...", op. cit., p. 208.

<sup>4</sup> Cfr. BULLERS, WILLIAM I. y REID, RICHARD A.: "Management Systems: Four Options, One Solution". Journal of Information Systems Management, primavera, 1987, p. 54.

<sup>5</sup> Cfr. PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK: "Expert systems for experts". John Wiley & Sons, New York, 1988, p. 35. Una ampliación sobre los niveles y componentes del conocimiento puede verse en las pp. 119-136.

<sup>6</sup> Cfr. FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, GREGORIO: "Panorama de los sistemas expertos". Incluido en JOSÉ CUENA et al.: "Inteligencia artificial: Sistemas expertos". Alianza Editorial, Madrid, 1986, p. 38.

normativo. El **conocimiento descriptivo** o **factual** corresponde tanto a los hechos (conceptos y relaciones) del dominio como a los datos del problema (contenido de la base de hechos). El **conocimiento procedimental** o **normativo** está formado por los procedimientos (e.g., algoritmos, funciones, heurísticos, ...) que se utilizan para deducir otros hechos.

Otra forma de clasificar el conocimiento sería basándose en la **forma de aprendizaje del conocimiento**. En este sentido, Harmon y King<sup>7</sup> establecen la siguiente división del conocimiento: (1) conocimiento profundo, y (2) conocimiento superficial. El **conocimiento profundo** está formado por los principios básicos, axiomas y leyes de carácter general independientes de un dominio concreto. El aprendizaje de este conocimiento, normalmente, se realiza en la escuela y en los libros. El **conocimiento superficial** hace referencia a los conocimientos relativos a un dominio específico. Es un conocimiento heurístico que se adquiere por medio de tutores y a través de la experiencia. El conocimiento de un experto humano en un dominio concreto requiere poseer una buena base de conocimiento profundo y, además, mucho conocimiento superficial sobre ese dominio.

El conocimiento también se puede clasificar en: (1) conocimiento público y (2) conocimiento privado.<sup>8</sup> El **conocimiento público** se refiere a las definiciones, hechos y teorías que son de dominio público y se pueden obtener de los libros de texto, artículos de revistas científicas espe-

---

<sup>7</sup> Cfr. HARMON, PAUL y KING, DAVID: "Sistemas Expertos. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial". Díaz de Santos, Madrid, 1988, pp. 41-46.

Véase también:

\* PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK (1988): "Expert systems ...", op. cit., pp. 122-129.

<sup>8</sup> Cfr.

\* HAYES-ROTH, FREDERICK, WATERMAN, DONALD A. y LENAT, DOUGLAS B.: "An Overview of Expert Systems". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONALD A. WATERMAN, y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983, p. 4.

\* MESERVY, RAYMAN D., BAILEY, ANDREW D., Jr. y JOHNSON, PAUL E.: "Internal Control Evaluation: A Computational Model of the Review Process". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 6, nº 1, otoño, 1986, pp. 46-47.

cializadas, conferencias, seminarios, congresos, etc. El **conocimiento privado** es el conocimiento que el experto adquiere personalmente a través de muchos años de experiencia y que no aparece publicado en la literatura. Este tipo de conocimiento también se conoce como **conocimiento empírico** o **conocimiento heurístico**.

En resumen, el conocimiento básicamente esta formado por **hechos** y por **heurísticos**. Los **hechos** constituyen el conocimiento que está públicamente disponible y que es compartido por todos los expertos del dominio. Los **heurísticos** o **heurísticas**—según autores—<sup>9</sup> son reglas empíricas, desarrolladas por los experto en un área concreta tras muchos años de experiencia, que limitan la búsqueda de las soluciones en los dominios que son difíciles y pobremente comprendidos.<sup>10</sup> Aunque los heurísticos no permiten alcanzar soluciones óptimas a los problemas, sin embargo, sí permiten lograr, de una manera eficiente, un conjunto de soluciones satisfactorias.<sup>11</sup>

Los heurísticos representan el conocimiento privado, exclusivo del experto, adquirido personalmente por la experiencia al tratar de resolver de forma sucesiva un problema; es decir, son los métodos y procedimientos prácticos, las reglas del buen saber hacer, los trucos personales, etc. que utiliza un especialista en un dominio determinado para resolver los problemas de su especialidad.

Aunque los heurísticos acortan con mucha eficacia el

---

<sup>9</sup> Una ampliación sobre el concepto de **heurísticos** puede verse, por ejemplo, en:

\* ROWE, ALAN J.: "The Meta Logic of Cognitively Based Heuristic". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

<sup>10</sup> Cfr. WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, p. 22.

<sup>11</sup> Cfr. SCHAEFER, VINCENT: "Les systèmes experts et l'analyse financière". Revue Française de Comptabilité, nº. 177, marzo, 1987, p. 40.

proceso de razonamiento, muchas veces entran en conflicto entre sí; por lo tanto, su utilización es en gran medida un arte, al contrario que lo que ocurre con los procedimientos algorítmicos que funcionan idénticamente todas las veces.<sup>12</sup> Los heurísticos se utilizan especialmente cuando las variables son interdependientes, los problemas están mal definidos, e implican riesgo e incertidumbre.<sup>13</sup>

Además del conocimiento representado por hechos y heurísticos, existe también un **meta-conocimiento** o conocimiento sobre cómo usar el conocimiento,<sup>14</sup> o dicho con otras palabras, un razonamiento sobre el propio razonamiento.<sup>15</sup> El meta-conocimiento viene a ser como el "saber lo que ya se sabe" o como un conocimiento de la manera en que se piensa. El meta-conocimiento permite que un sistema experto refine su propio comportamiento y aprenda de su experiencia.<sup>16</sup>

Por último, de acuerdo con Lauriere,<sup>17</sup> el conocimiento se puede clasificar en los siguientes tipos:

---

<sup>12</sup> Cfr. McCARTHY, WILLIAM E. y OUTSLAY, EDMUND: "An Analysis of the Applicability of Artificial Intelligence Techniques to Problem-Solving in Taxation Domains". Accounting Horizons, vol. 3, junio, 1989, pp. 14-27.

<sup>13</sup> Cfr. ROWE, ALAN J. (1993): "The Meta ...", op. cit., p. 113.

<sup>14</sup> Cfr.:

\* LAURIERE, JEAN-LOUIS: "Représentation et utilisation des connaissances. Deuxième partie: Représentation des connaissances". Rairo. Technique et Science Informatique, vol.1, nº. 2, 1982, p. 127.

\* BONNET, ALAIN: "Applications de l'intelligence artificielle: les systèmes experts". Rairo. Informatique Computer Science, vol. 15, nº. 4, 1981, p. 333.

\* BONNET, ALAIN: "L'intelligence artificielle: Promesses et Réalités". InterÉditions, Paris, 1984, p. 185.

<sup>15</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en LENAT, DOUGLAS B., DAVIS, RANDALL, DOYLE, JON, GENESERETH, MICHAEL, GOLDSTEIN, IRA, SCHROBE, HOWARD: "Reasoning about Reasoning". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONAL A. WATERMAN y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983, pp. 219-239.

<sup>16</sup> Cfr. KEIM, ROBERT T. y JACOBS, SHEILA: "Expert systems: The DSS of the future?". Journal of Systems Management, diciembre, 1986, p. 8.

<sup>17</sup> Cfr. LAURIERE, JEAN-LOUIS (1982): "Représentation et ...", op. cit., p. 124.

- los elementos de base, u objetos del mundo real, ligados a la percepción inmediata,
- las aserciones y definiciones sobre estos objetos de base,
- los conceptos, que son reagrupamientos o generalizaciones de los objetos de base que cada uno forma a su manera,
- las relaciones que traducen tanto propiedades elementales de los elementos de base, como relaciones de causa a efecto entre conceptos,
- los teoremas y reglas de reescritura,
- los algoritmos de resolución para realizar ciertas tareas,
- las estrategias y las heurísticas que son las reglas de comportamiento adquiridas por muchos años de experiencia, y
- el meta-conocimiento, es decir, saber lo que es sabido.

### 3.1.2. La ingeniería del conocimiento.

Los sistemas expertos se basan en incorporar en un programa informático el conocimiento de un experto o expertos sobre un tema específico, adquirido durante muchos años de experiencia, de forma que el sistema, mediante un proceso de razonamiento lógico, también proporcionado por el experto humano, proporcione una solución al problema como si de un experto humano se tratara. Por consiguiente, un sistema experto puede ser considerado como una forma de «clonación» intelectual del conocimiento de un experto,<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Cfr.

\* DAVIS, RANDALL: "Amplifying Expertise with Expert Systems". Incluido en PATRICK H. WINSTON, y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence", The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984, p. 18.

\* LIN, ENGMING: "Expert Systems for Business Applications: Potentials and Limitations". Journal of Systems Management, julio, 1986, p. 18.

es decir, una «copia» en software de un especialista humano.<sup>19</sup>

Las tareas de **adquisición y representación del conocimiento** son procesos muy complejos que requieren mucho tiempo. Los psicólogos dicen que cuesta aproximadamente 10 años adquirir 50.000 trozos discretos de información experta, y que un experto posee entre 50.000 y 100.000 trozos distintos de información experta.<sup>20</sup> Aunque se han producido muchos avances en el proceso de adquisición del conocimiento, gracias a las investigaciones de la psicología experimental y de la ciencia cognoscitiva,<sup>21</sup> sin embargo, no existe todavía una metodología suficientemente probada para este fin, pues muchas de las técnicas que se utilizan están basadas en la intuición, en la experiencia y en los resultados empíricos;<sup>22</sup> falta, por tanto, un marco científico del proceso de adquisición del conocimiento.

El proceso de adquisición, articulación y formalización del conocimiento de un experto, y de su informatización por medio de un sistema experto se denomina **ingeniería del conocimiento**<sup>23</sup> (también ha recibido otras denominaciones,

---

<sup>19</sup> Cfr. FRENZEL, LOUIS E., Jr.: "A fondo: Sistemas expertos". Anaya Multimedia, Madrid, 1989, p. 10.

<sup>20</sup> Cfr. McNURLIN, BARBARA C. y SPRAGUE Jr., RALPH H.: "Information Systems Management in Practice". Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989, p. 452.

<sup>21</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en HOFFMAN, ROBERT R.: "The Problem of Extracting the Knowledge of Experts from the Perspective of Experimental Psychology". A. I. Magazine, vol. 8 nº. 2, verano, 1987, pp. 53-67.

<sup>22</sup> Cfr. GAINES, B. R.: "Foundations of knowledge engineering". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987, p. 13.

<sup>23</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en:  
\* HAYES-ROTH, FREDERICK, WATERMAN, DONALD A. y LENAT, DOUGLAS B. [Eds.]: "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983.

\* CHORAFAS, DIMITRIS N.: "Applying Expert Systems in Business, McGraw-Hill, New York, 1987, pp. 78-96.

\* EDMUNDS, ROBERT A.: "The Prentice Hall Guide to Expert Systems". Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1988, pp. 43-58.

\* TURBAN, EFRAIM: "Decision Support and Expert Systems: Managerial Perspectives". Macmillan

tales como **ingeniería del saber** o **ingeniería cognoscitiva**,<sup>24</sup> y **cognimática**<sup>25</sup>). La persona responsable de realizar este trabajo se denomina **ingeniero del conocimiento** (o también **ingeniero cognoscitivo** o **cognimático**).

La **ingeniería del conocimiento** se puede considerar como el germen de una nueva industria, la **industria del conocimiento**, que en un futuro no muy lejano va a permitir obtener, almacenar, distribuir y comercializar industrialmente el conocimiento.<sup>26</sup> Incluso, nos podemos aventurar a pensar que nos encontramos en el comienzo de la **era del conocimiento**, caracterizada por la acumulación del conocimiento.

### 3.1.3. Personas que intervienen en la ingeniería del conocimiento.

En el desarrollo de un sistema experto están implicadas varias personas: el ingeniero del conocimiento, el experto del dominio, el productor, el constructor de las herramientas de desarrollo, los analistas y programadores de sistemas, el usuario final, el administrador de la base de conocimientos, etc.<sup>27</sup> En la Figura 1 se pueden ver, de

---

Publishing, New York, 1988, pp. 377-438.

\* BRULÉ, JAMES F. y BLOUNT, ALEXANDER: "Knowledge adquisition". McGraw-Hill, New York, 1989.

\* RAUCH-HINDIN, WENDY B.: "Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial, la ciencia y la industria. (Fundamentos-Aplicaciones)". Díaz de Santos, Madrid, 1989, pp. 153-161.

<sup>24</sup> Cfr. FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, GREGORIO (1986): "Panorama de ...", op. cit., 1986, p. 38.

<sup>25</sup> Cfr. CHATAIN, JEAN-NOËL y DUSSAUCHOY, ALAIN: "Sistemas Expertos. Métodos y Herramientas". Paraninfo, Madrid, 1988, p. 36.

<sup>26</sup> Cfr. CHIP: "Inteligencia artificial: De los juegos a la Industria del conocimiento". CHIP, nº 114, junio, 1991, pp. 10-18.

<sup>27</sup> Cfr.

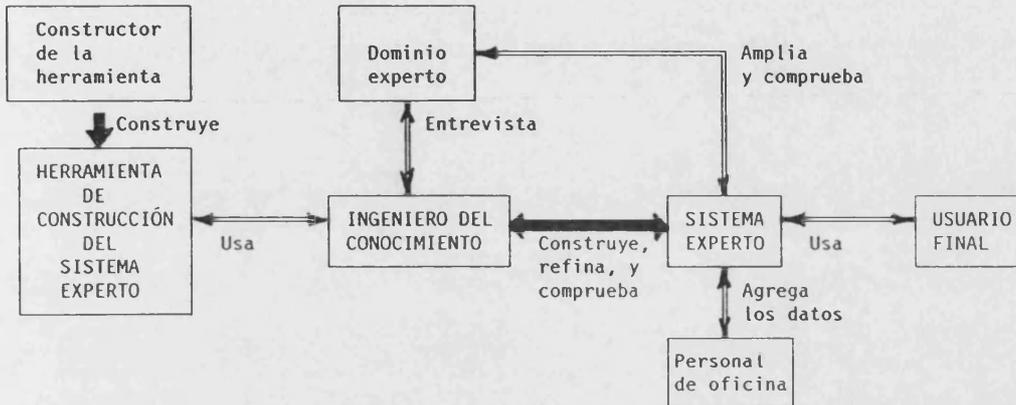
\* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", pp. 8-10.

\* PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK (1988): "Expert systems ...", op. cit., pp. 30-32.

\* FUMANAL, IGNACIO: "Sistemas expertos: Un proyecto informático". Dirección y Progreso, nº 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 11-12.

forma esquemática, las principales personas que intervienen en el proceso de desarrollo de un sistema experto.<sup>28</sup>

Figura 1. Personas que intervienen en el proceso de desarrollo de un sistema experto



Fuente: WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, p. 8.

Además de las personas indicadas, Jamieson considera que los **auditores** también deben formar parte del equipo de desarrollo del sistema experto.<sup>29</sup>

Aunque se recomienda que exista una absoluta separación entre las distintas personas que intervienen en la construcción de un sistema experto y papeles que desempeñan; sin embargo, en algunas circunstancias, y en función de las características del problema a tratar, puede ocurrir que un papel sea desempeñado por mucha gente (e.g., un equipo de ingenieros del conocimiento), o una misma persona puede desempeñar varios papeles.<sup>30</sup> En este último caso hay que

<sup>28</sup> Una adaptación de este esquema aparece en HARTMAN, WIM: "Expert Systems; Impact on the Auditing Profession". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988, Holanda, p. 11. En dicho esquema, Hartman presenta los papeles a desempeñar por los auditores en el desarrollo de un sistema experto.

<sup>29</sup> Cfr. JAMIESON, RODGER: "An Audit Approach to Knowledge Based Systems under Development". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988, pp. 2-4.

<sup>30</sup> Cfr. CLARKE, GORDON R. y MORRIS, ANDREW J.: "Expert Systems. A businessman's guide". Deloitte Haskins+Sells, England, 1986, p. 11.

procurar evitar que coincida en la misma persona el experto y el ingeniero del conocimiento, pues resulta muy difícil para cualquier persona analizar sus propios procesos de pensamiento.<sup>31</sup>

A continuación, vamos a comentar las características principales de las personas más importantes que intervienen en el proceso de construcción de un sistema experto.

**A. El ingeniero del conocimiento.** El conocimiento de un experto o expertos en un dominio es introducido en la **base de conocimiento** por unos especialistas informáticos conocidos como **ingenieros del conocimiento** o **cognimáticos**. El **ingeniero del conocimiento**, mediante la colaboración del **experto humano** en el dominio específico, analiza la forma de actuar de éste último cuando se enfrenta a la resolución de los problemas específicos, y captura los conocimientos, métodos, técnicas, procedimientos y heurísticos utilizados por un experto humano cuando resuelve los problemas de un determinado dominio. En cierto modo, la función de los ingenieros del conocimiento es comparable a la de los analistas de sistemas tradicionales; aunque es mucho más compleja, pues requiere conocer todas las técnicas y herramientas de construcción de los sistemas expertos.<sup>32</sup>

De acuerdo con Harmon y King, la labor del ingeniero del conocimiento consiste en identificar el conocimiento que utiliza un experto para resolver problemas, y puede ser resumida en las siguientes fases: "Inicialmente, el ingeniero del conocimiento estudia a un experto humano y analiza qué hechos y reglas empíricas utiliza. Luego, determina la

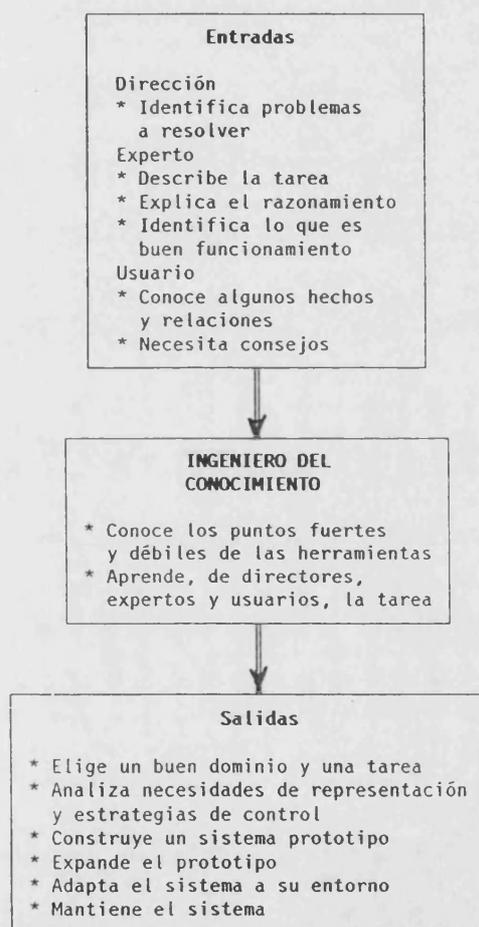
---

<sup>31</sup> Cfr. WOLFE, CHRISTOPHER y VIATOR, RALPH: "Expert Systems: An Accounting Perspective". Journal of Accounting and EDP, verano, 1986, p. 50.

<sup>32</sup> Cfr. DUCHESSI, PETER, SHAWKY, HANY y SEAGLE, JOHN P.: "A Knowledge-Engineered System for Commercial Loan Decisions". Financial Management, vol. 17 nº. 3, otoño, 1988, p. 58.

estrategia inferencial que sigue el experto en las situaciones reales de resolución de problemas. Finalmente, el ingeniero del conocimiento desarrolla un sistema que aplica conocimientos y estrategias similares a los del experto humano en orden a simular su comportamiento."<sup>33</sup> En la Figura 2 se pueden ver resumidas estas funciones.

Figura 2. Funciones del ingeniero del conocimiento



Fuente: HARMON, PAUL y KING, DAVID: "Sistemas Expertos. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial". Díaz de Santos, Madrid, 1988, p. 254.

<sup>33</sup> HARMON, PAUL y KING, DAVID: "Sistemas Expertos ...", op. cit., p. 8.

Guy Benchimol et al.<sup>34</sup> consideran como cualidades de un ingeniero del conocimiento las siguientes:

- "... ser un maestro, psicólogo, propenso a las buenas relaciones humanas y a las técnicas de comunicación, capacidad para dirigir un equipo, entenderse con el personal de la empresa y, sobre todo, recoger todo el conocimiento del experto."
- "... conocer los sistemas expertos, la representación del conocimiento y los métodos de la inteligencia artificial; la ausencia de experiencia en la programación no es un inconveniente."
- "... ser curioso, para interesarse en el problema a resolver, con una gran cultura general y experiencia de la vida para poder discutir con el cliente, los expertos y los consultores que intervienen en el proceso (y que pueden convertirse en usuarios finales)."
- "Ser creativo e imaginativo para ser capaz de realizar un sistema a partir de una situación nueva y compleja para la que no hay un modelo hecho."
- "Ser pragmático y realista para que en definitiva el sistema funcione."

Resumiendo, los ingenieros del conocimiento necesitan poseer ciertas habilidades especiales, tales como: conocimientos de psicología, de lingüística, de lógica, de sociología, sentido común, diplomacia, trato personal y don de gentes, capacidad de diálogo y de relación con las personas, etc., para poder comprender el proceso de razonamiento de los expertos en la resolución de los problemas y para ganarse la confianza y el respeto del experto en la materia; deben poseer, también, conocimientos de lógica, informática y de las técnicas de la inteligencia artificial, para poder

---

<sup>34</sup> BENCHIMOL, GUY; LEVINE, PIERRE y POMEROL, JEAN CHARLES: "Los sistemas expertos en la empresa". Ra-Ma, Madrid, 1988, p. 176.



representar e introducir el conocimiento del experto en el ordenador y para poder seleccionar la herramienta adecuada para la construcción del sistema experto.<sup>35</sup> Además de todas estas cualidades, D'Hoeraene señala que el ingeniero del conocimiento debe poseer también conocimientos sobre «mayéutica»,<sup>36</sup> con el fin de que pueda "ayudar al experto a formalizar lo más intuitivo de sus características de juicio".<sup>37</sup>

**B. El experto del dominio.** El experto del dominio es una persona que tiene reconocidos conocimientos y habilidades especiales para resolver un tipo de problema particular. Su misión consiste en comunicar al ingeniero del conocimiento su pericia, saber hacer y conocimientos sobre un determinado trabajo, para que éste lo estructure y codifique dentro de la base de conocimiento del sistema experto. Es muy importante que el experto esté comprometido con el proyecto de construcción del sistema experto, ya que de esta forma se pueden identificar los resultados o procesos de razonamiento incorrectos y se pueden introducir rápidamente las modificaciones oportunas.

Ante la elección de un experto del dominio, el ingeniero del conocimiento debe plantearse las siguientes preguntas: ¿cómo nos aseguramos que la persona elegida es un auténtico experto en el dominio?, ¿qué criterios existen para elegir a un verdadero experto?, ¿qué cualidades presenta un verdadero experto?, etc. Por consiguiente, la elección del experto no es tarea fácil, pues los factores

---

<sup>35</sup> Cfr.

\* COLGROVE, DEAN W.: "Dummies Need Not Apply". Infosystems, noviembre, 1987, pp. 37-38.

\* RAUCH-HINDIN, WENDY B. (1989): "Aplicaciones de ...", op. cit., p. 18.

<sup>36</sup> La mayéutica es el arte de alumbrar el maestro en el discípulo nociones que éste poseía sin saberlo.

<sup>37</sup> D'HOERAENE, J.: "Progiciels d'analyse financière (tableurs et systèmes experts)". La Revue du Financier, nº. 78, diciembre, 1990, p. 60.

que indican que una persona es experta en un dominio no están fijados en ningún sitio.

Una persona se considera experta no sólo por los conocimientos que posee sobre el tema, sino también por las estrategias y trucos que utiliza para llegar de una forma rápida y segura a un buen diagnóstico del problema. Como indica Bonnett "lo que hace la categoría de un experto humano, por ejemplo en medicina, no es tanto el conocimiento científico enciclopédico de las enfermedades (que se puede encontrar en los manuales), sino más bien las estrategias, los «trucos» que utiliza para llegar rápidamente y con seguridad a un buen diagnóstico. Estos «trucos» son el fruto de una larga experiencia, raramente anotados en los libros. (...) Un experto veterano va frecuentemente al centro del problema pues plantea rápidamente las buenas cuestiones que son forzosamente estándares, pero que son desencadenadas por algunas señales que él sabe reconocer".<sup>38</sup>

De acuerdo con Davis,<sup>39</sup> un experto tiene los siguientes comportamientos cuando realiza su trabajo: (1) resuelve el problema, (2) explica el resultado, (3) aprende de la experiencia, (4) reestructura el conocimiento, (5) cambia o rompe las reglas cuando es necesario, (6) determina lo relevante y (7) degrada elegantemente. Además de los comportamientos apuntados, un experto se caracteriza por realizar una serie de tareas genéricas, tales como: interpretación, diagnóstico, control, predicción, planificación y diseño.<sup>40</sup>

---

<sup>38</sup> BONNET, ALAIN (1984): "L'intelligence artificielle ...", op. cit., pp. 177-178.

<sup>39</sup> Cfr.

\* DAVIS, RANDALL: "Expert Systems: Where Are We? And Where Do We Go From Here?". A.I. Magazine, primavera, 1982, p. 4.

\* DAVIS, RANDALL (1984): "Amplifying Expertise ..", op. cit., p. 20.

<sup>40</sup> Cfr.

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984, p. 184.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A knowledge-based expert system for auditing

Aunque la resolución del problema es la principal cualidad que se requiere de un experto, sin embargo, no es una cualidad suficiente, pues —como indica Davis—: "¿estaríamos dispuestos a calificar a alguien de experto si pudiese resolver un problema, pero que fuese incapaz de explicar el resultado, incapaz de aprender cualquier cosa nueva sobre el dominio, incapaz de determinar si su pericia era o no relevante, etc.?. Pienso que no".<sup>41</sup> Por consiguiente, para catalogar a una persona como experta, además de ser capaz de resolver el problema, debe reunir ciertas cualidades, tales como: sentido común, sabiduría, intuición, imaginación, creatividad.<sup>42</sup>

En este sentido, Hartman<sup>43</sup> da los siguientes criterios para detectar a un experto del dominio. Un experto es una persona que: (1) ve las cosas que los demás pasan por alto, (2) puede percibir y ordenar desde el caos, (3) sabe cuando algo no se ajusta a las reglas, (4) sabe cuando puede, y cuando no puede, expresar una opinión, (5) tiene fe en su opinión y (6) puede rápidamente suprimir reglas anticuadas.

En definitiva, un experto en un dominio se diferencia de una persona no experta en que posee un conocimiento y una serie de cualidades sobre un tema, que le permiten realizar su trabajo de una forma eficiente mucho mejor que el resto de personas. Este conocimiento y cualidades se denomina **pericia o conocimientos técnicos** [en inglés *expertise*].

Este término es utilizado por la mayoría de los

---

advanced computer systems". European Journal of Operational Research, septiembre, 1986, p. 372.

<sup>41</sup> Cfr.

\* DAVIS, RANDALL (1982): "Expert Systems...", op. cit., p. 4.

\* DAVIS, RANDALL (1984): "Amplifying Expertise...", op. cit., p. 19.

<sup>42</sup> Cfr. ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J.: "Decision Support and Expert Systems in Auditing: A Review and Research Directions". Accounting and Business Research, primavera, 1987, p. 182.

<sup>43</sup> Cfr. HARTMAN, WIM (1988): "Expert Systems ...", op. cit., p. 3.

autores, sin embargo, resulta algo confuso, pues no hay unanimidad en su significado. Así, para Davis la **pericia** es la «experiencia compilada»<sup>44</sup> o «saber lo que se debe hacer para solucionar un problema».<sup>45</sup> Mientras que para Bullers y Reid, la **pericia** consiste en el conocimiento que se tiene sobre un área determinada, en la comprensión de todos los problemas relacionados con esa área y en la habilidad para resolver los problemas de una forma rápida y eficiente.<sup>46</sup>

Wright define la **pericia** como:

"una habilidad demostrada para realizar eficientemente una labor compleja, quizás semi-estructurada, de un modo superior (sobre dimensiones específicas) basada en el conocimiento específico del dominio acumulado y en los procedimientos de inferencia/juicio"-  
.<sup>47</sup>

Y D'Hoeraene entiende la **pericia** en el sentido amplio de «saber hacer», distinguiendo tres tipos de **pericia** diferentes:<sup>48</sup>

"1. **Pericia funcional.** Es una pericia sabia, aguda, integrante, donde el error puede estar cargado de consecuencias; la inteligencia de las reglas y los hechos es de importancia primordial".

"2. **Pericia operativa,** donde la jerarquización de las reglas y el respeto de los procedimientos predominan y donde el error puede ocasionar demoras y/o costes irrevocables".

"3. **Pericia de ejecución,** que exige la posesión del «know how» del saber hacer, de la práctica, del conocimiento de los actores y del terreno y en la que, igualmente, el error es generador de costes y/o de molestias".

Por otro lado, Edwards y Connell, a la hora de definir

---

<sup>44</sup> Cfr. DAVIS, RANDALL (1982): "Expert Systems...", op. cit., p. 4.

<sup>45</sup> DAVIS, RANDALL (1984): "Amplifying Expertise...", op. cit., p. 19.

<sup>46</sup> Cfr. BULLERS, W. I. y REID, R. A. (1987): "Management Systems ...", op. cit., p. 54.

<sup>47</sup> Cfr. WRIGHT, WILLIAM F.: "Discussant's Comments on: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984, p. 208.

<sup>48</sup> D'HOERAENE, J.: "Systèmes experts: demandeurs, utilisateurs bénéficiaires et victimes". La Revue du Financier, nº. 80, febrero-marzo, 1991, p. 39.

un experto, establecen la distinción entre **pericia** (*expertise*) y **habilidad** (*expertness*):

"... la **pericia** (*expertise*) es un cuerpo de conocimientos operativos que permiten la ejecución de una variedad de tareas y que a menudo implican una 'teoría' de la acción que se realiza. Cuando el comportamiento de un individuo reúne criterios de eficiencia y habilidad en la ejecución de algunas tareas demuestra **habilidad** (*expertness*) en la realización de esa tarea pero no necesariamente la **pericia** (*expertise*) de aquellos a los que designaron para continuar las actividades que han dominado. Los **expertos** son seres humanos que tienen **pericia** (*expertise*) y demuestran **habilidad** (*expertness*) en llevar a cabo una tarea".<sup>49</sup>

Por último, algunos autores traducen *expertise* por «**experticia**». En este sentido, Ángel Martínez manifiesta: "Si un perito es el que demuestra pericia en su campo, un experto mostrará «experticia» (no experiencia, que también puede tenerla un perito) en el suyo".<sup>50</sup> Esta misma palabra es la utilizada por Flores y Winograd cuando se refieren a la pericia (o conocimientos técnicos) de un experto.<sup>51</sup>

Desde nuestro punto de vista, es término más adecuado **pericia**, entendiéndose ésta como un cúmulo de conocimientos técnicos especializados, sabiduría, experiencia y saber hacer que posee un experto.

**C. El usuario.** Es la persona encargada de utilizar el sistema experto. Aunque no es experto sobre la materia, debe disponer de un cierto conocimiento sobre la misma para poder trabajar con el sistema experto. El usuario debe estar capacitado para responder a todas las preguntas que le plantee el sistema, y es, precisamente, aquí donde se

---

<sup>49</sup> EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989, pp. 44-45.

<sup>50</sup> MARTÍNEZ, ÁNGEL: "Inteligencia artificial. La gran guía". Grupo editorial Jackson, Madrid, 1991, p. 86.

<sup>51</sup> Cfr. FLORES, FERNANDO y WINOGRAD, TERRY: "Hacia la comprensión de la Informática y la Cognición". Hispano Europea. Barcelona, 1989, pp. 180-181.

encuentra comprometida la responsabilidad del usuario, pues, como indica Retour, "el valor de las respuestas de salida presentadas depende de la calidad de las informaciones o de las orientaciones de entrada dadas (bajo forma de deseos o de preferencias)".<sup>52</sup> También debe ser capaz de aceptar, rechazar y criticar las soluciones aportadas por el sistema. Además, el usuario debe poder dialogar con facilidad con el experto sobre los temas relacionados con el trabajo que realiza. También es muy importante, para el éxito de un proyecto de sistema experto, tener en cuenta las aspiraciones y deseos de los usuarios.<sup>53</sup>

Los usuarios de los sistemas expertos también se pueden clasificar por categorías. Así, de acuerdo con Mumford, el usuario de un sistema experto puede actuar de cuatro formas diferentes: (1) como cliente, buscando respuesta a los problemas; (2) como instructor, añadiendo conocimiento al sistema; (3) como alumno, aprendiendo del sistema; o (4) realizando las tres actividades citadas a la vez.<sup>54</sup> Por otra parte, D'Hoeraene<sup>55</sup> distingue tres tipos de usuarios: (1) el usuario directo, (2) el usuario intermediario y (3) el usuario final.

**D. El administrador de la base de conocimientos.** El administrador (o director) de la base de conocimientos es el encargado de mantener el conocimiento actualizado dentro de la base de conocimientos. El administrador de la base de conocimientos tiene que estar perfectamente familiarizado

---

<sup>52</sup> RETOUR, DIDIER: "L'évaluation des systèmes experts de gestion: proposition d'une cadre d'analyse". *Revue Française de Gestion*, nº. 72, enero-febrero, 1989, p. 47.

<sup>53</sup> Una ampliación sobre las aspiraciones y deseos de los usuarios de un sistema experto puede verse, por ejemplo, en D'HOERAENE, J. (1991): "Systèmes experts ...", op. cit., pp. 34-41.

<sup>54</sup> Cfr. MUMFORD, ENID: "Managerial Expert Systems and Organizational Change: Some Critical Research Issues". Incluido en R. J. BOLAND, Jr. y R. A. HIRSCHHEIM [Eds.], "Critical Issues in Information Systems Research". John Wiley & Sons, Chichester, 1987, p. 136.

<sup>55</sup> Cfr. D'HOERAENE, J. (1991): "Systèmes experts: demandeurs, utilisateurs bénéficiaires et victimes". *La Revue du Financier*, nº. 80, febrero-marzo, 1991, p. 37.

con las capacidades del sistema y con el conocimiento del dominio. Actúa como enlace entre el ingeniero del conocimiento y el experto.<sup>56</sup>

### 3.2. Metodología de desarrollo de sistemas expertos.

Tal como quedó expuesto en el Capítulo 2, los sistemas expertos presentan diferencias importantes en relación con los programas informáticos convencionales, y, por lo tanto, requieren, también, una metodología de desarrollo distinta.

#### 3.2.1. Factores a considerar a la hora de construir un sistema experto.

Saber cuándo es conveniente la utilización de un sistema experto para la resolución de un problema en lugar de un programa informático convencional no es fácil. De acuerdo con Waterman,<sup>57</sup> sólo se deberá utilizar la tecnología de los sistemas expertos en lugar de la programación convencional cuando sea **posible**, cuando esté **justificado** y cuando sea **apropiado** su desarrollo. Con relación a estas preguntas, Waterman da las siguientes respuestas:

Es **posible** desarrollar un sistema experto siempre que se den las siguientes circunstancias:

- la tarea no requiere sentido común,
- la tarea requiere sólo habilidad,

---

<sup>56</sup> Cfr.

\* SCHATZ, HARRY, STRAHS, ROANNE y CAMPBELL, LEO: "Designing an Expert System for Long-Term Maintenance". Journal of Accounting and EDP, otoño, 1987, pp. 20-21.

\* BRYANT, NIGEL: "Managing Expert Systems". John Wiley & Sons, Chichester, 1988, pp. 49 y 64-65.

<sup>57</sup> Cfr. WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., pp. 127-134.

- los expertos pueden articular sus métodos,
- existen expertos genuinos,
- los expertos están de acuerdo en las soluciones,
- la tarea no es demasiado difícil,
- la tarea se entiende con facilidad.

Está **justificado** el desarrollo de un sistema experto cuando se den las siguientes circunstancias:

- la solución de la tarea tiene una alta rentabilidad,
- la pericia humana se está perdiendo,
- la pericia humana es escasa,
- se necesita pericia en muchas localizaciones,
- se necesita pericia en entornos hostiles.

Es **apropiado** desarrollar un sistema experto siempre que se den las siguientes circunstancias:

- la tarea requiere manipulación simbólica,
- la tarea requiere soluciones heurísticas,
- la tarea no es demasiado sencilla,
- la tarea tiene un valor práctico,
- la tarea tiene un tamaño manejable.

Además de las razones expuestas, otros autores apuntan también otras razones a tener en cuenta:<sup>58</sup>

- la tarea debe tener un dominio muy bien definido;
- la fuente principal de la actuación del experto tiene

---

<sup>58</sup> Cfr.

\* DUDA, RICHARD O. y GASCHNIG, J. G.: "Knowledge-Based Expert Systems Come of Age". Byte, septiembre, 1981, p. 262.

\* MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1984): "Expert Systems ...", op. cit., p. 184.

\* DAVIS, RANDALL (1984): "Amplifying Expertise ...", op. cit., p. 37.

\* HAYES-ROTH, FREDERICK: "Knowledge-based expert systems: the state of the art in the US". Incluido en J. FOX [Ed.]: "Expert systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech Limited, Maidenhead, Berkshire, 1984, pp. 52-54.

\* HANSEN, J. V. y MESSIER, W. F., Jr. (1986): "A knowledge-based ...", op. cit., p. 373.

\* MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 95-96.

que ser el conocimiento especial, el juicio y la experiencia;

- los expertos están disponibles para comunicar sus conocimientos y experiencia;
- rechazar aquellos problemas en que distintos expertos discrepen entre sí sobre su solución;
- rechazar áreas en que no se puedan resolver problemas iniciales con una parte limitada de los conocimientos totales del experto.
- se manejan grandes números de posibilidades con información incompleta o incierta;
- deberá tenerse en consideración el grado de aceptación del sistema por parte del usuario;
- pedir al experto que revise las soluciones del sistema y sus líneas de razonamiento;
- desarrollar un prototipo inicial del sistema experto, relativamente pequeño, con el fin de comprobar rápidamente la viabilidad del sistema para la solución del problema;
- modificar el sistema incorporando las críticas aportadas por el experto e incrementar progresivamente la base de conocimiento, con el fin de que contenga más aspectos del problema de interés;
- evaluar continuamente el sistema con comprobación de nuevos casos.

Por su parte, Coats<sup>59</sup> en lugar de enumerar las características que hacen que un problema sea un buen candidato para el desarrollo de los sistemas expertos, se limita a indicar las razones que hacen que un problema sea un mal candidato para ser tratado por medio de un sistema experto:

---

<sup>59</sup> COATS, PAMELA K.: "Why Expert Systems Fail". Financial Management, vol. 17, nº 3, otoño, 1988, pp. 82-83.

"1. La definición del problema es difícil de encontrar o está mal estructurado ...."

"Las aplicaciones necesitan unos límites claros..."

"2. Nadie ha vencido consistentemente la tarea ..."

"3. Las conclusiones/soluciones están basadas en muchos factores no lo suficientemente entendidos como para ser explicados..."

"4. Las conclusiones/soluciones están basadas en muchos factores que son inherentemente imprevisibles..."

"5. El problema requiere una representación del conocimiento temporal o espacial. Se necesitan enormes cantidades de memoria para seguir la pista de los períodos de tiempo interrelacionados variables y las localizaciones físicas..."

"6. El coste de una mala decisión es extremadamente alto".

"7. La tarea requiere el sentido común..."

"8. Los programas convencionales son adecuados para la aplicación".

### 3.2.2. Fases de desarrollo de un sistema experto.

Cuando una empresa es consciente de la potencialidades de los sistemas expertos y apuesta por esta nueva tecnología, lo primero que tiene que hacer es conseguir un compromiso claro y continuado por parte de los directivos de la empresa, pues la puesta en práctica de un sistema experto es un proceso complejo que puede durar muchos meses, incluso muchos años, y requiere muchos recursos materiales y humanos.<sup>60</sup> Además, para que el proyecto de puesta en práctica de un sistema experto tenga éxito, se requieren capacidades técnicas, conocimiento comercial, habilidades sociales,

---

<sup>60</sup> Cfr. MARTIN, THOMAS J.: "Expert Systems in Finance and Accounting: a Technology Whose Time Has Come". Corporate Controller, mayo-junio, 1989, pp. 5-10.

motivación y la participación de los expertos y de los usuarios potenciales del sistema.<sup>61</sup>

En segundo lugar, hay que mentalizar y educar a los usuarios potenciales de los sistemas expertos sobre esta nueva tecnología. Cuando estas personas sean conscientes de las posibilidades de los sistemas expertos es cuando pueden empezar a pensar en los problemas que resolverían los sistemas expertos en la empresa.<sup>62</sup> Además, este proceso de educación y mentalización es muy importante si no se quiere que la gente sienta el temor de verse desplazada por estos sistemas y, como consecuencia de ello, los rechace y no colabore. También es muy importante que el personal usuario participe en el proyecto; para ello, habrá que tener en cuenta los objetivos y las aspiraciones de los usuarios del sistema, pues, como indica Harrington, "los usuarios deben de querer el sistema y el sistema tiene que ser aceptable para ellos. Si no, la transferencia del sistema acabado al usuario tendrá una gran probabilidad de fracasar".<sup>63</sup>

Una vez que la empresa ha descubierto las potencialidades de los sistemas expertos y el personal implicado en su desarrollo ha tomado conciencia de su importancia, se procede a la construcción de las aplicaciones. La introducción de los sistemas expertos en la empresa ha de hacer de forma progresiva, empezando con aplicaciones relativamente sencillas, y aumentando en complejidad por medio de sucesi-

---

<sup>61</sup> Cfr. MUMFORD, ENID: "Managing complexity: the design and implementation of expert systems". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood Limited, Chichester, 1989, p. 308.

<sup>62</sup> Cfr.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)-EDP TECHNOLOGY RESEARCH SUBCOMMITTEE: "An Introduction to Artificial Intelligence and Expert Systems". AICPA-M.A.S.S.R., New York, 1987, p. 17.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)-EDP TECHNOLOGY RESEARCH SUBCOMMITTEE: "Expert systems for accountants: has their time come?". Journal of Accountancy, diciembre, 1987, p. 122.

<sup>63</sup> HARRINGTON, SUSAN J.: "Implementing Expert Systems: Approaches and Caveats". Journal of Systems Management, noviembre, 1988, p. 27.

vos desarrollos.<sup>64</sup>

Algunos autores consideran que el proceso de diseño y construcción de los sistemas expertos es un **arte**,<sup>65</sup> aunque habría que matizar, pues se trata de un arte bastante bien estructurado.<sup>66</sup> Sin embargo, para que el proceso de construcción de un sistema experto sea más eficaz, es necesario poseer un dominio especial de las técnicas de la inteligencia artificial y de los sistemas expertos y, además, realizar dicho proceso de desarrollo siguiendo una serie de etapas lógicas.

Dada la juventud de los sistemas expertos, no existe una metodología de desarrollo que este generalmente aceptada. Está metodología, por desgracia, todavía está mal especificada, y suele variar según los autores.<sup>67</sup> Sin embargo, la metodología de desarrollo de sistemas expertos propuesta

---

<sup>64</sup> Cfr. BENCHIMOL, GUY: "L'intelligence artificielle dans l'entreprise". Direction et Gestion des Entreprises, nº. 6, noviembre-diciembre, 1985, p. 58.

<sup>65</sup> Cfr.

\* DAVIS, RANDALL (1984): "Amplifying Expertise ...", op. cit., p. 18.

\* BONNET, ALAIN (1984): "L'intelligence artificielle ...", op. cit., p. 177.

\* PALAZÓN ARGÜELLES, ALFONSO: "Los sistemas expertos como ayuda a las empresas". Dirección y Progreso, nº 119, septiembre-octubre, 1991, p. 24.

<sup>66</sup> Cfr. MARTÍNEZ, ÁNGEL (1991): "Inteligencia artificial ...", op. cit., p. 123.

<sup>67</sup> Cfr.

\* DAVIS, RANDALL (1982): "Expert Systems ...", op. cit., p. 10.

\* DILLARD, JESSE F.: "Discussant's Comments on: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984, pp. 204-205.

\* DILLARD, JESSE F. y MUTCHLER, JANE F.: "Knowledge-based Expert Support Systems in Auditing". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988, pp. 137-139.

\* HARMON, PAUL y KING, DAVID (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 255-271.

\* EDMUNDS, ROBERT A. (1988): "The Prentice ...", op. cit., pp. 179-197.

\* RIBAR, GARY S.: "Towards a Generalized Methodology for Expert Systems Development". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol 1, nº. 4, septiembre, 1988, pp. 13-16.

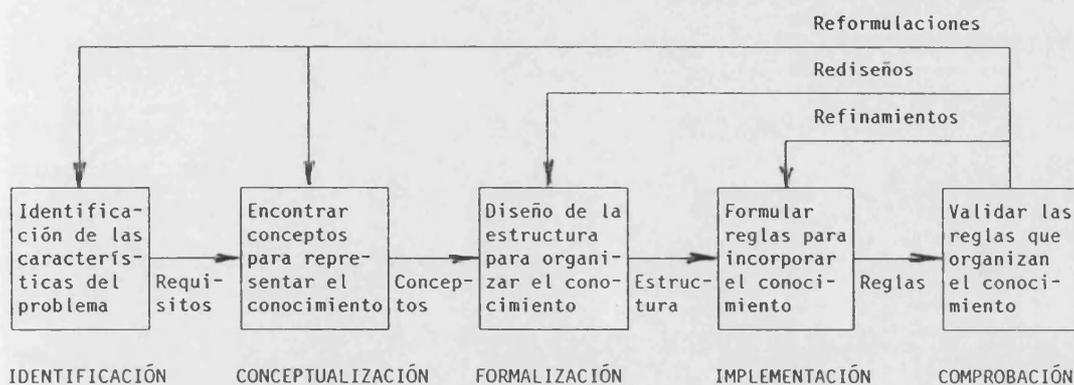
\* FRENZEL, LOUIS E., Jr. (1989): "A fonfo ...", op. cit., pp. 145-164.

\* MARTÍN FABA, JOSÉ: "Metodología de Construcción de Sistemas Expertos". ALI, nº. 13, mayo, 1990, pp. 35-43.

\* NEBENDAHL, DIETER [Ed.]: "Sistemas Expertos. Parte 2. Experiencia de la práctica". Marcombo. Barcelona, 1991, pp. 271-314.

por Buchanan<sup>68</sup> es la más utilizada.<sup>69</sup> Para este autor, el desarrollo de un sistema experto pasa por las siguientes fases: (1) Identificación, (2) conceptualización, (3) formalización, (4) implementación y (5) comprobación. En la Figura 3 se muestra esquemáticamente cómo interactúan estas fases.<sup>70</sup>

Figura 3. Fases de la adquisición del conocimiento



Fuente: BUCHANAN, BRUCE G., BARSTOW, DAVID, BECHTAL, ROBERT, BENNETT, JAMES, CLANCEY, WILLIAM, KULIKOWSKI, CASIMIR, MITCHELL, TOM, WATERMAN, DONALD A.: "Constructing an Expert System". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONAL A. WATERMAN y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983, p. 139.

La fase de identificación del problema consiste en identificar todas las características del problema con el fin de poder determinar los requisitos necesarios para solucionar el mismo. Para ello, lo primero que hay que hacer es confeccionar una lista de las posibles aplicaciones que

<sup>68</sup> Cfr. BUCHANAN, BRUCE G., BARSTOW, DAVID, BECHTAL, ROBERT, BENNETT, JAMES, CLANCEY, WILLIAM, KULIKOWSKI, CASIMIR, MITCHELL, TOM, WATERMAN, DONALD A.: "Constructing an Expert System". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONAL A. WATERMAN y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983, pp. 140-149.

<sup>69</sup> La metodología propuesta por Buchanan ha sido utilizada por autores tan importantes como:  
 \* HAYES-ROTH, FREDERICK et al. (1983): "An Overview ...", op. cit., pp. 23-25.  
 \* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., pp. 136-139.  
 \* CHATAIN, JEAN-NOËL y DUSSAUCHOY, ALAIN (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 58-72.  
 \* TURBAN, EFRAIM (1988): "Decision Support ...", op. cit., pp. 381-382.  
 \* MISHKOFF, HENRY C.: "A fondo: Inteligencia artificial". Anaya Multimedia, Madrid, 1988, pp. 23-25.

<sup>70</sup> Una adaptación de este esquema puede verse en WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide to ...", op. cit., p. 137.

son susceptibles de ser adaptadas a los sistemas experto.<sup>71</sup> Una vez elegido el problema a tratar, se identifican los aspectos importantes que caracterizan el problema. Para ello, se realizará un estudio del problema que incluirá, entre otras, las siguientes consideraciones: definición del problema; objetivos que se persiguen; recursos físicos y humanos necesarios; estudio de coste/beneficio; etc.

La **fase de conceptualización** consiste definir los conceptos que permitan la representación adecuada del conocimiento. Para ello, es necesario identificar todos los elementos necesarios para la solución del problema. Estos elementos son: los conceptos, las relaciones, los procedimientos, las reglas de inferencia, las heurísticas, etc. En esta etapa cobra especial importancia el proceso de adquisición del conocimiento. (Ver I-Capítulo 4).

En la **fase de formalización** se eligen los formalismos que mejor representan el conocimiento, de acuerdo con los datos conseguidos en la fase de conceptualización. En esta fase se diseñan las estructuras de los datos, las reglas, los procedimientos de inferencia, y se eligen las herramientas que se van a utilizar en el proceso de construcción del prototipo sistema experto. En esta fase se seleccionan también las técnicas a utilizar para la representación del conocimiento, los métodos de razonamiento y las herramientas de desarrollo.

En la **fase de implementación** se construye el programa, y se introducen en la base de conocimiento los hechos y las reglas necesarios para la solución del problema.

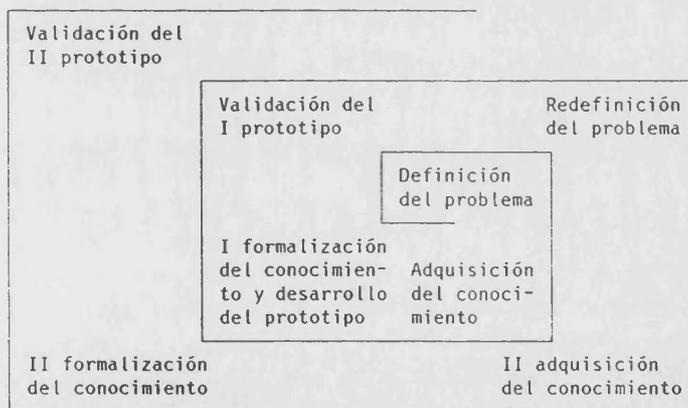
En relación con esta etapa, es muy importante resaltar

---

<sup>71</sup> Una metodología para evaluar las aplicaciones potenciales de los sistemas expertos puede verse en LAUFMANN, STEVEN C., DEVANEY, MICHAEL y WHITING, MARK A.: "A Methodology for Evaluating Potential KBS Applications". IEEE Expert, diciembre 1990, pp. 43-61.

que en el desarrollo de un sistema experto no se siguen las fases del **Ciclo de vida de desarrollo de sistemas**, que se siguen en la construcción de un sistema informático convencional (i.e., análisis de exigencias, diseño conceptual, diseño detallado, construcción, comprobación e implementación), pues esta metodología no tiene la flexibilidad necesaria para la creación de un sistema experto. En el desarrollo de un sistema informático convencional se requiere una especificación muy completa de todo el sistema, mientras que el desarrollo de un sistema experto debe realizarse siguiendo un proceso de desarrollo progresivo en forma de espiral (ver Figura 4); es decir, se realiza un prototipo inicial que se va ampliando, a través de sucesivas modificaciones, hasta llegar al producto final.<sup>72</sup> Esta nueva metodología de construcción de sistemas se denomina **elaboración de prototipos (prototyping)**.

Figura 4. Desarrollo incremental de un sistema experto



Fuente: RIBAR, GARY S.: "Expert Systems Validation: A Case Study". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 3, junio, 1988, p. 26.

<sup>72</sup> Cfr. SEILHEIMER, STEVEN D.: "Current State of Decision Support System and Expert System Technology". Journal of Systems Management, agosto, 1988, p. 18.

La **elaboración de prototipos**<sup>73</sup> consiste en desarrollar un pequeño sistema prototipo para resolver una parte muy pequeña del problema que se desea estudiar, con el fin de demostrar la viabilidad del sistema. Si este primer prototipo resulta viable, el sistema se va revisando y ampliando sucesivamente por medio de nuevos prototipos que abarcan nuevos aspectos del problema. Este proceso iterativo sigue hasta que el sistema resuelve todo el problema.<sup>74</sup> Ahora bien, hay que tener en cuenta que un sistema experto no se puede dar nunca por terminado, pues continuamente habrá que añadir nuevos hechos y conocimientos al sistema con el fin de mejorar su rendimiento.<sup>75</sup>

Waterman<sup>76</sup> distinguen cinco estados en el proceso de desarrollo de un sistema experto hasta que éste llega a ser un producto comercial: (1) Prototipo de demostración, (2) prototipo de investigación, (3) prototipo de campo, (4) modelo de producción y (5) sistema comercial.

Por último, la **fase de validación** consiste en evaluar y comprobar el buen funcionamiento del sistema. De acuerdo

---

<sup>73</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en:

\* NAUMAN, J. D. y JENKIS, A. M.: "Prototyping: The New Paradigm for System Development". MIS Quarterly, vol. 6, nº 3, 1982, pp. 32-33.

\* ALAVI, M.: "An Assessment of the Prototyping Approach to Information Systems Development". Communications of the ACM, vol. 27, nº. 6, junio, 1984, pp. 556-563.

\* BOEHM, B., GRAY, T. y SEEWALDT, T.: "Prototyping versus Specifying: A Multiproject Experiment". IEEE Transactions on Software Engineering, vol. 10, nº. 3, mayo, 1984, pp. 290-303.

\* O'LEARY, DANIEL E.: "Software Engineering and Research Issues in Accounting Information Systems". Journal of Information Systems, primavera, 1988, pp. 32-33.

<sup>74</sup> Cfr. DUCHESSI, PETER et al. (1988): "A Knowledge-Engineered ...", op. cit., p. 58.

<sup>75</sup> Cfr. DOLOGITE, DOROTHY G.: "Developing a Knowledge-Based System on a Personal Computer Using An Expert System Shell". Journal of Systems Management, octubre, 1987, p. 37.

<sup>76</sup> Cfr. WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide to ...", op. cit., pp. 140-141.

Otros investigadores proponen pasos similares. En este sentido, véase por ejemplo:

\* CUPELLO, JAMES M. y MISHELEVICH, DAVID: "Managing Prototype Knowledge/Expert System Projects". Communications of the ACM, vol. 31, nº. 5, mayo, 1988, pp. 534-541.

con Daniel E. O'Leary,<sup>77</sup> el proceso de validación de un sistema experto consiste en evaluar y comparar las decisiones de sistema experto frente a las decisiones de los expertos. En términos parecidos se manifiestan Timothy O'Leary et al.,<sup>78</sup> que consideran que el proceso de validación de un sistema experto consiste en determinar si el sistema representa con precisión los conocimientos de un experto sobre un campo de problemas concreto. En la fase de validación de un sistema experto el ingeniero del conocimiento revisa el sistema para ver si produce las soluciones esperadas, o soluciones tan válidas como las que obtendríamos de un experto humano.

Las técnicas de validación de sistemas expertos son todavía escasas y están muy mal especificadas.<sup>79</sup> La

---

<sup>77</sup> Cfr.:

\* O'LEARY, DANIEL E.: "Validation of Expert Systems - With Applications to Auditing and Accounting Expert Systems". *Decision Sciences*, vol. 18, nº. 3, 1987, pp. 468-486.

Véase, también, por ejemplo:

\* JAMIESON, RODGER (1988): "An Audit ...", op. cit., pp. 10-11.

\* O'KEEFE, ROBERT M.; BALCI, OSMAN y SMITH, ERIC P.: "Validating Expert System Performance". *IEEE Expert*, vol. 2, nº. 4, invierno, 1987, pp. 81-90,

\* O'LEARY, TIMOTHY J.; GOUL, M.; MOFFITT, K.E. y RADWAN, A.E.: "Validating Expert Systems". *IEEE Expert*, vol. 5, nº. 3, junio, 1990, pp. 51-58.

<sup>78</sup> Cfr. O'LEARY, TIMOTHY J. et al. (1990): "Validating Expert ...", op. cit., pp. 51-52.

<sup>79</sup> Sobre el tema de la **validación y evaluación de los sistemas expertos**, pueden consultarse, entre otros, los siguientes trabajos:

\* GASCHNIG, JOHN, KLAHR, PHILIP, POPE, HARRY, SHORTLIFFE, EDWARD y TERRY, ALLAN: "Evaluation of Expert Systems: Issues and Case Studies". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONAL A. WATERMAN y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983.

\* LIEBOWITZ, JAY: "Useful Approach for Evaluating Expert Systems". *Expert Systems*, vol. 3, nº 2, 1986.

\* O'KEEFE, ROBERT M.: "The Validation of Expert Systems Revisited". *Journal of the Operational Research Society*, vol. 40, nº. 5, mayo, 1989, pp. 509-511.

\* O'KEEFE, ROBERT M. et al. (1987): "Validating Expert ...", op. cit., pp. 81-90.

\* O'LEARY, DANIEL E. (1987): "Validation of ...", op. cit., pp. 468-486.

\* O'LEARY, DANIEL E. y KANDELIN, NILS A.: "Validating the weights in rule-based expert systems: a statistical approach. Incluido en AMERICAN ACCOUNTING ASSOCIATION: "Collected Abstracts of the American Accounting Association's Annual Meeting. August 15-17, 1988, Orlando, Florida". American Accounting Association. Sarasota. Florida. 1988.

\* FINLAY, PAUL N., FORSEY, GARETH J. y WILSON, JOHN M.: "The Validation of Expert Systems—Contrasts with Traditional Methods". *Journal of the Operational Research Society*, vol. 39, nº. 10, octubre, 1988, pp. 933-938.

\* FINLAY, PAUL N. y WILSON, JOHN M.: "The Validation of Expert Systems—Contrasts with Traditional Methods: A Reply to O'Keefe's Comments". *Journal of the Operational Research Society*, vol. 40, nº. 5, mayo, 1989, pp. 511-512.

\* OAKLEY, BRIAN: "Evaluation Criteria for Expert Systems". Incluido en BERNOLD, THOMAS y HILLENKAMP, ULRICH [Eds.]: "Expert Systems in Production and Services II. From Assessment to Action?". Elsevier Science Publishers B.B., Amsterdam, 1989, pp. 123-129.

\* O'LEARY, TIMOTHY J. et al. (1990): "Validating Expert ...", op. cit., pp. 51-58.

validación es uno de los mayores problemas con los que se enfrenta el desarrollo de los sistemas expertos. Incluso, algunos autores, consideran que, en la actualidad, el cuello de botella de la adquisición del conocimiento puede ser sustituido por el cuello de botella de la validación.<sup>80</sup> Aunque se pueden utilizar muchos de los criterios de evaluación de los sistemas informatizados o humanos, tales como: la exactitud, la rentabilidad, la eficiencia, la amabilidad con el usuario, etc.; sin embargo, los sistemas expertos son distintos de los sistemas informáticos convencionales, pues contienen la pericia humana y, por consiguiente, deben ser comparados frecuentemente con relación a la realización humana. Por consiguiente, en el estado actual del arte de los sistemas expertos, el proceso de evaluación de los mismos es más un arte que una ciencia.<sup>81</sup> En la construcción de los sistemas expertos faltan todavía metodologías formales de evaluación y medidas de rendimiento, análogas a las utilizadas en estadística aplicada o en

---

\* O'LEARY, DANIEL E.: "Single and Multiple Period Decision Models for Analysis of Quality and Quantity of Validation". *Decision Sciences*, vol. 23, nº. 6, noviembre-diciembre, 1992, pp. 1443-1422.

\* BAHILL, A. TERRY: "Verifying and Validating Personal Computer-Based Expert Systems". Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1991.

\* BROWN, CAROL E., NIELSON, NORMA L. y PHILLIPS, MARY ELLEN: "Evaluating Expert Systems in a Financial Domain: A Study Demonstrating Issues in Case Selection, Validation Standards and Evaluator Bias". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 2, nº. 2, abril, 1993, pp. 81-99.

\* BENCH-CAPON, TREVOR, COENEN, FRANS, NWANA, HYACINTH, PATON, RAY, y SHAVE, MICHAEL: "Two Aspects of the Validation and Verification of Knowledge-Based Systems". *IEEE Expert*, vol. 8, nº. 3, junio, 1993, pp. 76-81.

\* O'LEARY, DANIEL E.: "Determining Differences in Expert Judgment: Implications for Knowledge Acquisition and Validation". *Decision Sciences*, marzo-abril, 1993, pp. 395-407.

\* O'LEARY, DANIEL E.: "Verifying and Validating Expert Systems: A Survey". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

\* MENGSHOEL, OLE JAKOB: "Knowledge Validation: Principles and Practice". *IEEE Expert*, vol. 8, nº. 3, junio, 1993, pp. 62-68.

\* PLAZA I CERVERA, ENRIC: "KBS Validation: From Tools to Methodology". *IEEE Expert*, vol. 8, nº. 3, junio, 1993, pp. 45-47.

<sup>80</sup> Cfr. CHANDLER, JOHN S.: "Expert Systems in Auditing: Lessons from the 80's for the 90's". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988, p. 5.

<sup>81</sup> Cfr.:

\* GASCHNIG, JOHN et al. (1983): "Evaluation of ...", op. cit., p. 277.

\* DAVIS, RANDALL (1984): "Amplifying Expertise ...", op. cit., p. 18.

\* BONNET, ALAIN (1984): "L'intelligence artificielle ...", op. cit., p. 177.

\* PALAZÓN ARGÜELLES, ALFONSO (1991): "Los sistemas ...", op. cit., p. 24.

investigación conductista.<sup>82</sup>

En los últimos años han aparecido nuevas metodologías de desarrollo de sistemas expertos que intentan perfeccionar y ampliar la metodología propuesta por Buchanan. En este sentido Jamieson,<sup>83</sup> ha propuesto una metodología normativa de desarrollo de sistemas expertos, mucho más completa y detallada que la de Buchanan. Esta metodología se denomina **NESDeM [Normative Expert Systems Development Methodology]**. La ventaja de esta metodología, comparada con las metodologías anteriores, es que no ha sido desarrollada para una aplicación específica, sino que sirve para todas. En la Tabla 1 se resumen los principales pasos de esta metodología, junto con una breve descripción de cada uno de los ellos.<sup>84</sup>

Tabla 1. Metodología de desarrollo de sistemas expertos NESDeM

FASES	PASOS METODOLÓGICOS	EXPLICACIONES
ORIENTACIÓN	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adoctrinación y formación de desarrolladores si fuera necesario.</li> <li>2. A partir del comité de dirección.</li> <li>3. Selección de la aplicación.</li> <li>4. A partir del equipo de desarrollo inicial.</li> <li>5. Selección inicial del experto.</li> </ol>	<p>A los propietarios potenciales (incluyendo la dirección) y los usuarios del SE se les debería de decir que se espera de la implementación de un SE. Si los que hacen el desarrollo no tienen experiencia, es necesario la formación.</p> <p>Los directores del comité son responsables de que el proyecto tenga un desarrollo "suave".</p> <p>Una aplicación ajustada se seleccionará para la implementación de un SE.</p> <p>Un equipo inicial de ingenieros de conocimiento será seleccionado para implementar el SE.</p> <p>Un experto es inicialmente seleccionado para la adquisición del conocimiento.</p>
VIABILIDAD	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Demostrar las capacidades técnicas.</li> <li>7. Demostrar capacidades comerciales.</li> </ol>	<p>Dado el software requerido y los recursos del hardware, hay que determinar si es posible construir el SE.</p> <p>Los beneficios de implementar el SE tienen que quedar demostrados para justificar los costes potenciales.</p>

<sup>82</sup> Cfr. CHANDLER, JOHN S. (1988): "Expert Systems ...", op. cit., p. 4.

<sup>83</sup> Cfr. JAMIESON, RODGER (1988): "An Audit ...", op. cit., pp. 7-9.

<sup>84</sup> Un resumen de la metodología **NESDeM** puede verse en van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A.: "Expert Systems in Auditing". Macmillan Publishers., Globe Book Services, London, 1990, pp. 56-58.

SELECCIÓN	8. Formalización del equipo de desarrollo 9. Plan de desarrollo del proyecto. 10. Definición del problema. 11. Reselección de experto(s) si fuera necesario. 12. Selección inicial de las herramientas de software y hardware.	<p>La selección de los ingenieros del conocimiento se tiene que ir revisando, y se modifica el equipo si fuera necesario.</p> <p>Se desarrolla un plan del proyecto para guiar los siguientes esfuerzos de desarrollo. Los hitos están también indicados cuando tienen que ser completadas ciertas partes del sistema. El área de aplicación (funcionalidad del sistema) para la implementación queda definida. Se revisa la selección de expertos y otros expertos pueden ser elegidos.</p> <p>Las herramientas de hardware o software requeridas (por ejemplo, la concha de SE) son seleccionadas, y se compran si éstas se ajustan ciertamente y tienen las capacidades para el sistema.</p>
ANÁLISIS DEL CONOCIMIENTO	13. Adquisición del conocimiento.	El ingeniero del conocimiento captura el conocimiento de los expertos seleccionados.
DISEÑO DE LA BASE DE CONOCIMIENTO	14. Conceptualización. 15. Formulación.	<p>Los conceptos claves, relaciones y flujos de información se usan para describir el proceso de solución de un problema. El proceso de solución de un problema se analiza y se afirman las alternativas posibles.</p> <p>Los conceptos claves serán en este momento traducidos en un lenguaje de representación formal, tal como reglas SI ... ENTONCES</p>
CONSTRUCCIÓN Y PRUEBA DEL PROTOTIPO	16. Revisión de la selección de las herramientas de software y de hardware. 17. Desarrollo del prototipo. 18. Prueba de ejecución del prototipo. 19. Prueba de aceptación en el uso del prototipo. 20. Prueba de campo piloto si fuera necesario. 21. Integración con el entorno del prototipo si fuera necesario. 22. Revisión de los resultados de la prueba de campo. 23. Prototipo de auditoría.	<p>La selección de las herramientas de software y de hardware y pasar a su compra.</p> <p>El conocimiento ya formalizado, en el paso 15, se codifica dentro del sistema, empleando el lenguaje o las herramientas seleccionadas en el paso 16 para formar el prototipo inicial. Se comprueba la ejecución del prototipo.</p> <p>El prototipo es probado para ver la aceptación de los usuarios.</p> <p>Tanto la ejecución como el grado de aceptación del prototipo podría ser comprobado mediante el permiso a los usuarios seleccionados de emplear el prototipo en su entorno de trabajo durante un período de tiempo.</p> <p>Si el prototipo necesita la interacción con otras aplicaciones, dispositivos o software, antes de que los resultados de la prueba de campo pudieran ser obtenidos correctamente y confirmados, entonces se hace aconsejable actuar de este modo.</p> <p>Los resultados de la prueba de campo son revisados y analizados.</p> <p>Los que realizan el desarrollo, los usuarios y los directores tiene que buscar todas las deficiencias del prototipo para que éstas vayan siendo rectificadas.</p>

<p>CONSTRUCCIÓN Y PRUEBA DE LA VERSIÓN OPERATIVA</p>	<p>24. Desarrollar la versión operativa.</p> <p>25. Prueba de ejecución de la versión operativa.</p> <p>26. Prueba de aceptación del usuario de la versión operativa.</p> <p>27. Desarrollo de la documentación formal.</p> <p>28. Comprobación de campo a gran escala.</p> <p>29. Integración con el entorno del sistema.</p> <p>30. Revisión de los resultados de la prueba de campo y ejecución de las fases de seguimiento.</p> <p>31. Auditoría operativa de sistemas.</p>	<p>Los pasos 13 al 23 son repetidos iterativamente hasta que el prototipo llegue a convertirse en la versión operativa a gran escala.</p> <p>Se comprueba la ejecución del sistema.</p> <p>Se comprueba la aceptación del sistema por parte de los usuarios.</p> <p>Las instrucciones manuales para el usuario deberían de quedar formalizadas dentro de un documento, presentable de modo que los usuarios implicados en la comprobación de campo a gran escala (paso 28) fueran capaces de relacionarse con él.</p> <p>La versión operativa se comprueba por los usuarios en su entorno de trabajo potencial.</p> <p>Si la versión operativa necesita estar integrada con otras aplicaciones y con el software, antes de que los resultados de la prueba de campo pudieran ser confirmados correctamente, entonces se hace aconsejable actuar de este modo.</p> <p>Los resultados obtenidos a partir de la prueba de campo son evaluados, y si la ejecución o el grado de aceptación de la versión operativa no está por encima del estándar, se debería de refinar.</p> <p>Los que hacen el desarrollo, los usuarios y la dirección tienen que buscar todas las deficiencias del sistema para que éstos sean rectificados.</p>
<p>PUBLICACIÓN DEL SISTEMA</p>	<p>32. Desarrollo de una documentación completa.</p> <p>33. Desarrollo de los planes de mantenimiento.</p> <p>34. Adiestramiento del usuario.</p> <p>35. La evaluación final del sistema por el equipo del proyecto.</p> <p>36. Prueba de comprobación de la calidad de la seguridad.</p> <p>37. Entrega del SE completo.</p> <p>38. Uso regular del SE en una sesión de juicio con el equipo de desarrollo actual.</p> <p>39. Revisión post-implentación.</p>	<p>Los que hacen el desarrollo deberían de producir ahora una documentación completa del sistema y un manual para el usuario, antes de que se pase al mantenimiento del sistema.</p> <p>Los planes son requeridos para "servir" al sistema periódicamente.</p> <p>Los usuarios requieren el adiestramiento sobre cómo usar el sistema antes de emplearlo en su trabajo regular.</p> <p>El equipo del proyecto (consistente en los ingenieros de conocimiento, los expertos, los usuarios y la dirección implicados en el proyecto) pueden indicar cualquier insatisfacción que ellos hayan podido observar en el sistema.</p> <p>El grupo de la calidad de la seguridad (que es parte del objetivo del departamento de proceso de datos de la organización) tiene que estar seguro de que se satisfacen las necesidades de los usuarios.</p> <p>El sistema se asienta dentro de la organización en que se usa el entorno de trabajo.</p> <p>El sistema se usa regularmente en el entorno de trabajo con el equipo de desarrollo actual en caso de que el sistema tenga un mal funcionamiento o haga ejecuciones incorrectas.</p> <p>La revisión en la post-implentación se ejecuta de modo que cualquier error de un proyecto no pueda ser repetido en el futuro. El proceso de implentación es revisado y documentado.</p>

MANTENIMIEN- TO Y AMPLIA- CIONES	<p>40. Mantenimiento y cambios necesarios del sistema.</p> <p>41. Integración del SE dentro de otras aplicaciones.</p>	<p>El sistema es actualizado periódicamente para incluir reglas adicionales y nuevas aplicaciones cuando sea necesario, y cualquier error hecho por el sistema es corregido.</p> <p>La organización puede desear integrar su SE dentro de otras aplicaciones, después de que el sistema se haya demostrado que es de confianza, para poder incrementar la funcionalidad del sistema.</p>
--	--	--

Otro ejemplo es la metodología de estructura conceptual de Slagle et al.,<sup>85</sup> basada en la **especificación del conocimiento** como base para el desarrollo y mantenimiento del sistema experto. Esta metodología se divide en cinco fases: (1) análisis de los requisitos, (2) adquisición del conocimiento, (3) especificación del conocimiento, (4) verificación y (5) validación.

### 3.2.3. Tiempo y coste del desarrollo de un sistema experto.

Todo el proceso de construcción de un sistema experto requiere mucho esfuerzo material y humano. El tiempo de desarrollo de un sistema experto va desde unos cuantos meses a varios años, y su coste puede oscilar entre unos cuantos miles de dólares hasta más de un millón de dólares.<sup>86</sup>

Los primeros sistemas expertos que se construyeron requerían muchos años-hombre en su construcción. Así, por ejemplo, Davis<sup>87</sup> indica que se necesitan un mínimo de 5 años-hombre para construir un sistema experto importante. En

<sup>85</sup> Cfr. SLAGLE, JAMES R., GARDINER, DAVID A. y HAN, KYUNGSOOK: "Knowledge Specification of an Expert System". IEEE Expert, vol. 5, nº. 4, agosto, 1990, pp. 20-28.

<sup>86</sup> Cfr. MICHAELSEN, ROBERT H.: "Development of an Expert Computer System to Assist in the Classification of Estate Tax Returns". Accounting Horizons, diciembre, 1988, p. 64.

<sup>87</sup> Cfr.

\* DAVIS, RANDALL (1982): "Expert Systems ...", op. cit., p. 10.

\* DAVIS, RANDALL (1984): "Amplifying Expertise ...", op. cit., pp. 26 y 39.

la investigación realizada por Connell,<sup>88</sup> sobre 20 sistemas expertos, el esfuerzo de desarrollo va desde un mínimo de un mes-hombre hasta un máximo de 40 años-hombre, en función del tipo de problema a modelizar y de la herramienta de desarrollo utilizada. Abdolmohohannadi<sup>89</sup> considera que se necesitan alrededor de 40 años-hombre para construir un sistema experto que realice tareas algo difíciles. Así, por ejemplo, la creación del **INTERNIST**, un sistema experto de medicina, llevó 26 años-hombre, y el desarrollo del **PROSPECTOR**, un sistema experto para la exploración de yacimientos minerales, llevo 16 años-hombre.<sup>90</sup> En la actualidad el tiempo de desarrollo de un sistema experto se ha reducido considerablemente como consecuencia de la experiencia acumulada en la construcción de otros sistemas expertos (e.g., el **DENDRAL**, engrendró al **MYCIN**, y éste, a su vez, al **PUFF**)<sup>91</sup> y de los adelantos técnicos que han producido nuevas herramientas de desarrollo de sistemas (e.g., máquinas especiales de IA, lenguajes de ingeniería del conocimiento, conchas, etc.) (ver § I-Capítulo 7). Hayes-Roth<sup>92</sup> ha observado que la productividad en la construcción de los sistemas expertos aumenta aproximadamente el doble cada dos años, y atribuye estas mejoras a dos factores: (1) avances tecnológicos en los métodos disponibles para abarcar la ingeniería de conocimientos y (2) mejoras normales debidas al aprendizaje dentro de un método dado. Con estos nuevos avances, un sistema pequeño, de 100 a 200 reglas, puede hacerse en 1 ó 2 meses y costar entre 10.000 y 40.000 dólares; mientras que un sistema grande, de 2.000 a 10.000 reglas, puede hacerse

---

<sup>88</sup> Cfr. CONNELL, N. A. D.: "Expert Systems in Accounting: A Review of Some Recent Applications". *Accounting and Business Research*, nº. 67, invierno, 1987, p. 225.

<sup>89</sup> Cfr. ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J. (1987): "Decision Support ...", *op. cit.*, p. 183.

<sup>90</sup> Cfr. LIN, ENGMING: "Expert Systems for Business Applications: Potentials and Limitations". *Journal of Systems Management*, julio, 1986, p. 19.

<sup>91</sup> Cfr. DAVIS, RANDALL (1984): "Amplifying Expertise ...", *op. cit.*, p. 26.

<sup>92</sup> Cfr. HAYES-ROTH, FREDERICK (1984): "Knowledge-based ...", *op. cit.*, pp. 56-57.

en 1 a 3 años y costar de 1 a 2 millones de dólares.<sup>93</sup> Newquist,<sup>94</sup> fija el tiempo medio entre 9 y 18 meses.

El segundo aspecto a considerar es el relativo a los **costes de desarrollo de un sistema experto**. Los costes principales de desarrollo de un sistema experto son:<sup>95</sup>

**1. El coste del hardware.** El coste del *hardware* siempre está en relación directa con el número de reglas que contenga el sistema. Cuantas más reglas haya en la base de conocimiento, mayor será el *hardware* que se necesitará. Los primeros sistemas expertos (e.g., el MYCIN, el DENDRAL, el PROSPECTOR, etc.) se construyeron utilizando el máquinas LISP y equipos especialmente diseñados para ello. El coste de estos equipos era muy caro. Hoy en día, aunque siguen existiendo estas máquinas especiales, los sistemas expertos se pueden implementar en equipos más pequeños, e incluso en ordenadores personales, por lo que su coste es mucho menor.

**2. El coste del software.** El *software* de los primeros sistemas expertos se construyó utilizando los lenguajes de programación LISP o PROLOG, aunque también hay algún sistema experto construido con otros lenguajes como el BASIC o el PASCAL. Este *software* era caro, pues no existían todavía entornos y herramientas de desarrollo de sistemas expertos. Posteriormente, se han ido creando lenguajes, entornos y

---

<sup>93</sup> Cfr. RAHMAN, MAWDUDUR y HALLADAY, MAURICE: "Accounting Information Systems. Principles, Applications, and Future Directions". Prentice-Hall International, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1988, p. 365.

<sup>94</sup> Cfr. NEWQUIST III, HARVEY P.: "Artificial Intelligence in the Financial Services Industry". Lafferty Publication, Dublin, 1990, p. 32.

<sup>95</sup> Cfr.

\* ELLIOTT, ROBERT K. y KIELICH, JOHN A.: "Expert systems for accountants". Journal of Accountancy, septiembre, 1985, pp. 133-134.

\* ENGLARD, BOB y KISS, MARTIN: "Overview: expert systems in accounting". Florida CPA, vol. 5, febrero, 1989, p. 20.

\* ENGLARD, BOB, KISS, MARTIN y SCHWARTZ, HAROLD: "Expert Systems in Accounting". The CPA Journal, abril, 1989, p. 61.

\* van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 165-170.

herramientas especiales de desarrollo de sistemas expertos que facilitan la labor de construcción de un sistema experto. Aunque este software es todavía muy caro, se espera que en un futuro no muy lejano el software sea mucho más económico. En la actualidad, ya existen en el mercado herramientas que se pueden utilizar en equipos más pequeños, tales como ordenadores personales.

**3. El coste de adquisición y representación del conocimiento.** El proceso de adquisición y representación del conocimiento es un proceso muy lento, pues se requiere una colaboración muy estrecha entre el ingeniero del conocimiento y del experto durante mucho tiempo. Como se necesita mucho tiempo, y el tiempo de estas personas suele ser a tiempo completo, este proceso es muy caro.

Hoy en día, con la aparición de las conchas, se ha reducido considerablemente el tiempo de adquisición y representación del conocimiento, pues no se requiere que el ingeniero del conocimiento tenga conocimientos sobre el dominio e incluso, en algunas ocasiones, no se requiere la colaboración de éste.

**4. El coste de programación e implementación del sistema.** El proceso de programación e implementación del sistemas es muy lento y bastante caro. Se suele realizar casi al mismo tiempo que se va adquiriendo el conocimiento.

**5. El coste de mantenimiento del sistema.** Los sistemas expertos deben ser revisados y perfilados continuamente con el fin de mantener al día sus conocimientos, de la misma forma que un experto humano refina y modifica sus conocimientos constantemente.<sup>96</sup> Un sistema experto se debe de ir

---

<sup>96</sup> Cfr. MOELLER, ROBERT R.: "Artificial Intelligence: A Primer. (IIA Monograph Series)". The Institute of Internal Auditors, Research Foundation, Altamonte Springs, Florida, 1987, p. 19.

actualizando periódicamente por el director de la base de conocimiento, si se quiere que sea efectivo; sobre todo en actividades como la contabilidad, auditoría, impuestos, etc., donde los conocimientos cambian continuamente. Normalmente el mantenimiento del sistema se realiza por personas distintas a las que lo desarrollaron.

Los costes de mantenimiento suelen ser muy elevados y, en algunas ocasiones, pueden superar ampliamente a los costes de desarrollo. Digital Equipment Corporation (DEC) emplea a 10 personas a jornada completa para mantener el sistema XCON.<sup>97</sup>

**6. Otros costes.** También hay que tener en cuenta los costes de desarrollo de los manuales y guías del usuario, formación del personal, etc.

Con el fin de tener una idea global del coste de desarrollo de un sistema experto, Duke<sup>98</sup> ha propuesto un modelo matemático que permite determinar los costes totales de la construcción de un sistema experto. Parte del concepto antropológico de **herramienta mental**, y considera a los sistemas expertos como una herramienta mental bastante compleja. Según Duke, los costes de cualquier herramienta metal están formados por los siguientes elementos: (1) el coste de diseño de la herramienta (por ejemplo, el coste del *software*), (2) el coste del aprendizaje de los usuarios individuales que tienen que operar la herramienta mental, (3) el coste del medio en que opera la herramienta (por ejemplo, el coste de *hardware*), y (4) los costes variables extraordinarios de operación de la herramienta mental. Duke

---

<sup>97</sup> Cfr. EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D. (1989): "Expert Systems ...", op. cit., p. 82.

<sup>98</sup> Cfr. DUKE, GORDON: "A Cost Function Model for Expert Systems". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988, Holanda.

considera que los costes de cualquier herramienta mental aumentan de una forma creciente en la medida que aumenta la complejidad de la herramienta mental. Es decir, que la curva de este tipo de costes presenta dos características importantes: (1) a mayor complejidad más coste y (2) el coste marginal de la complejidad aumenta conforme aumenta la complejidad.

Para calcular los costes de desarrollo de un sistema experto, Duke propone la siguiente función de costes:

$$y = x^g$$

donde:

- y es el coste
- x es la complejidad, y
- g es una constante para las ayudas de decisión específicas.

La constante g es una medida de la tasa de incremento de la complejidad, es decir, mide el coste marginal de la complejidad.

Por último, indicar que aunque la construcción de un sistema experto es un proceso lento y caro, sin embargo, hay que considerarlo como una inversión a largo plazo. En este sentido, en un informe de la **Conference Board** se dice que las empresas están obteniendo enormes beneficios con el uso de los sistemas expertos. Así, por ejemplo, Digital Equipment Corporation (DEC) está ahorrando 70 millones de dólares anuales gracias a los sistemas expertos que utiliza (i.e., XCON, XSEL, SFL, ...), y American Express estima que los sistemas expertos que utiliza aumentarán la eficacia de sus autorizaciones de crédito entre un 45% y un 67%.<sup>99</sup>

---

<sup>99</sup> Cfr. RANDALL, ROBERT F. [Ed.]: "Firms Say Expert Systems Pay Back Big". Management Accounting [EE.UU.], abril, 1989, p. 13.

## CAPITULO 4. ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO EXPERTO.

### 4.1. El proceso de obtención del conocimiento experto.

Una vez se ha identificado el experto (o expertos) del dominio que ha de intervenir en la construcción del sistema experto, el ingeniero del conocimiento tiene que extraer el conocimiento de dicho experto e incorporarlo en un programa informático. La **adquisición del conocimiento** consiste en traducir el conocimiento implícito de un experto a una forma explícita.<sup>1</sup> De acuerdo con Kidd y Welbank,<sup>2</sup> el proceso de adquisición del conocimiento consta de tres fases: (1) Identificar el papel del sistema y la estructura básica del dominio del problema, (2) obtener el conocimiento detallado del experto y (3) depurar y refinar la base de conocimiento. Waterman esquematiza el proceso de adquisición del conocimiento de la siguiente forma (ver Figura 1):

Figura 1. Proceso de adquisición del conocimiento



Fuente: WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, p. 5.

<sup>1</sup> Cfr. BRULE, JAMES y BLOUNT, ALEXANDER: "Knowledge acquisition". McGraw-Hill, New York, 1989, p. 7.

<sup>2</sup> Cfr. KIDD, A. y WELBANK, M.: "Knowledge acquisition". Incluido en J. FOX [Ed.]: "Expert systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech, Maidenhead, Berkshire, 1984, pp. 74-76.

## 4.2. Técnicas de obtención del conocimiento.

El conocimiento que ha de contener un sistema experto no se obtiene de una forma sencilla, sino a través de un proceso bastante complejo que requiere utilizar unas **técnicas especiales de adquisición del conocimiento**. Estas técnicas permiten a los ingenieros del conocimiento capturar los conocimientos que usan los expertos para efectuar las tareas de interés.<sup>3</sup> La mayoría de las técnicas que se utilizan en ingeniería del conocimiento para extraer el conocimiento del experto se han tomado de la psicología experimental y de la psicología cognitiva, también se han tomado algunas técnicas utilizadas del diseño de sistemas.

Las técnicas de obtención del conocimiento<sup>4</sup> que más se

---

<sup>3</sup> Cfr. PRERAU, DAVID S.: "Knowledge Acquisition in the Development of a Large Expert System". A. I. Magazine, vol. 8, nº. 2, verano, 1987, p. 43.

<sup>4</sup> Una ampliación sobre las técnicas de adquisición del conocimiento puede verse, por ejemplo, en:

\* KIDD, A. y WELBANK, M.: "Knowledge acquisition". Incluido en J. FOX [Ed.]: "Expert systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech., Maidenhead, Berkshire, 1984, Inglaterra, pp. 76-80.

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984, pp. 191-192.

\* WRIGHT, WILLIAM F.: "Discussant's Comments on: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984, pp. 210-211.

\* GAMMACK, J.G. y YOUNG, R.M.: "Psychological Techniques for Eliciting Expert Knowledge". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge, London, 1985.

\* WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, p. 5. pp. 152-161.

\* HOFFMAN, ROBERT R.: "The Problem of Extracting the Knowledge of Experts from the Perspective of Experimental Psychology". A. I. Magazine, vol. 8 nº. 2, verano, 1987, pp. 53-67.

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Auditing: The State of the Art". Auditing: A Journal of Practice & Theory, otoño, 1987, pp. 101-102.

\* ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J.: "Decision Support and Expert Systems in Auditing: A Review and Research Directions". Accounting and Business Research, primavera, 1987, p. 182.

\* BARRETT, MICHAEL L. y BEEREL, ANNABEL C.: "Expert Systems in Business: A Practical Approach". Ellis Horwood, Chichester, 1988, pp. 94-102.

\* DILLARD, JESSE F. y MUTCHLER, JANE F.: "Knowledge-based Expert Support Systems in Auditing". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Wokingham, England, 1988, pp. 148-149.

\* TURBAN, EFRAIM: "Decision Support and Expert Systems: Managerial Perspectives". Macmillan Publishing, New York, 1988, pp. 383-387.

\* PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK: "Expert systems for experts". John Wiley & Sons, New York, 1988, pp. 341-365.

\* BRULÉ, JAMES F. y BLOUNT, ALEXANDER: "Knowledge acquisition". McGraw-Hill, New York, 1989.

\* KEYES, JESSICA: "A Financial Expert's Way of Knowledge". Financial & Accounting Systems,

utilizan son:

\* **Libros de texto y bibliografía profesional.** Es la forma más sencilla de adquirir el conocimiento fundamental sobre un tema de interés. Son especialmente útiles en situaciones de referencias y de aprendizaje.

\* **Entrevistas informales.** Constituyen un método muy sencillo de extracción del conocimiento de un experto. El conocimiento del experto se obtiene del análisis de una serie de entrevistas realizadas con el experto. Normalmente, las entrevistas se graban en cintas magnetofónicas, pues las anotaciones a mano corren el peligro de no apuntar lo estrictamente necesario o dejar de anotar algo importante, además de distraer la atención del experto. Posteriormente se transcriben esas cintas y se analiza su contenido. Las entrevistas pueden ser estructuradas de distintas formas. La adquisición eficiente del conocimiento va a depender mucho de la selección de las preguntas formuladas y de que el experto se acuerde de toda la información relevante.

Las entrevistas informales es la forma más utilizada en la adquisición del conocimiento, pues son muy útiles para llegar a la estructura básica del dominio. Las entrevistas se pueden utilizar para obtener de una forma rápida gran cantidad de conocimiento, pero tienen el inconveniente de que no se obtiene todo el conocimiento necesario, especialmente el conocimiento más profundo, pues el experto no comunica todo su conocimiento, por lo que éste debe ser inferido utilizando otras técnicas de extracción del conocimiento.

---

vol. 7, nº 3, otoño, 1991, pp. 41-44.

\* METHLIE, LEIF B.: "Performance Modeling: A Cognitive Approach to Building Knowledge-Based Systems". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993, pp. 138-141.

\* **Análisis de protocolos verbales o transcripciones.** En estos métodos el experto realiza un comentario en directo sobre lo que está haciendo a medida que lleva a cabo su tarea, sobre el conocimiento que posee y sobre sus estrategias para resolver los problemas. En realidad, este método consiste en "pensar en voz alta" sobre el trabajo que se está realizando. Durante este proceso toda la información se registra en cintas magnetofónicas que luego se transcriben y analizan.

Previo al análisis del protocolo se suele realizar un **análisis de la tarea** con el fin de comprender la estructura subyacente de la materia a estudiar. Posteriormente el ingeniero del conocimiento analiza la grabación y toma las frases que considera que contienen información útil sobre el conocimiento. La decisión de lo que se considera útil es más intuitiva que científica.

Esta técnica tiene la ventaja de que la descripción de la situación de la tarea es completamente natural, pero tiene el inconveniente de que el hecho de pedir al experto que represente sus actividades cognitivas puede interferir en su habilidad de realizar la tarea. Además, el experto también puede adoptar o fingir una aproximación más sistemática al problema de lo que realmente sería normal. Con este método se consigue mucha más información que con las entrevistas, incluso se proporcionan heurísticas que se pueden utilizar como conocimiento e incluso como metaconocimiento.

El análisis de protocolo como método de extracción de los conocimientos ha sido investigado ampliamente por Bailey et al.,<sup>5</sup> los cuales llegaron a la conclusión de que es el

---

<sup>5</sup> Cfr. BAILEY, ANDREW D., Jr., KACKENBRACK, KARL, DE, PRABUDDHA y DILLARD, JESSE: "Artificial Intelligence, Cognitive Science, And Computational Modeling In Auditing Research: A Research Approach". Journal of Information Systems, vol. 1, nº. 2, primavera, 1987, pp. 20-40.

mejor método que existe para la extracción de los conocimientos de los expertos.

En sus comienzos, este método era muy molesto para el experto, sin embargo, hoy en día ya no es lo es tanto, gracias a las nuevas herramientas informáticas que analizan el contenido de las entrevistas. Por ejemplo existe una herramienta llamada CAMEO, para el ordenador Macintosh, desarrollada por ADL, que descompone, analiza y cruza las referencias contenidas en las grabaciones. El sistema CAMEO es capaz de reconocer expresiones tales como "Si ... entonces ..." o "cuando veo X ..."; expresiones que se refieren a las reglas que usan los expertos para tomar decisiones. El sistema ayuda a determinar la mejor combinación de procedimientos de inferencia, base de conocimiento y concha que mejor se ajusta al problema.<sup>6</sup>

\* **Estudios observacionales.** Consiste en grabar en cinta o video la realización del experto en su marco natural. Estas cintas luego son transcritas y analizadas. Los estudios observacionales proporciona algunas informaciones sorprendentes e importantes sobre lo que realmente hace el experto, que muchas veces están en contradicción con lo que él dice o piensa que hace. Aunque esta técnica es más cara que la anterior, sin embargo, la información obtenida es mucho más valiosa.

\* **Métodos inductivos.**<sup>7</sup> Los métodos inductivos de

---

<sup>6</sup> Cfr. MARTIN, THOMAS J.: "Expert Systems in Finance and Accounting: a Technology Whose Time Has Come". Corporate Controller, mayo-junio, 1989, p. 10.

<sup>7</sup> Una ampliación sobre los métodos inductivos de adquisición del conocimiento puede verse, por ejemplo, en:

\* GRAY, N. A. B.: "Capturing Knowledge through Top-Down Induction of Decision Trees". IEEE Expert, vol. 5, nº. 3, junio, 1990, pp. 41-50.

\* CRONAN, TIMOTHY P. y GLORFELD, LOUIS W.: "Production System Development for Expert Systems Using a Recursive Partitioning Induction Approach: An Application to Mortgage, Commercial, and Consumer Lending". Decision Sciences, vol. 22, nº. 4, septiembre-octubre, 1991, pp. 812-845.

\* ALBERDI, EUGENIO; MATUTE, HELENA y REMENTERIA, SANTIAGO: "Aprendizaje a partir de ejemplos y asignación de pesos: Una aproximación a la adquisición de conceptos desde teorías psicológicas

adquisición del conocimiento o métodos de aprendizaje automático generan un árbol de decisión de reglas a partir de un conjunto de ejemplos. Estos métodos se basan en suministrar al sistema un conjunto de ejemplos, y el programa, por medio de procedimiento de inferencia inductiva o algoritmo de inducción, va deduciendo las reglas que se generan de aquellos ejemplos e introduciéndolas en la base de conocimiento. Los ejemplos que se suministran pueden referirse tanto a situaciones reales como hipotéticas. Son métodos que van de lo particular a lo general.

Los métodos de aprendizaje inductivo son muy útiles en el diseño inicial de una red de inferencias, debido a la dificultad de los expertos para realizar una descripción clara de las reglas cuando realizan una tarea.<sup>8</sup> Estos métodos resultan muy útiles en los casos en los que la pericia humana no está bien desarrollada o es muy intuitiva.

\* **Métodos de optimización mecánica.** Son métodos que deducen cierto tipo de conocimiento por medio de técnicas estadísticas, tales como el análisis de regresión o las

---

asociacionistas". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 263-291.

\* CHUNG, HYUNG-MIN MICHAEL y SILVER, MARK S.: "Rule-Based Expert Systems and Linear Models: An Empirical Comparison of Learning-By-Examples Methods". *Decision Sciences*, vol. 23, nº 3, mayo-junio, 1992, pp. 687-707.

\* LIANG, TING-PENG: "A Composite Approach to Inducing Knowledge For Expert Systems Design". *Management Science*, vol. 38, nº. 1, enero, 1992, pp. 1-17.

\* LÓPEZ DE MANTARAS, RAMÓN y CRESPO, J. J.: "El problema de la selección de atributos en aprendizaje inductivo: Nueva propuesta y estudio experimental". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 211-223.

\* BONSÓN PONTE, ENRIQUE, ORTA PÉREZ, MANUEL y SIERRA MOLINA, GUILLERMO J.: "Sistemas de información para la gestión e inteligencia artificial". Comunicación presentada en el III Congreso Internacional de Costos y I Congreso Nacional de la Asociación Española de Contabilidad Directiva (ACODI). Madrid, 21-24 de septiembre de 1993.

\* CHUNG, HYUNG-MIN MICHAEL y TAM, KAR YAN: "A Comparative Analysis of Inductive-Learning Algorithms". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 2, nº. 1, enero, 1993, pp. 3-18.

\* GOODMAN, RODNEY y SMYTH, PADHRAIC: "Automated Induction of Rule-based Neural Networks from Databases". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 2, nº. 1, enero, 1993, pp. 41-54.

<sup>8</sup> Cfr. BRAUN, HELMUT M. y CHANDLER, JOHN S.: "Development of an Expert System to Assist Auditors in the Investigation of Analytical Review Fluctuations". *Research Proposal*, Peat, Marwick, Mitchell Foundation, noviembre, 1982, pp. 12.

inferencias bayesianas.

\* **Métodos extraídos de la psicología cognoscitiva.** Son métodos utilizados en psicología, que permiten obtener cierto tipo de conocimientos. Estos métodos se basan en el estudio de la memoria, el aprendizaje, los efectos del contexto sobre la información y los juicios, etc.

Aunque todas estas técnicas son útiles y se han venido utilizando para la extracción de los conocimientos de los expertos, sin embargo, no existe todavía una metodología que esté totalmente estructurada. Por lo tanto, y dado que ninguna de las técnicas citadas proporciona toda la información necesaria sobre todos los aspectos del conocimiento, los ingenieros del conocimiento deben utilizar varias técnicas con el fin de obtener la mayor cantidad posible de información sobre el conocimiento de un experto.

#### 4.3. Problemas que surgen en la adquisición del conocimiento.

El proceso de adquisición y codificación del conocimiento es un trabajo muy arduo y complejo y está plagado de múltiples dificultades,<sup>9</sup> hasta el punto que es considerado a menudo por muchos autores como el principal cuello de botella de la ingeniería del conocimiento.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> Cfr. DUDA, RICHARD O. y SHORTLIFFE, EDWARD H.: "Expert Systems Research". Science, vol. 220, abril, 1983, pp. 265-266.

<sup>10</sup> Cfr.

\* BUCHANAN, BRUCE G., BARSTOW, DAVID, BECHTAL, ROBERT, BENNETT, JAMES, CLANCEY, WILLIAM, KULIKOWSKI, CASIMIR, MITCHELL, TOM, WATERMAN, DONALD A.: "Constructing an Expert System". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONALD A. WATERMAN y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983, p. 129.

\* KIDD, A. y WELBANK, M. (1984): "Knowledge acquisition", op. cit., p. 73.

\* MUMFORD, ENID: "Managerial Expert Systems and Organizational Change: Some Critical Research Issues". Incluido en R. J. BOLAND, Jr. y R. A. HIRSCHHEIM [Eds.], "Critical Issues in Information Systems Research". John Wiley & Sons, Chichester, 1987, p. 136.

\* MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., p. 101.

\* CHORAFAS, DIMITRIS N.: "Applying Expert Systems in Business, McGraw-Hill, New York, 1987,

Para Kidd y Welbank<sup>11</sup> las causas principales de la dificultad de la adquisición del conocimiento son:

"1. El conocimiento humano es muy complejo y puede ser confuso, .... particularmente en la clase de áreas de aplicación con las que tratan los sistemas expertos".

"2. Los seres humanos encuentran muy difícil articular el conocimiento que poseen y cómo utilizan ese conocimiento para resolver los problemas".

"3. Cuanto más experto se hace alguien en una tarea más inconsciente será su conocimiento".

"4. Los datos que se obtienen utilizando las técnicas de adquisición del conocimiento están en la forma de comentarios verbales del experto o de sus acciones. Éstas necesitan una interpretación cuidadosa, incluso cualificada, en cuanto al conocimiento esencial que pueda ser deducido de ellos".

"5. Las técnicas que han sido desarrolladas son todavía mal entendidas, no están particularmente consolidadas y a menudo tienen una aplicabilidad limitada".

Uno de los principales problemas de la adquisición del conocimiento es la **dificultad del experto en explicar su**

---

p. 102.

\* HOFFMAN, ROBERT R. (1987): "The Problem ...", op. cit., p. 53.

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Inducing rules for Expert System development: An example using default and bankruptcy data". *Management Science*, nº. 12, diciembre, 1988, p. 1403.

\* COATS, PAMELA K.: "Why Expert Systems Fail". *Financial Management*, vol. 17, nº 3, otoño, 1988, p. 81.

\* HOLSAPPLE, CLYDE W., TAM, KAR YAN y WHINSTON, ANDREW B.: "Adapting Expert System Technology to Financial Management". *Financial Management*. vol. 17 nº. 3, otoño, 1988, p. 20.

\* WATSON, HUGH J. y MANN, ROBERT I.: "Expert Systems: Past, Present, and Future". *Journal of Information Systems Management*, otoño, 1988, p. 44.

\* EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989, p. 114.

\* CHIP: "Inteligencia artificial: De los juegos a la Industria del conocimiento". CHIP, nº 114, junio, 1991, p. 16.

\* MARTÍN, MARIO y SANGÜESA, RAMÓN: "Metodología de adquisición de conocimientos basada en clasificaciones y caracterizaciones difusas". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MAXIMO LLAGUNO ELLACURIA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 155-174.

<sup>11</sup> Cfr. KIDD, A. y WELBANK, M. (1984): "Knowledge acquisition", op. cit., p. 73.

**pericia.** Generalmente la captación del conocimiento no es nada fácil debido, principalmente, a que el experto no es consciente de todos procesos que efectúa cuando realiza su trabajo. Las investigaciones sobre el comportamiento humano indican que generalmente los expertos tienen muchas dificultades para expresar con claridad cómo realizan sus procesos de toma de decisiones y qué reglas y heurísticas utilizan en sus deducciones, etc.<sup>12</sup> A menudo, estas decisiones se toman de forma intuitiva y subconsciente.<sup>13</sup> Esto hace que el conocimiento que está almacenado en un sistema experto resulte inexacto, incompleto y poco especificado.<sup>14</sup> Para evitar estos inconvenientes se están utilizando **métodos inductivos de aprendizaje**, los cuales permiten adquirir el conocimiento de forma automatizada (Ver § II-Capítulo 12).

Otro problema importante en el desarrollo de los sistemas expertos es el **desacuerdo entre expertos**. Este problema ocurre con frecuencia y se pone de manifiesto cuando hay que reconciliar los conocimientos de varios expertos. Por regla general, los puntos de vista de los expertos no suelen ser homogéneos, sino que se diferencian en muchos matices y, en algunos aspectos, incluso, pueden ser conflictivos y contradictorios. A la hora de resolver un problema, los expertos humanos, aun contando con los mismos datos disponibles, normalmente pueden dar respuestas y

---

<sup>12</sup> Cfr., por ejemplo:

- \* DUDA, RICHARD O. y SHORTLIFFE, EDWARD H. (1983): "Expert Systems ...", op. cit., p. 265.
- \* MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., p. 102.
- \* MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1988): "Inducing rules ...", op. cit., p. 1404.
- \* MARTÍN, MARIO y SANGÜESA, RAMÓN (1992): "Metodología de ...", op. cit., p. 155.

<sup>13</sup> Cfr.

- \* COATS, PAMELA K. (1988): "Why Expert ...", op. cit., p. 81.
- \* ENGLARD, BOB y KISS, MARTIN: "Overview: expert systems in accounting". Florida CPA, vol. 5, febrero, 1989, p. 19.
- \* ENGLARD, BOB, KISS, MARTIN y SCHWARTZ, HAROLD: "Expert Systems in Accounting". The CPA Journal, abril, 1989, p. 60.

<sup>14</sup> Cfr.

- \* DAVIS, RANDALL: "Expert Systems: Where Are We? And Where Do We Go From Here?". A.I. Magazine, primavera, 1982, p. 8.
- \* COATS, PAMELA K. (1988): "Why Expert ...", op. cit., p. 81.

conclusiones diferentes. Así, por ejemplo, en un sistema experto sobre bolsa, ante los mismos hechos económicos, un analista bursátil puede tener una tendencia alcista, mientras que otro puede tener una tendencia bajista. Ante este hecho, ¿qué reglas de decisión debería introducir el ingeniero del conocimiento en la base de conocimiento?.<sup>15</sup>

Por lo tanto, aunque es conveniente incorporar en el sistema experto el conocimiento de varios expertos, porque de esta forma el conocimiento del dominio se verá enriquecido, la base de conocimiento debe ser comprobada con el fin de detectar las posibles contradicciones;<sup>16</sup> sin embargo, hay que procurar que los expertos no choquen en sus visiones sobre el problema, pues todavía no se sabe cómo conciliar las opiniones diferentes, incluso contradictorias, que existan entre los distintos expertos.<sup>17</sup> Para evitar este problema, Davis<sup>18</sup> recomienda que exista un único experto responsable que actúe como jefe responsable o «zar» de la base de conocimiento. Esto supone un verdadero problema para los ingenieros del conocimiento, pues, como recomiendan Messier y Hansen,<sup>19</sup> deben contar con un experto humano que esté disponible y dispuesto a sacrificar su tiempo desarrollando y depurando la base de conocimiento. Este problema se puede resolver en parte utilizando las técnicas del aprendizaje inductivo, las cuales permiten inferir una regla partiendo de los factores comunes contenidos en muchos

---

<sup>15</sup> Cfr. LIN, ENGMING: "Expert Systems for Business Applications: Potentials and Limitations". *Journal of Systems Management*, julio, 1986, p. 21.

<sup>16</sup> Cfr. COATS, PAMELA K.: "Why Expert ...", op. cit., p. 82.

<sup>17</sup> Cfr. LIN, ENGMING (1986): "Expert Systems ...", op. cit., p. 21.

<sup>18</sup> Cfr.

\* DAVIS, RANDALL (1982): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 7-8.

\* DAVIS, RANDALL (1984): "Amplifying Expertise with Expert Systems". Incluido en PATRICK H. WINSTON, y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984, p. 25.

<sup>19</sup> Cfr. MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1984): "Expert Systems ...", op. cit., p. 187.

ejemplos sobre decisiones.<sup>20</sup>

Por último, el tercer problema importante que existe en el desarrollo de los sistemas expertos es la **dificultad de contar con el equipo de desarrollo adecuado**. En la construcción de un sistema experto es muy importante poder contar con personas expertas en un dominio, que estén disponibles y que sean capaces de compartir sus experiencia y conocimiento técnicos durante mucho tiempo (meses o incluso años) con el ingeniero del conocimiento.<sup>21</sup> Además, muchas veces resulta difícil encontrar verdaderos expertos en un materia, especialmente en el campo de la contabilidad y las finanzas. También hay escasez de ingenieros del conocimiento y de programadores especialmente preparados para construir sistemas expertos. Esto es debido a que los investigadores pioneros en el campo de la inteligencia artificial se han trasladado del campo universitario al campo privado, es decir, están siendo absorbidos por las empresas privadas y por las agencias gubernamentales. Estos especialistas están trabajando ahora en productos de marca y sus investigaciones son apenas publicadas y poco conocidas por el resto de la comunidad científica.<sup>22</sup> Para algunos autores,<sup>23</sup> este hecho constituye una auténtica preocupación, pues ha paralizado, en parte, la investigación y la enseñanza en los centros universitarios y está impidiendo el desarrollo del marco conceptual sobre el tema de la inteligencia artificial y de los sistemas expertos.

---

<sup>20</sup> Cfr. COATS, PAMELA K. (1988): "Why Expert ...", op. cit., p. 82.

<sup>21</sup> Id.

<sup>22</sup> Id.

<sup>23</sup> Cfr.

\* BUCHANAN, BRUCE G.: "Expert systems: working systems and the research literature". Expert Systems, vol. 3 nº. 1, enero, 1986, pp. 32-51.

\* WINSTON, PATRICK H. y PRENDERGAST, KAREN A. [Eds.]: "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984, pp. 273-285.

## **CAPITULO 5. REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LOS SISTEMAS EXPERTOS.**

### **5.1. El problema de la representación del conocimiento.**

Una vez que el conocimiento de un experto se ha hecho explícito, por medio del proceso de adquisición del conocimiento, a continuación es necesario representarlo formalmente para que pueda ser analizado con facilidad y trasladado después a un programa informático. El conocimiento del experto de un dominio se representa formalmente por medio de un lenguaje simbólico de representación, el cual permite, posteriormente, ser codificado en un lenguaje informático que entienda el ordenador. La representación del conocimiento consiste, pues, en encontrar una correspondencia entre el mundo exterior (forma externa) y un sistema simbólico (forma interna) que permita el razonamiento.<sup>1</sup>

De acuerdo con Pinson,<sup>2</sup> este proceso de transformación del conocimiento pasa por varias etapas. En primer lugar el experto proporciona al ingeniero del conocimiento fragmentos de su conocimiento bajo la **forma externa**. A continuación, mediante un mecanismo de adquisición del conocimiento, se transforma el conocimiento bajo la **forma interna** o **física** (e.g., matriz, lista, n-tuplas, etc.). Posteriormente, cuando el motor de inferencia accede a los datos, se utiliza la **forma lógica** y, por último, cuando el sistema suministra las explicaciones y soluciones, se utiliza la **forma externa** (ver Figura 1).

---

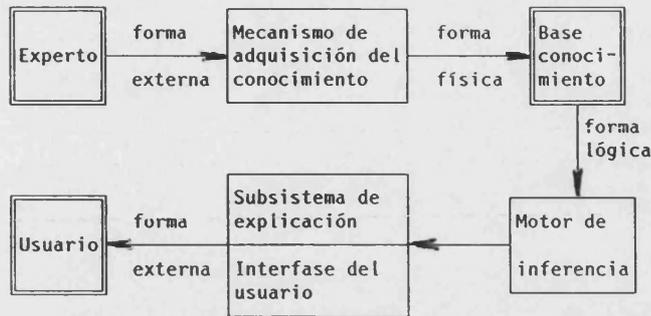
<sup>1</sup> Cfr.

\* CHATAIN, JEAN-NOËL y DUSSAUCHOY, ALAIN: "Sistemas Expertos. Métodos y Herramientas". Paraninfo, Madrid, 1988, p. 37.

\* BONNET, ALAIN: "L'intelligence artificielle: Promesses et Réalités". InterÉditions, París, 1984, p. 21.

<sup>2</sup> Cfr. PINSON, SUZANNE: "Représentation des connaissances dans les systèmes experts". Rairo. Informatique Computer Science, vol. 15, nº. 2, 1981, pp. 350-351.

Figura 1. Proceso de transformación del conocimiento



Fuente: Adaptado de PINSON, SUZANNE: "Représentation des connaissances dans les systèmes experts". Rairo. Informatique Computer Science, vol. 15, nº. 2, 1981, p. 351.

El sistema simbólico que se elige para representar la realidad debe cumplir, entre otros, los siguientes requisitos: debe ser sencillo; debe ser capaz de representar todos los aspectos del problema, tanto los importantes como los secundarios; debe tener capacidad incremental o de aprendizaje, es decir, que puedan añadirse nuevos conocimientos a medida que se aprende sobre el tema, y tiene que poder representar situaciones de imprecisión y de incertidumbre.

La representación del conocimiento es una tarea muy compleja que entraña muchas dificultades. Algunos autores, incluso, consideran que constituye un importante cuello de botella en la construcción de los sistemas expertos, a causa de la debilidad de las técnicas de presentación de conocimientos de que se dispone.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Cfr. YOUNG, R.M.: "Human interface aspects of expert systems". Incluido en J. FOX [Ed.], "Expert Systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech, Maidenhead, Berkshire, 1984, p. 110.

## 5.2. Formas de representación del conocimiento.

Para representar el conocimiento experto se pueden utilizar múltiples métodos de representación. Lauriere<sup>4</sup> establece 11 formas distintas de representación del conocimiento, las cuales van desde los métodos de representación más procedimentales o estructurados hasta los más declarativos o menos estructurados:

Procedimental (cerrado)	1. Autómata perfecto
	2. Programa
	3. <i>Script</i>
	4. Red semántica
	5. <i>Frame</i>
declarativo (abierto o en desorden)	6. Grafo
	7. Especificación formal
	8. Cálculo de predicados
	9. Teoremas, reglas de escritura
	10. Reglas de producción
	11. Frases en lenguajes natural

Todos estos métodos de representación del conocimiento se pueden agrupar en dos grandes categorías: métodos procedimentales y métodos declarativos. Entre ambos extremos, se puede incluir también una tercera categoría, los métodos estructurales, que son una mezcla de los dos métodos primeros.

Los métodos procedimentales son aquellos en los que figura la descripción completa del desarrollo del proceso. En estos métodos la ejecución del programa se realiza por medio de un algoritmo que sigue siempre el mismo orden de ejecución de acuerdo con las sentencias del programa. El conocimiento está mezclado con la estructura de control. Ejemplo de este tipo de métodos son los programas convencio-

---

<sup>4</sup> LAURIERE, JEAN-LOUIS: "Représentation et utilisation des connaissances. Deuxième partie: Représentation des connaissances". Rairo. Technique et Science Informatique, vol.1, nº. 2, 1982, p. 125.

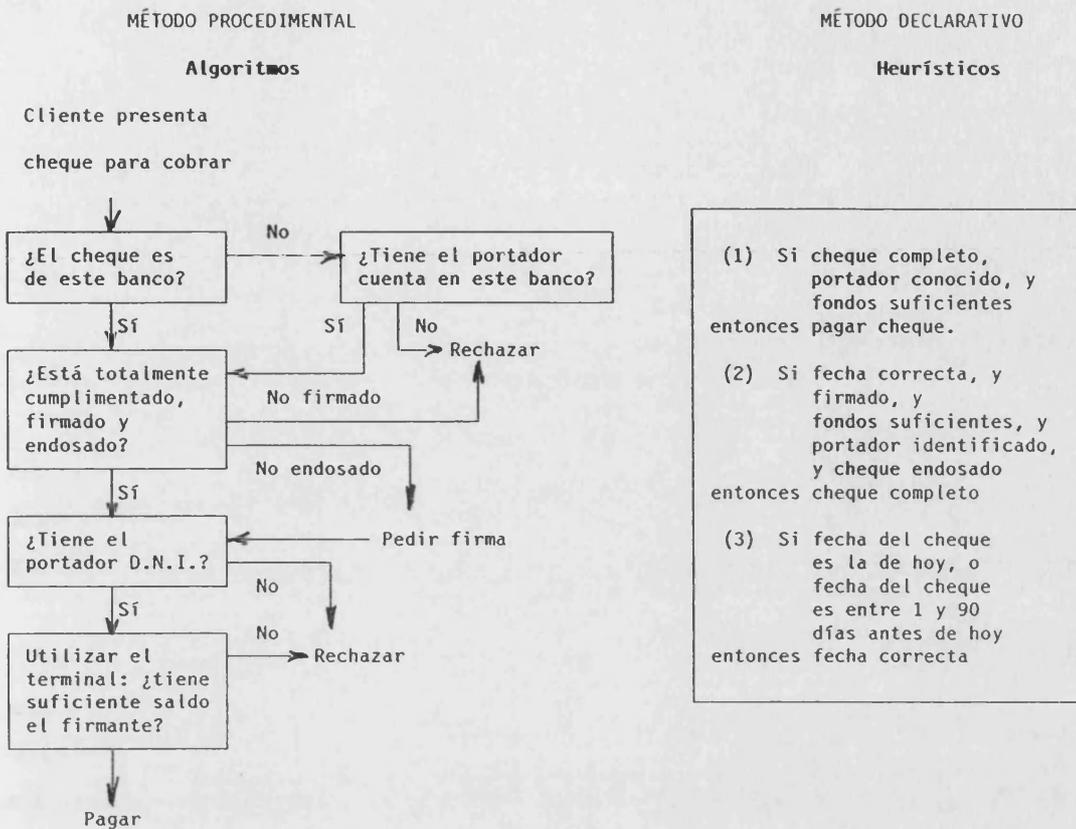
nales, los procedimientos, las funciones y los autómatas finitos.

Los **métodos declarativos** son aquellos en los que el conocimiento se expresa de forma declarativa, no utilizando ningún algoritmo para la descripción del proceso. En estos métodos el conocimiento está separado de la estructura que controla el proceso. Ejemplos de métodos declarativos son: las expresiones lógicas (fórmulas bien formadas), el cálculo de predicados, los sistemas de producción, el lenguaje de programación PROLOG y el lenguaje natural.

Los **métodos estructurales** son una mezcla de los métodos procedimentales y de los métodos declarativos. Representan el conocimiento por medio de estructuras. Normalmente las estructuras contienen enunciados declarativos, pero también pueden contener procedimientos y funciones que generan nuevos enunciados o variables. Como ejemplos de métodos estructurales podemos citar las redes semánticas y los marcos (*frames*).

Las diferencias fundamentales entre los métodos procedimentales y declarativos se pueden apreciar claramente en la Figura 2.

Figura 2. Diferencias entre un método procedimental y un método declarativo



Fuente: HARMON, PAUL y KING, DAVID: "Sistemas Expertos. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial". Díaz de Santos, Madrid, 1988, p. 62.

Por último, es conveniente indicar que cualquier tipo de problema se puede representar tanto procedimentalmente como declarativamente, esto se conoce como **dualidad semántica**. Ahora bien, unos problemas se resuelven mucho más eficientemente utilizando métodos procedimentales que utilizando métodos declarativos, y viceversa. La elección del método que se va a utilizar para representar el conocimiento corresponde al ingeniero del conocimiento en función de las características del problema a tratar.

Los métodos de representación del conocimiento<sup>5</sup> más utilizados son:

- Programación convencional.
- Representación lógica.
- Triplas objeto-atributo-valor.
- Reglas de producción.
- Redes semánticas.
- Sistemas estructurados: *frames* y *scripts*.

Estos métodos se pueden utilizar solos o en unión con otros. De todos estos métodos, los tres más utilizados son: las reglas de producción, que son las más populares, las redes semánticas y los *frames*.<sup>6</sup>

Cada una de estas formas de representación las vamos a estudiar sucintamente a continuación. Como es obvio, no vamos a entrar en la explicación de la programación convencional pues es de todos conocida y pueden encontrarse en cualquier manual de introducción a la informática.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> Una ampliación sobre los métodos de representación del conocimiento puede verse, por ejemplo, en:

\* BARR, AVRON y FEIGENBAUM, EDWARD A.: "The Handbook of Artificial Intelligence". William Kaufman, Los Altos. California, 1981.

\* PINSON, SUZANNE (1981): "Représentation des ...", op. cit., pp. 352-358.

\* LAURIERE, JEAN-LOUIS (1982): "Représentation et ... Deuxième partie", op. cit., pp. 25-42.

\* BONNET, ALAIN (1984): "L'intelligence artificielle ...", op. cit., pp. 97-152.

\* CHOURAQUI, E., FARRENY, H., KAYSER, D. y PRADE, H.: "Modélisation du raisonnement et de la connaissance". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 4, nº. 4, julio-agosto, 1985, pp. 395-396.

\* BARRETT, MICHAEL L. y BEEREL, ANNABEL C.: "Expert Systems in Business: A Practical Approach". Ellis Horwood, Chichester, 1988, pp. 103-110.

\* EDMUNDS, ROBERT A.: "The Prentice Hall Guide to Expert Systems". Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1988, pp. 59-80.

\* RECHENMANN, FRANÇOIS: "Evaluation des modèles de connaissances". Revue Française de Gestion, nº. 72, enero-febrero, 1989, pp. 53-60.

\* MILLÁN, JOSÉ DEL R., CORTÉS, ULISES y DEL MORAL, ANSELMO: "El arte de la representación". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 25-75.

<sup>6</sup> Cfr. WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, p. 20.

<sup>7</sup> Cfr.

\* "Gran Enciclopedia de la Informática". Ediciones Nueva Lente. Madrid, 1986.

\* BISHOP, PETER: "Conceptos de informática". Anaya Multimedia, Madrid, 1986.

### 5.2.1. Representación lógica.

La lógica estudia la relación de implicación que existe entre suposiciones y conclusiones.<sup>8</sup> Las situaciones y hechos reales han sido representados por medio de proposiciones lógicas desde tiempo inmemorial (e.g., la «lógica silogística» de Aristóteles en la Grecia clásica). Sin embargo, los verdaderos avances en este campo se produjeron durante la segunda mitad del siglo pasado y primera mitad de éste, gracias a los trabajos de George Boole sobre la lógica de proposiciones, de Frege sobre la Lógica de predicados, y de Whitehead y Russell con su obra «Principia Mathematica» (1910). A partir de los años 60 se intensificaron los avances en este campo dando lugar a diversas ramas de la lógica (e.g., lógica modal, lógica no monotónica, lógica difusa, lógica temporal, ...),<sup>9</sup> desarrollándose también distintos procedimientos que permitían la deducción automática de teoremas, siendo de destacar, en este sentido, el «método de resolución» de Robinson.<sup>10</sup>

Dentro de la lógica clásica, las dos formas más utilizadas en inteligencia artificial para representar el conocimiento son: la **lógica de proposiciones** y la **lógica de predicados**.<sup>11</sup>

---

<sup>8</sup> Cfr. KOWALSKI, ROBERT: "Lógica, Programación e Inteligencia Artificial". Díaz de Santos, Madrid, 1986, p. 7.

Kowalski fue uno de los primeros investigadores en utilizar la lógica en la programación de ordenadores y en inteligencia artificial.

<sup>9</sup> Cfr. FROST, RICHARD: "Bases de datos y Sistemas Expertos: Ingeniería del conocimiento". Díaz de Santos, Madrid, 1989, pp. 345-433.

<sup>10</sup> Cfr. ROBINSON, J. A.: "A Machine Oriented Logic Based on the Resolution Principle". Journal of the ACM, nº. 12, 1965, pp. 23-41. [Citado por FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, GREGORIO: "Panorama de los sistemas expertos". Incluido en JOSÉ CUENA et al.: "Inteligencia artificial: Sistemas expertos". Alianza Editorial, Madrid, 1986, p. 37].

<sup>11</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse en:  
\* ALTY, J. L. y COOMBS, M. J.: "Sistemas Expertos: Conceptos y Ejemplos". Díaz de Santos, Madrid, 1986, pp. 37-53.

\* FARINAS DEL CERRO, LUIS y VERDEJO, M<sup>a</sup>. FELISA: "Representación del Conocimiento". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET (1987): "Inteligencia artificial: conceptos, técnicas y aplicaciones". Boixareu Editores, Barcelona, 1987, pp. 177-285.

\* PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK: "Expert systems for experts". John Wiley & Sons, New

**Lógica de proposiciones** (también llamada **lógica de enunciados** o **lógica de orden 0**) es aquella en la que los hechos se representan por medio de proposiciones o enunciados declarativos (también llamadas conjunto de fórmulas bien conformadas<sup>12</sup>). Una proposición es un enunciado que sólo admite dos valores: o "verdadero" o "falso". Por ejemplo: ¡Todo hombre es mortal!.

En la lógica de proposiciones se utilizan dos tipos de variables:

1. Variables proposicionales: (a,b,c)
2. Variables conectivas:  
( $\neg a$ : «no a»;  $a \wedge b$ . «a y b»;  
 $a \rightarrow b$ : «si a entonces b», etc.)

Sobre estas variables se aplican ciertas reglas elementales de razonamiento:<sup>13</sup>

- **Modus ponens**

$$((P \Rightarrow Q) \text{ y } P) \Rightarrow Q$$

- **Modus tollens**

$$((P \Rightarrow Q) \text{ y } \neg Q) \Rightarrow \neg P$$

- **Leyes de Morgan**

$$\neg(P \text{ o } Q) \Leftrightarrow \neg P \text{ y } \neg Q$$

$$\neg(P \text{ y } Q) \Leftrightarrow \neg P \text{ y } \neg Q$$

Por medio de la lógica de proposiciones se pueden formalizar razonamientos sencillos, pero no se pueden formalizar razonamientos, más o menos complejos, en los que intervienen propiedades y relaciones entre proposiciones.

---

York, 1988, pp. 191-206.

\* FROST, RICHARD (1989): "Bases de ...", op. cit., pp. 27-32.

<sup>12</sup> Cfr. CHATAIN, J. y DUSSAUCHOY, A. (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., p. 38.

<sup>13</sup> Cfr. RECHENMANN, FRANÇOIS (1989): "Evaluation des ...", op. cit., p. 54.

Para estos casos es más apropiada la lógica de predicados.

**Lógica de predicados** o **cuantificacional** es una extensión de la lógica de proposiciones que permite la representación de los razonamientos por medio de proposiciones y predicados. Un predicado expresa una propiedad o una relación de un hecho. Un predicado posee varios argumentos. Un predicado es verdadero o falso según los valores de los argumentos que contiene.

La lógica de predicados utiliza, además de las proposiciones, los siguientes elementos:<sup>14</sup>

1. **Constantes y variables**, que representan a individuos o entidades. Por ejemplo, «x» es la variable «persona» y «Juan» es una constante.

2. **Predicados**, que expresan una propiedad de alguna variable (predicados monádicos) o una relación entre dos o más variables (predicados poliádicos). Por ejemplo:

- \* «Alto(x)» es la representación formalizada de «el individuo x es alto».
- \* `Es_más_alto_que(Juan,Luis)` representa a «Juan es más alto que Luis»

3. **Funciones**, que permiten representar transformaciones. Por ejemplo: podemos unir las funciones unarias: «padre(x)» y «madre(x)» con el predicado binario: «Casado(x,y)» para formar la expresión:

`Casado(padre(x),madre(x))`

---

<sup>14</sup> Cfr.

\* FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, GREGORIO: "Panorama de los sistemas expertos". Incluido en JOSÉ CUENA et al.: "Inteligencia artificial: Sistemas expertos". Alianza Editorial, Madrid, 1986, pp. 39-40.

\* RECHENMANN, FRANÇOIS (1989): "Evaluation des ...", op. cit., p. 54.

#### 4. Cuantificadores, $\forall$ , $\exists$

$(\forall x)(\text{Casado}(\text{padre}(x), \text{madre}(x)) \rightarrow \text{Legítimo}(x))$

$(\forall x)(\exists y)/y=\text{padre}(x)$

«todo individuo cuyos padres estén casados (entre sí) es un hijo legítimo»;

$(\forall x)(\exists y)(y=\text{padre}(x))$

Como se puede observar, por medio de la lógica de predicados se puede representar el conocimiento y se pueden realizar procesos de razonamiento que permiten aumentar el conocimiento. Estos procesos de inferencia se conocen con el nombre de **cálculo de predicados**.<sup>15</sup>

A continuación, vamos a ver por medio de un ejemplo cómo se representaría el conocimiento utilizando el cálculo de predicados.<sup>16</sup> Imaginémonos que tenemos los siguientes hechos que queremos expresar formalmente:

Juan dio el libro a María.

Juan es un programador.

María es una abogada.

La dirección de Juan es calle Mayor, 37.

Utilizando el cálculo de predicados los hechos anteriores se representarían del siguiente modo:

$\text{Da}(\text{Juan}, \text{María}, \text{Libro})$

$\text{Ocupación}(\text{Juan}, \text{Programador})$

$\text{Ocupación}(\text{María}, \text{Abogado})$

$\text{Dirección}(\text{Juan}, \text{Mayor-37})$

---

<sup>15</sup> Para una ampliación sobre este tema véase, por ejemplo NILSSON, NILS J.: "Principios de Inteligencia Artificial". Díaz de Santos, Madrid, 1987, capítulo 4, pp. 121-144.

<sup>16</sup> Cfr.

\* NILSSON, NILS J. (1987): "Principios de ...", op. cit., pp. 324-330.

\* FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, GREGORIO (1986): "Panorama de ...", op. cit., pp. 42-43.

Esta información se introduce en la base de hechos. Con el fin de permitir una recuperación fácil del conocimiento, los hechos relativos a un individuo se agrupan en **unidades**. En este ejemplo sería:

JUAN

Da(Juan, María, Libro)

Ocupación(Juan, Programador)

Dirección(Juan, Mayor-37)

MARÍA

Dar(Juan, María, Libro)

Ocupación(María, Abogado)

Aunque se pueden utilizar predicados ternarios o superiores, sin embargo, normalmente en las representaciones estructuradas se utilizan **predicados binarios**, pues permiten la modularidad. Así, el **predicado ternario** Dar(Juan, María, Libro) se expresaría por medio de predicados binarios del siguiente modo:

$EL(D1, Donaciones) \wedge Donador(D1, Juan) \wedge$   
 $Receptor(D1, María) \wedge Objeto(D1, Libro)$

La representación del conocimiento por medio de la lógica presenta importantes ventajas, tales como: se utiliza una semántica formal y muy simple; hay una economía de tiempo en la representación; permite las reglas de inferencia; etc. Pero también presenta una serie de inconvenientes, por ejemplo: dificultad para representar procedimientos; no se pueden representar problemas imprecisos o inciertos; faltan principios organizativos, etc.

La lógica de predicados de primer orden fue utilizada

por primera vez por Kowalski<sup>17</sup> como lenguaje de programación. Estas investigaciones sentaron las bases de lo que luego sería el lenguaje de programación PROLOG (ver § I-7.2.).

Además de la lógica clásica (i.e., la lógica de predicados y la lógica de proposiciones), el conocimiento también puede ser representado utilizando las lógicas no clásicas, diseñadas para superar las deficiencias de la lógica clásica. Entre los nuevos tipos de lógicas podemos citar: la lógica de clases múltiples, la lógica de situación, la lógica no monotónica, la lógica de valores múltiples, la lógica borrosa, la lógica modal, la lógica temporal, etc.<sup>18</sup>

### 5.2.2. Triplas objeto-atributo-valor.

Las **triplas objeto-atributo-valor** es otra forma de representar el conocimiento sobre la que se basan la mayoría de las aplicaciones actuales de sistemas expertos. Este paradigma se basa en la idea de que los objetos (i.e., contextos, conceptos o relaciones) se caracterizan por una serie de atributos a los que se pueden asignar valores.

Los **objetos** pueden ser entidades físicas (e.g., una mesa) o entidades abstractas (e.g., un préstamo). Los **atributos** son propiedades o características asociadas con los objetos. Los **valores** especifican la naturaleza de un

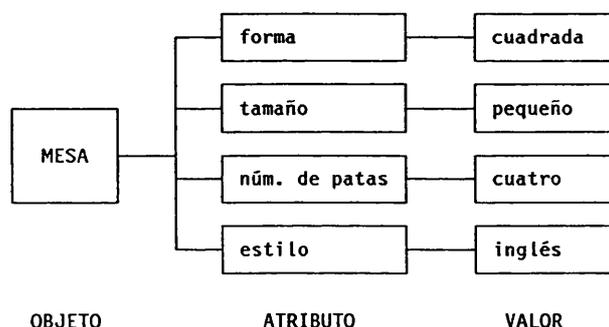
---

<sup>17</sup> Cfr. KOWALSKI, ROBERT: "AI and software engineering". Datamation [EE.UU.], noviembre, 1984, pp. 92-5, 98, 100, 102. Una ampliación sobre la utilización de la lógica en la inteligencia artificial puede encontrarse en KOWALSKI, ROBERT (1986): "Lógica, Programación ...", op. cit.

<sup>18</sup> Una ampliación sobre este tipo de lógicas puede verse, por ejemplo, en FROST, RICHARD (1989): "Bases de ...", op. cit., pp. 345-433.

atributo en un momento determinado.<sup>19</sup> Así, por ejemplo, un objeto como una mesa está caracterizado por los siguientes atributos: (1) la forma (e.g., rectangular, cuadrada, circular, ...); (2) el tamaño (e.g., grande, mediano, pequeño); (3) el número de patas (e.g., 3, 4, 6, ...), y (4) el estilo (e.g., castellano, inglés, ...). También se pueden considerar como objetos las relaciones, por ejemplo, la relación entre dos personas, que se caracteriza por: la amistad (e.g., alta, media, ...); (2) la semejanza (e.g., física, carácter, ...); la complementariedad (e.g., alta, media, ...), etc.<sup>20</sup> En la siguiente Figura 3 se puede ver con claridad la representación del ejemplo anterior utilizando una tripla objeto-atributo-valor.

Figura 3. Representación de una mesa utilizando las triplas «objeto-atributo-valor»



Las triplas objeto-atributo-valor son adecuadas para representar la resolución de problemas del tipo clasificación generalizada, es decir, aquellos problemas que no generan soluciones nuevas que clasifican las situaciones ya existentes.<sup>21</sup>

<sup>19</sup> Cfr. HARMON, PAUL y KING, DAVID: "Sistemas Expertos. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial". Díaz de Santos, Madrid, 1988, pp. 53-58.

<sup>20</sup> CUENA, JOSÉ: "Concepto y métodos de construcción de sistemas expertos". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 83-84.

<sup>21</sup> Ibid., p. 84.

### 5.2.3. Reglas de producción.

La forma más común y popular utilizada, hasta la fecha, en la construcción de los sistemas expertos para representar el conocimiento son las reglas de producción (también denominadas reglas de acción-situación o reglas "Si ... entonces..."). Se denominan reglas de producción porque las acciones de las reglas pueden producir nuevas reglas que, a su vez, producen nuevas acciones, y así sucesivamente.

Las reglas de producción como método para representar el conocimiento datan de mucho antes de la aparición de los sistemas expertos. En los años 20 fueron utilizadas por los lógicos para representar el conocimiento como técnica para el estudio de derivaciones formales. En los años 50 fueron adoptadas por los lingüistas para la descripción de los modelos sintácticos en los lenguajes naturales. En los años 60 fueron adoptadas por los psicólogos cognoscitivos para representar modelos peculiares del conocimiento humano. Finalmente, en los años 60 y 70, fueron adoptadas por la inteligencia artificial.<sup>22</sup>

Las reglas de producción han sido asociadas por algunos autores con la forma de programar de un proceso de datos convencional (e.g., FORTRAN, BASIC, PASCAL, ...); sin embargo, las diferencias con respecto a éste son muy significativas, pues en un proceso de datos convencional las sentencias SI-ENTONCES permanecen fijas en el programa y siguen un determinado orden de ejecución de acuerdo con el diseño del programa. Mientras que las reglas de producción en los sistemas expertos forman parte de la base de conocimiento y su ejecución es controlada por el motor de inferencia, no por la secuencia que ocupe dentro de la base de

---

<sup>22</sup> Cfr. MARTINS, GARY R.: "The Overselling of Expert Systems". *Datamation* [EE.UU.], noviembre, 1984, p. 78.

conocimiento sino porque se cumplan determinados requisitos o no; por eso no importa el lugar que ocupen en la base de conocimiento.

El conocimiento de un experto se almacena en las reglas de producción. Por tanto, una regla puede ser considerada como una unidad elemental de información y está estructurada de la siguiente forma:

```
SI      antecedente 1, y/o
        antecedente 2, y/o
        :
        antecedente n,
ENTONCES consecuentes (conclusión o acciones)
```

La porción **SI** de la regla (llamada también **premisa**, **antecedente** o **parte izquierda**) especifica la condición, o condiciones, que se deben cumplir para que una determinada regla se desencadene. La porción **ENTONCES** de la regla (llamada también **conclusión**, **consecuente** o **parte derecha**) representan la acción, o acciones, que se deben realizar si las condiciones contenidas en la primera porción de la regla son verdaderas. Cuando la premisa de una regla es cierta, entonces la regla se desencadena y produce una acción que se convierte en un nuevo hecho, que se añade a la base de hechos del sistema. Este nuevo hecho puede ser la premisa de una nueva regla que, a su vez, puede desencadenar nuevos hechos, y así sucesivamente. Las reglas que se desencadenan también pueden producir modificaciones en la base de conocimientos, ejecución de un programa, interactuar con el entorno, etc.

Un ejemplo muy sencillo de regla de producción, tomado de un sistema experto que realiza el análisis de las desviaciones de ventas,<sup>23</sup> es el siguiente:

SI           1. El tipo de cuenta es ventas, y  
              2. La desviación es superior a 0'10,  
ENTONCES investigar la desviación de las ventas.

Otro ejemplo sencillo de regla de producción es el siguiente:<sup>24</sup>

SI           el coeficiente de solvencia está por debajo  
              de lo normal, y  
              la relación entre el activo disponible y el  
              pasivo circulante está por debajo de lo normal,  
              y  
              el capital circulante en relación con los  
              activos totales está por debajo de lo normal.  
ENTONCES la capacidad para pagar las obligaciones a  
              corto plazo es insatisfactoria.

Las reglas de producción pueden ser conjuntivas o disyuntivas, según que utilicen los conectores lógicos «y» u «o». En las reglas conjuntivas todas las cláusulas de las reglas (i.e., la porción SI) tienen que ser satisfactorias para que se realice la conclusión (i.e., la porción ENTONCES). Mientras que en las reglas disyuntivas, solamente se necesita satisfacer una de las premisas para que se realice la conclusión. Veamos un ejemplo de este tipo de reglas:<sup>25</sup>

---

<sup>23</sup> Cfr. BORTHICK, A. FAYE y WEST, OWEN D.: "Expert Systems - A New Tool for the Professional". Accounting Horizons, marzo, 1987, p. 11.

<sup>24</sup> Cfr. SENA, JAMES A. y SMITH, L. MURPHY: "A Sample Expert System for Financial Statement Analysis". Journal of Accounting and EDP, verano, 1987, p. 19.

<sup>25</sup> Cfr. GAL, G.: "Using Auditor Knowledge to Formulate Data Model Constraints: An Expert System for Internal Control Evaluation". Ph.D. Dissertation, Michigan State University, 1985, p. 106.

- SI:
- 1) Hay un control de población para contar o identificar los cheques del cliente,
  - 2) Hay un procedimiento para revisar la integridad de los cheques del cliente, y
  - 3) La persona que realiza el procedimiento que cuenta o identifica los cheques del cliente no es la persona que revisa la integridad de los cheques del cliente.

ENTONCES: Está claro (1.0) que los controles límite sobre la integridad de los cheques del cliente es efectiva.

Las reglas de producción también se pueden utilizar para hacer frente a situaciones en las que el conocimiento es incierto o inexacto. Para representar este tipo de conocimiento se incluyen en las reglas **factores de certidumbre** (también llamados **factores de certeza** o **factores de confianza**), que indican el grado de certidumbre que pueda tener el usuario sobre un hecho. De esta forma, un usuario puede responder a las preguntas del sistema con un "no se" o con un cierto grado de certidumbre, por ejemplo 0'70, que significa que "la respuesta probablemente sea Si, pero sólo estoy seguro en un 70%".<sup>26</sup> Veamos, a continuación, dos ejemplos de reglas de producción que utilizan factores de certidumbre.

El primer ejemplo está tomado de otro sistema experto famoso, el **EDP-XPert** (ver epígrafe § II-10.2). Este sistema ayuda a los auditores informáticos en la evaluación de los sistemas avanzados de proceso de datos electrónico:<sup>27</sup>.

---

<sup>26</sup> Cfr. McNURLIN, BARBARA C. y SPRAGUE Jr., RALPH H.: "Information Systems Management in Practice". Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989, p. 450.

<sup>27</sup> Cfr. HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A knowledge-based expert system for auditing advanced computer systems". European Journal of Operational Research, septiembre, 1986, p. 374.

- SI
1. El *software* del control del mensaje está completo y es suficiente, y
  2. Las medidas de recuperación son adecuadas, y
  3. Se genera la documentación adecuada para formar una pista de auditoría completa.

ENTONCES Hay una evidencia sugestiva muy fuerte (0'8) de que los controles sobre la pérdida de datos son adecuados.

El segundo ejemplo de regla de producción corresponde a un sistema de valoración de la salud financiera de una empresa:<sup>28</sup>

Si:                    rentabilidad es alta  
                          y: liquidez es buena  
                          y: pasivo contingente es bajo  
Entonces:            compañía es financieramente solvente  
                          (factor de certeza).

Esta regla forma parte de un conjunto de reglas que intentan conseguir el siguiente objetivo global del sistema: probar que la compañía es financieramente solvente. En la Figura 4 se pueden ver la estructura jerárquica de las reglas que se utilizan en este sistema experto.

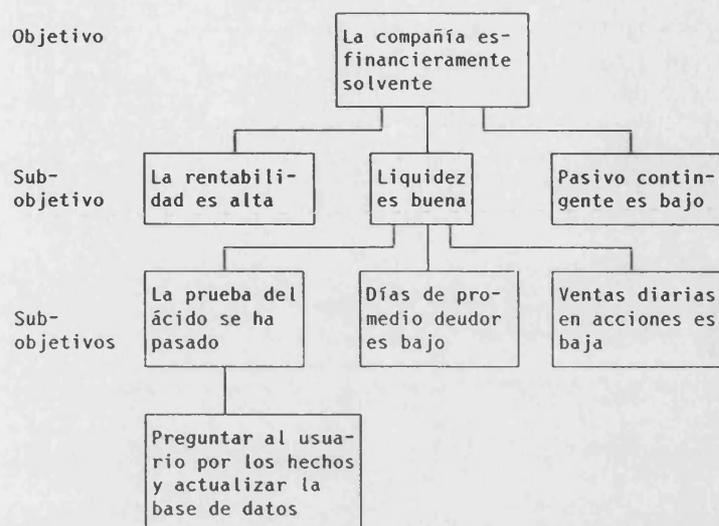
---

<sup>28</sup> Cfr.

\* ARNOLD, M. E., GAMBLING, T. E. y RUSH, D. G.: "Expert systems. As expert as accountants?". Management Accounting [Gran Bretaña], octubre, 1985, p. 20.

\* ARNOLD, MIKE y RUSH, DAVID: "An expert system approach to the appraisal of accounting software". Management Accounting [Gran Bretaña], enero, 1987, p. 32.

Figura 4. Estructura jerárquica de las reglas



- Fuente: \*
- ARNOLD, M. E., GAMBLING, T. E. y RUSH, D. G.: "Expert systems. As expert as accountants?". Management Accounting [Gran Bretaña], octubre, 1985, p. 20.
  - \* ARNOLD, MIKE y RUSH, DAVID: "An expert system approach to the appraisal of accounting software". Management Accounting [Gran Bretaña], enero, 1987, p. 32.

Los sistemas expertos que utilizan reglas de producción se conocen también como **sistemas expertos basados en reglas** o simplemente **sistemas basados en reglas**.<sup>29</sup>

Un conjunto de reglas de producción, que contienen los hechos y definiciones de un dominio, constituye un **sistema de producción** (ver Figura 5). Un **sistema de producción** está formado por los siguientes elementos:<sup>30</sup>

<sup>29</sup> Cfr.

\* HAYES-ROTH, FREDERICK: "Rule-Based Systems". Communications of the ACM, vol. 28 n.º. 9, septiembre, 1985, pp. 921-932.

\* MICHAELSEN, ROBERT H., MICHIE, DONALD y BOULANGER, ALBERT: "The technology of expert systems". Byte, abril, 1985, pp. 305-306.

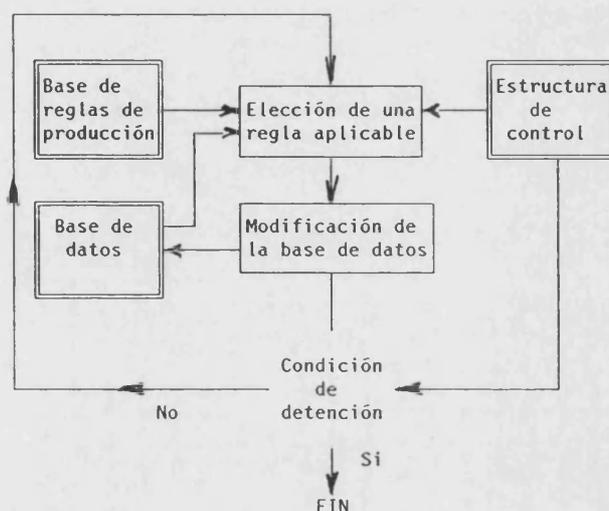
<sup>30</sup> Cfr.

\* LAURIERE, JEAN-LOUIS: "Représentation et utilisation des connaissances. Première partie: Les systèmes experts". Rairo. Technique et Science Informatique, vol. 1, n.º. 1, 1982, pp. 25-42.

\* DAVIS, RANDALL y KING, JONATHAN: "The Origin of Rule-Based Systems in AI". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts,

- una base de reglas de producción,
- una base de hechos (también llamado espacio de trabajo o base de datos global), y
- un mecanismo interpretador de los hechos y de las reglas de producción (también llamado estrategia de control o estructura de control).

Figura 5. Funcionamiento de un sistema de producción



Fuente: Adaptado de BENCHIMOL, GUY, LEVINE, PIERRE y POMEROL, JEAN CHARLES: "Los sistemas expertos en la empresa". Ra-Ma, Madrid, 1988, p. 28.

Los sistemas de producción, dada su flexibilidad y sencillez, son muy adecuados para almacenar el conocimiento de un experto en pequeñas porciones (reglas individuales), lo cual permite la modularidad del conocimiento; es decir, que se puedan añadir, cambiar o suprimir las reglas con suma

1984.

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984, p. 368.

\* BONNET, ALAIN (1984): "L'intelligence ...", op. cit., pp. 129-130.

\* NILSSON, NILS J. (1987): "Principios de ...", op. cit., p. 17.

\* BENCHIMOL, GUY, LEVINE, PIERRE y POMEROL, JEAN CHARLES: "Los sistemas expertos en la empresa". Ra-Ma, Madrid, 1988, p. 27.

\* FROST, RICHARD (1989): "Bases de ...", op. cit., pp. 461-463.

\* MILLÁN, JOSÉ DEL R. et al. (1992): "El arte ...", op. cit., pp. 25-75.

facilidad.<sup>31</sup> Cada regla de producción por separado contiene un fragmento del conocimiento, que puede ser desarrollado y modificado con independencia de las otras reglas.<sup>32</sup> Ahora bien, aunque cada regla de producción contiene sólo una porción elemental del conocimiento, cuando estas reglas se agrupan en la base de conocimiento y son manipuladas por el motor de inferencia se comportan sinérgicamente, produciendo unos efectos que son muy superiores a la suma de sus partes.<sup>33</sup>

Entre las ventajas que presentan los sistemas de producción podemos destacar las siguientes: son fáciles de expresar y de entender; son flexibles, permiten la modularidad de la base de conocimiento; son fáciles de gestionar y de modificar; son uniformes; permiten expresar los fenómenos de imprecisión y de incertidumbre, etc. Entre los inconvenientes podemos destacar los siguientes: son poco eficaces cuando la base de conocimiento adquiere ciertas dimensiones, pues supone una revisión de las reglas existentes; no son muy adecuadas cuando existe razonamiento con incertidumbre, pues se pierde el control sobre el proceso de inferencia; son inconsistentes; no son adecuadas para representar los razonamientos analógicos, etc.

Por último, es conveniente indicar que la complejidad de un sistema experto viene determinada por el número de reglas que contiene en la base de conocimiento. Los sistemas pequeños suelen tener entre 50 y 100 reglas de producción, mientras que los sistemas grandes tienen varios miles de

---

<sup>31</sup> Cfr.

\* HANSEN, J. V. y MESSIER, W. F., Jr. (1982): "Expert Systems ..."; op. cit., pp. 371-375.

\* MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1984): "Expert Systems ...", op. cit., p. 186.

<sup>32</sup> Cfr. HOLSAPPLE, CLYDE W., TAM, KAR YAN y WHINSTON, ANDREW B.: "Adapting Expert System Technology to Financial Management". Financial Management. vol. 17 nº. 3, otoño, 1988, pp. 13-14.

<sup>33</sup> Cfr. MARTINS, GARY R. (1984): "The Overselling ...", op. cit., p. 76.

reglas.<sup>34</sup> La mayoría de los sistemas expertos famosos tienen entre 300 y 1000 reglas de producción para representar el conocimiento del dominio de interés.<sup>35</sup>

#### 5.2.4. Redes semánticas.

Una **red semántica** es una representación sagital de los datos y propiedades que caracterizan un determinado conocimiento.<sup>36</sup> El concepto de **red semántica** se atribuye a Quillian.<sup>37</sup>

Las redes semánticas están formadas por **nodos** y por **arcos** de conexión o enlaces. Los **nodos** representan objetos, conceptos, acontecimientos, acciones y otras características. Los **arcos** representan las relaciones binarias que existen entre los nodos. Estas relaciones pueden ser tres tipos: (1) relaciones de jerarquías (e.g., «es-un», «es-parte-de»); (2) relaciones que definen situaciones del lenguaje natural; y (3) otros tipos de relaciones. En la Figura 6 se puede ver un ejemplo de red semántica para el concepto de barco.

---

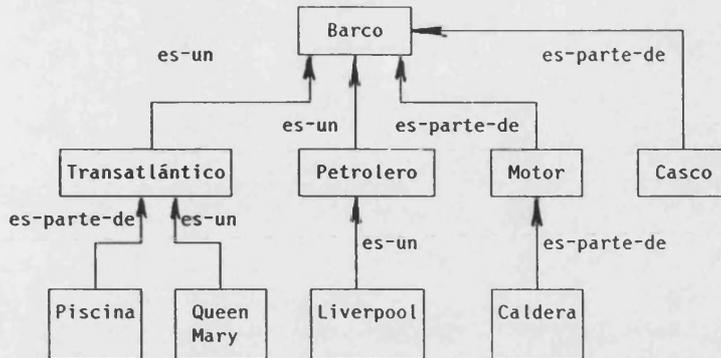
<sup>34</sup> Cfr. McNURLIN, B.C. y SPRAGUE Jr., R.H. (1989): "Information Systems ...", op. cit., p. 449.

<sup>35</sup> Cfr. CUMMINGS, WILLIAM, LAUER, JOACHIM y BAKER, RICHARD: "Expert Systems in Internal Auditing". Internal Auditing, verano, 1988, p. 52.

<sup>36</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en:  
\* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., pp. 70-73.  
\* FROST, RICHARD (1989): "Bases de ...", op. cit., pp. 500-507.  
\* MILLÁN, JOSÉ DEL R. et al. (1992): "El arte ...", op. cit., pp. 40-45.

<sup>37</sup> Cfr. QUILLIAM, M. R.: "Semantic Memory". Incluido en M. MINSKY (Eds.): "Semantic Information Processing", Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge, Massachusetts, 1968, pp. 227-270.

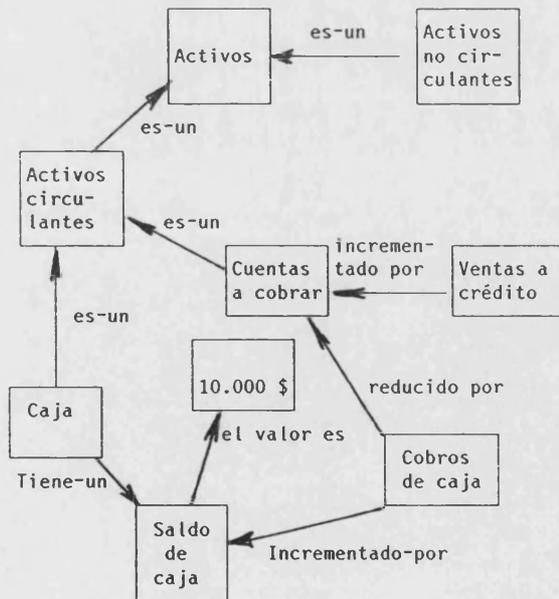
Figura 6. Ejemplo de red semántica para el concepto de barco



Fuente: WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, p. 71.

Veamos otros dos ejemplos tomados de sistemas expertos de contabilidad. El primero ejemplo representa una red semántica sobre las relaciones entre las cuentas contables (Figura 7).

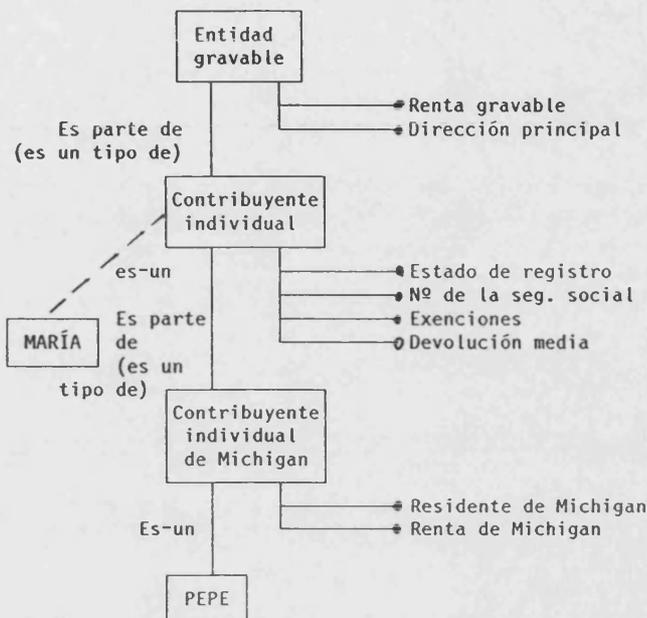
Figura 7. Ejemplo de red semántica de las relaciones entre cuentas contables



Fuente: BÖER, GERMAIN: "Use of expert systems in management accounting". National Association of Accountants. Montvale. New Jersey, 1989, p. 39.

El segundo ejemplo corresponde a una red semántica sobre conocimientos de fiscalidad (Figura 8).

Figura 8. Ejemplo de red semántica sobre conocimientos de fiscalidad



Fuente: McCARTHY, WILLIAM E. y OUTSLAY, EDMUND: "An Analysis of the Applicability of Artificial Intelligence Techniques to Problem-Solving in Taxation Domains". Accounting Horizons, vol. 3, junio, 1989, p. 19.

Una característica importante de las redes semánticas es la **herencia**. Esto quiere decir que un nodo de jerarquía inferior hereda las propiedades y características de un nodo de naturaleza superior relacionado con él. Así, en el ejemplo anterior el buque Queen Mary hereda las propiedades de un transatlántico y a través de éste hereda también las propiedades de un barco.

Las redes semánticas son muy apropiadas para captar de una forma rápida la estructura del conocimiento sobre un tema, pues permiten ver de forma general los objetos y relaciones que componen ese conocimiento. Sin embargo, para poder realizar el proceso de inferencia, los enunciados de las relaciones deben ser formulados utilizando otro tipo de

representación, por ejemplo el cálculo de predicados. Las redes semánticas se utilizan principalmente para representar taxonomías que estén muy bien definidas.

Las redes semánticas presentan, entre otras, las siguientes ventajas: son muy fáciles de representar, presentan una visión global del conocimiento muy fácil de comprender, permiten la herencia de propiedades, etc. También presentan algunos inconvenientes, por ejemplo: cuando las redes son muy grandes resulta difícil su gestión; carecen de una semántica formal para realizar los procesos de razonamiento; etc.

Por último, hemos de indicar también que las **redes semánticas**, utilizadas en inteligencia artificial para representar el conocimiento, tienen mucha relación y parecido con el **modelo de entidad-relación**,<sup>38</sup> utilizado para modelizar los datos en el diseño de las bases de datos<sup>39</sup> (ver § I-1.1).

---

<sup>38</sup> Una ampliación sobre **modelo de entidad-relación** puede verse, por ejemplo, en:

\* CHEN, PETER PIN-SHAM: "The Entity-Relationship Model—Toward a Unified View of Data". ACM Transactions on Database Systems, marzo, 1976, pp. 9-36.

\* CHEN, PETER PIN-SHAM: "The entity-relationship model—A basis for the enterprise view of data". AFIPS Conference Proceedings, vol. 46, 1977, NCC, pp. 158-168.

\* CHEN, PETER PIN-SHAM (Ed.): "Entity-Relationship Approach to Systems Analysis and Design". North-Holland, 1980.

\* CHEN, PETER PIN-SHAM (Ed.): "Entity-Relationship Approach to Information Modeling and Analysis". North-Holland, 1983.

\* CHEN, PETER PIN-SHAM (Ed.): "Entity-Relationship Approach. The Use of ER Concept in Knowledge Representation". IEEE CS Press/North Holland, 1985.

<sup>39</sup> Una comparación, muy interesante, entre el modelo de red semántica y el modelo de entidad-relación puede verse en McCARTHY, WILLIAM E.: "On the Future of Knowledge-Based Accounting Systems". Incluido en K. HARMON, T. HOWARD y J. PARKER [Eds.]: "The D. R. Scott Memorial Lecture Series". Columbia: The University of Missouri, 1987, pp. 19-42.

### 5.2.5. Objetos estructurados: *frames* y *scripts*.

Los **objetos estructurados** es una forma de representación del conocimiento que consiste en reunir en una misma unidad sintáctica la descripción de todo el conocimiento relativo a un objeto particular o a una clase de objetos.<sup>40</sup> Con cada objeto hay asociado una serie de aspectos o atributos que representan las propiedades que caracterizan al objeto.

La representación del conocimiento en forma de objetos estructurados se puede realizar de distintas formas y ha recibido distintas denominaciones según la fuente de donde procedan: «schémas», «frames», «sripts», «prototypes», «objets», etc.<sup>41</sup> Sin embargo, la forma más conocida para representar los conocimientos en los sistemas expertos son los **marcos (frames)**.

Los **marcos (frames)** (también llamados, **marcos de referencia** o **armaduras**)<sup>42</sup> es la forma más utilizada en la actualidad para representar el conocimiento.<sup>43</sup> Un *frame* es una representación estructurada que permite reunir en un mismo lugar diferentes tipos de información sobre un objeto, tema o concepto. Los *frames* sirven para describir conceptos y situaciones, también contienen información sobre el contenido del propio *frame*. Los *frames* permiten una representación mixta de los conocimientos, es decir, la representación procedimental y la representación declarativa a la vez.

---

<sup>40</sup> Cfr. RECHENMANN, FRANÇOIS (1989): "Evaluation des ...", op. cit., p. 57.

<sup>41</sup> Cfr. BONNET, ALAIN (1984): "L'intelligence artificielle ...", op. cit., p. 141.

<sup>42</sup> En adelante utilizaremos el término de **frame** por ser el término adoptado más utilizado por la comunidad científica de la inteligencia artificial.

<sup>43</sup> Una ampliación sobre los **frames** puede verse, por ejemplo, en:  
\* FIKES, RICHARD y KEHLER, TOM: "The Role of Frame-Based Representation in Reasoning". Communications of the ACM, vol. 28 nº. 9, septiembre, 1985, pp. 904-920.  
\* PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK (1988): "Expert systems ...", op. cit., pp. 161-210.  
\* FROST, RICHARD (1989): "Bases de ...", op. cit., pp. 508-526.

El concepto de *frame* fue creado por Minsky, quien la describe del siguiente modo:

"Un *frame* es una estructura de datos que sirve para representar una situación estereotipada, como estar en algún tipo especial de salón, o ir a la fiesta de cumpleaños de un niño. Añadido a cada *frame* hay varios tipos de información. Parte de esta información hace referencia a cómo utilizar el *frame*. Otra se refiere a lo que uno puede esperar que suceda en segundo lugar. Y otra a su vez indica qué hacer si tales esperanzas no son confirmadas".<sup>44</sup>

Un *frame* contiene la información relativa a un concepto o situación. Este conjunto de conocimientos se compone de hechos y atributos que distinguen al concepto. Los atributos que definen cada concepto o situación (e.g., el nombre, el color, el tamaño, ...) son almacenados en el *frame* en unas casillas llamadas **ranuras (slots)**. A su vez, cada una de estos *slots* se puede subdividir en *facetas (facets)*, para ampliar la información contenida en los *slots* (ver Figura 9).

Figura 9. Estructura de un *frame*

Atributo 1			
Atributo 2			
Atributo 3			
Atributo 4			

*Slot*                      Valor del *slot*                      *Facet*

<sup>44</sup> MINSKY, MARVIN: "A Framework for Representing Knowledge". Incluido en PATRICK H. WINSTON (Ed.): "The Psychology of Computer Vision", McGraw-Hill, New York, 1975. Citado por WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, p. 73.

Véase también:

\* NEBENDAHL, DIETER [Ed.]: "Sistemas Expertos. Introducción a la técnica y aplicación". Marcombo. Barcelona, 1988, p. 63.

\* MILLÁN, JOSÉ DEL R. et al. (1992): "El arte ...", op. cit., p. 54.

La estructura de los datos que componen los *frames* se define al inicio del proceso. Todos los *frames* tienen ya definidos los atributos de cada *slot* y los valores que se tomarán por defecto. A lo largo del proceso se van rellenando los *slots* con la información específica de cada objeto. Habrá mucha información que procederá del *frame* anterior y por lo tanto no se modificará. Esta característica permite que los *frames* hereden propiedades de los *frames* jerárquicamente superiores.

Veamos los siguientes ejemplos:<sup>45</sup>

SILLA:

Clase de (valor mueble)  
Número de pata (defecto 4)  
Color ((posibilidades (blanca azul marrón)  
(defecto marrón))  
Edad (restricción (>0) (<700))

SILLA DE MI ABUELA:

Clase de (valor silla)  
Número de patas (valor 3)  
Color (valor blanco)  
Material (valor madera)  
Edad (valor 50)

Otra característica importante de los *frames* es la posibilidad de utilizar procedimientos; es decir, en un *slot* se pueden hacer llamadas a funciones o programas que calculan el valor del atributo de acuerdo con la información suministrada.<sup>46</sup>

Los *frames* se pueden considerar como una generalización de las redes semánticas, en los casos más complejos, en la que los nodos y las relaciones están organizadas jerárquica-

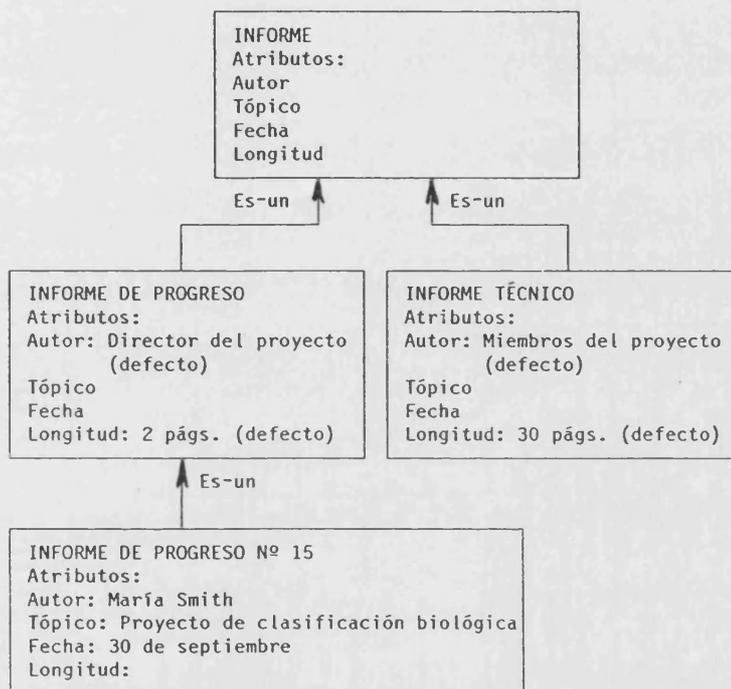
---

<sup>45</sup> Cfr. CHATAIN, J. y DUSSAUCHOY, A. (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., p. 44.

<sup>46</sup> Cfr. WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide to ...", op. cit., pp. 74-75.

mente. Los nodos más alto representan los conceptos generales y los nodos inferiores representan las situaciones específicas de esos conceptos.<sup>47</sup> En la Figura 10 se puede ver como se representaría una estructura de *frames* organizada en forma de *red semántica*.

Figura 10. Representación de un conjunto de frames para el concepto de un informe



Fuente: WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, p. 76.

Los sistemas expertos que estructuran sus conocimientos por medio de *frames* se denominan **sistemas expertos basados en frames**.<sup>48</sup>

<sup>47</sup> Cfr. MILLÁN, CORTÉS y DEL MORAL (1992): "El arte ...", op. cit., p. 55.

<sup>48</sup> Cfr. RAUCH-HINDIN, WENDY B.: "Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial, la ciencia y la industria. (Fundamentos-Aplicaciones)". Díaz de Santos, Madrid, 1989, pp. 114-117.

Otra forma de representación estructurada son los *scripts* (traducido como **guiones**), desarrollados por Schank y Abelson.<sup>49</sup> Los *scripts*<sup>50</sup> son objetos estructurados especializados, muy parecidos a los *frames*, que se utilizan para describir, en lenguaje natural, secuencias habituales de sucesos. Los *scripts* utilizan descripciones sobre objetos, propiedades y personajes.

### 5.3. El razonamiento aproximado.

Los seres humanos muchas veces toman decisiones basándose en datos incompletos o en datos que no conocen pero que los intuyen.<sup>51</sup> El conocimiento humano es un conocimiento empírico y es, frecuentemente, un conocimiento impreciso. Por lo tanto, el grado de exactitud de una decisión dependerá del grado de exactitud incorporado en las premisas utilizadas para tomar la decisión.

Estas decisiones no se pueden modelizar utilizando la programación convencional, ya que ésta requiere que toda la información esté disponible para poder realizar el proceso. Sin embargo, los sistemas expertos, al igual que los humanos, son capaces de llegar a una conclusión con información imprecisa e incierta. Esto quiere decir, que las soluciones aportadas por un sistema experto no serán ciertas

---

<sup>49</sup> Cfr.

\* SCHANK, R. y ABELSON, R.: "Scripts, Plans, and Knowledge". Proceedings IJCAI-75, 1975, pp. 151-156.

\* SCHANK, R. y ABELSON, R.: "Scripts, Plans, Goals and Understanding". Lawrence Erlbaum, 1977.

<sup>50</sup> Cfr. MILLÁN, JOSÉ DEL R. et al.(1992): "El arte ...", op. cit., pp. 55-66.

<sup>51</sup> Sobre el tema de cómo procesan los seres humanos el conocimiento incierto pueden consultarse, entre otros, los siguientes trabajos:

\* COHEN, P. R. y GRUBER, T. R.: "Reasoning about uncertainty: a knowledge representation perspective". Incluido en J. FOX [Ed.], "Expert Systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech, Maidenhead, Berkshire, 1984, pp. 27-29.

\* HINK, ROBERT F.: "How Humans Process Uncertain Knowledge: An Introduction". A. I. Magazine, vol. 8 nº. 3, otoño, 1987, pp. 41-53.

el 100% de los casos, sino que también pueden contener errores, al igual que ocurre con los expertos humanos. Además, un sistema experto, si quiere ser operativo, nunca estará completo, siempre le faltará información; sin embargo, esto no es ningún problema siempre que los usuarios del sistema reconozcan que las soluciones aportadas por el sistema están abiertas a otros refinamientos.<sup>52</sup>

La inteligencia artificial ha utilizado distintos métodos para resolver los problemas de la **incertidumbre**, la mayoría de ellos tomados de otras disciplinas afines tales como la estadística y la lógica.<sup>53</sup> Los métodos más utilizados para resolver este tipo de problemas se pueden agrupar en tres categorías:

1. Los **métodos basados en la teoría probabilística subjetiva**, que representan el fenómeno de la incertidumbre por medio de **probabilidades subjetivas**, utilizando para ello las probabilidades condicionadas de Bayes. Un ejemplo de estos métodos puede verse en el

---

<sup>52</sup> Cfr. CUMMINGS, WILLIAM et al. (1988): "Expert Systems ...", op. cit., p. 51.

<sup>53</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en:

\* COHEN, P. R. y GRUBER, T. R. (1984): "Reasoning about ...", op. cit., pp. 27-29.

\* LÓPEZ DE MANTARAS BADÍA, RAMÓN: "Técnicas de representación del razonamiento aproximado". Incluido en JOSÉ CUENA et al.: "Inteligencia artificial: Sistemas expertos". Alianza Editorial. Madrid, 1986, pp. 69-109.

\* VALVERDE, L., GARCÍA, P. y GODO, L.: "Técnicas de razonamiento aproximado". Incluido en MOMPÍN POBLET: "Inteligencia artificial: conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo. Boixareu Editores. Barcelona, 1987, pp. 93-100.

\* DUBOIS, DIDIER y PRADE, HENRI: "Processing of Imprecision and Uncertainty in Expert Systems". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988, pp. 67-88.

\* DUBOIS, DIDIER y PRADE HENRI: "Le traitement de l'imprécision et de l'incertitude dans les modèles de raisonnement des experts". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.]: "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988, pp. 93-115.

\* PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK (1988): "Expert systems ...", op. cit., pp. 211-249.

\* FROST, RICHARD (1989): "Bases de ...", op. cit., pp. 435-460.

\* CASTILLO, ENRIQUE y ÁLVAREZ, ELENA: "Sistemas expertos. Aprendizaje e incertidumbre". Paraninfo, Madrid, 1989, pp. 113-141.

\* NG, KEING-CHI y ABRAMSON, BRUCE: "Uncertainty Management in Expert Systems". IEEE Expert, vol. 5, nº. 2, abril, 1990, pp. 29-48.

\* GARCÍA CALVES, PERE: "La incertidumbre en el marco del razonamiento aproximado". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 129-153.

sistema experto **PROSPECTOR**,<sup>54</sup> que utiliza un modelo de inferencia bayesiana subjetiva en el que el usuario puede expresar su grado de confianza ante un hecho mediante un número comprendido entre -5 y +5.

2. Los métodos basados en la teoría de la evidencia de **Dempster-Shafer**,<sup>55</sup> que utilizan **factores de certidumbre** para medir la confianza que se tiene en una conclusión dada una cierta evidencia. Un **factor de certidumbre (FC)** o **factor de certeza** es un número comprendido entre -1 y +1 que indica el grado de creencia en una afirmación. Un FC de +1 indica que existe total certeza, mientras que un FC de -1 indica la certeza en la negación del hecho. Ejemplos de estos métodos se pueden ver en el sistema experto **MYCIN**,<sup>56</sup> o en el sistema experto **TAXADVISOR**.<sup>57</sup>

---

<sup>54</sup> Cfr.:

\* DUDA, RICHARD O., GASCHNIG, J. y HART, P.: "Model Design in the PROSPECTOR Consultant System for Mineral Exploration". Incluido en D. MICHIE (Ed.): "Expert Systems in the Microelectronic Age". Edimburgh University Press, Edimburgh, 1979, pp. 153-167.

\* GASCHNIG, J. G.: "Application of the PROSPECTOR System to Geological Exploration Problems". Machine Intelligence, nº. 10, 1982.

<sup>55</sup> La Teoría de la evidencia fue desarrollada por Dempster en la década de los 60 y extendida por Shafer en la década de los 70. Una ampliación sobre el tema puede verse en:

\* DEMPSTER, A. P.: "Upper and Lower Probabilities Induced by a Multi-valued Mapping". Annals Math. Statistics, Vol. 38, nº 2, 1967, pp. 325-339.

\* SHAFER, GLENN: "A Mathematical Theory of Evidence". Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1976.

<sup>56</sup> Cfr.:

\* SHORTLIFFE, EDWARD H.: "Computer-Based Medical Consultation: MYCIN". New York, Elsevier, 1976.

\* BUCHANAN, BRUCE G. y SHORTLIFFE, EDWARD H. [Eds.]: "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984, pp. 209-232.

\* SHORTLIFFE, EDWARD H. y BUCHANAN, BRUCE G.: "A Model of Inexact Reasoning in Medicine". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984, pp. 233-262.

\* ADAMS, J. BARCLAY: "Probabilistic Reasoning and Certainty Factors". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984, pp. 263-271.

\* GORDON, JEAN y SHORTLIFFE, EDWARD H.: "The Dempster-Shafer Theory of Evidence". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984, pp. 272-292.

<sup>57</sup> Cfr. MICHAELSEN, ROBERT H.: "An expert system for federal tax planning". Expert Systems, vol. 1, nº. 2, octubre, 1984, pp. 149-167.

3. Los métodos basados en la teoría de la posibilidad<sup>58</sup> desarrollada por Zadeh como una extensión de su teoría de los conjuntos borrosos o difusos.<sup>59</sup>

#### 5.4. El razonamiento no monotónico.

Otro aspecto muy importante a tener en cuenta en ingeniería del conocimiento, a la hora de construir el motor de inferencia, es saber si el razonamiento tiene un comportamiento monotónico o no monotónico. El **razonamiento monotónico** es aquel en el que los valores que se van obteniendo para los atributos son verdaderos durante toda la sesión de consulta con el sistema. El **razonamiento no monotónico** es aquel en el que ciertos hechos, que habían sido considerados como verdaderos, pueden anularse a partir de un determinado momento del proceso o viceversa. Por ejemplo, un proceso de planificación tiene un comportamiento no monotónico, pues las variables que se han tomado como ciertas en un momento determinado pueden ser menos relevantes o ya no ser ciertas como consecuencia de tener nueva información.<sup>60</sup> El razonamiento no monotónico se utiliza sobre todo en los sistemas expertos que actúen en tiempo real (e.g., diagnóstico de averías en una máquina, control

---

<sup>58</sup> Una ampliación sobre la Teoría de la posibilidad puede verse, por ejemplo, en:

\* ZADEH, L. A. y BELLMAN, R. E.: "Decision-Making in a fuzzy environment". Management Science, vol. 17, 1970, B141-B164.

\* ZADEH, L. A.: "Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility". Fuzzy Sets and Systems, nº 1, 1978, pp. 3-28.

<sup>59</sup> Cfr. ZADEH, L. A.: "Fuzzy Sets". Information and Control 8, 1965, pp. 338-353.

Una ampliación sobre la aplicación de la lógica borrosa en la construcción de sistemas expertos puede verse, por ejemplo, en:

\* ZADEH, L. A.: "The role of fuzzy logic in the management of uncertainty in expert systems". Fuzzy Sets and Systems, nº 11, 1983, pp. 199-227.

\* WHALEN, THOMAS; SCHOTT, BRIAN; GREEM HALL, N. y GANOE, F.: "Fuzzy Knowledge in Rule-Based Systems". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.

\* ZIMMERMANN, HANS J.: "Fuzzy Sets, Decision Making, and Expert Systems". Kluwer Academic Publ, Boston, 1987.

\* KANDEL, ABRAHAM [Ed.]: "Fuzzy Expert Systems". CRC Press. Boca Ratón, Florida, 1992.

<sup>60</sup> Cfr. HARMON, PAUL y KING, DAVID (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., p. 84.

de una central nuclear, ...).

Estrechamente unido al tema del razonamiento no monotónico se encuentra el problema del **mantenimiento de la razón**. Tal como indicamos en epígrafe § I-2.2, una de las características importantes de los sistemas expertos es la capacidad que tienen para incrementar el conocimiento contenido en la base de conocimiento a lo largo del proceso de inferencia. Ahora bien, muchas veces la información que se añade a la base de conocimiento está en contradicción con la información anterior, con lo cual se anula o contradice todo o parte del proceso de inferencia realizado. Para solucionar este problema es necesario utilizar unos mecanismos que detecten las contradicciones, identifiquen las causas que las produce, y revise y reajuste sus creencias (i.e., los hechos de la base de conocimiento) para eliminar la contradicción. A los sistemas inteligentes que aportan esta capacidad se les llama **Sistemas de Mantenimiento de la Razón, Sistemas de Mantenimiento de la Verdad, o Sistemas de Revisión de Creencias**, según los autores.<sup>61</sup>

### 5.5. La utilización de meta-reglas.

En el epígrafe § I-2.2 indicamos que una de las características importantes de los sistemas expertos es la separación de la base de conocimiento del motor de inferencia. Este hecho facilita la operación de modificar, eliminar

---

<sup>61</sup> Una ampliación sobre los sistemas de mantenimiento de la razón puede verse, por ejemplo, en:

\* BOTTI NAVARRO, VICENTE J.: "Sistemas de Mantenimiento de la Razón (SMR)". Novática, Vol. XVI, nº 85.

\* DOYLE, JON: "A Truth Maintenance System". Artificial Intelligence, 1979, pp. 231-272.

\* DE KLEER, JOHAN: "An Assumption-based TMS". Artificial Intelligence, vol. 28 nº. 2, marzo, 1986, pp. 127-162.

\* DE KLEER, JOHAN: "Extending the ATMS". Artificial Intelligence, vol. 28, nº. 2, marzo, 1986, pp. 163-196.

\* DE KLEER, JOHAN: "Problem Solving with the ATMS". Artificial Intelligence, vol. 28 nº. 2, marzo, 1986, pp. 197-224.

\* MARTINS, J. P. y SHAPIRO, S. C.: "A Model for Belief Revision". Artificial Intelligence, vol. 35, nº. 1, mayo, 1988, pp. 25-79.

o añadir nuevas reglas a la base de conocimiento. Aunque, en teoría, esto parece sencillo; sin embargo, cuando la base de conocimiento adquiere un tamaño considerable, el hecho de añadir nuevas reglas no es una tarea fácil, ya que las nuevas reglas deben estar integradas con las reglas existentes y debe existir entre ellas una cierta jerarquía para evitar los conflictos entre las mismas.<sup>62</sup> Cuando ocurre esto es conveniente introducir unos mecanismos de control para que el funcionamiento del sistema resulte eficiente.

En el desarrollo de un sistema experto, a medida que se añaden nuevas reglas a la base de conocimiento, el control de las reglas cada vez se hace más complejo. Cada nueva regla que se añade a la base de conocimientos del sistema requiere que se analicen las reglas anteriores, por si existieran redundancias o inconsistencias entre todas las reglas. Pero como este trabajo resulta muy pesado, en la práctica, los ingenieros del conocimiento no suelen modificar las reglas anteriores, sino que añaden nuevas reglas a la base de conocimiento para que controlen la ejecución de las reglas ya existentes. Estas nuevas reglas tratan sobre las **reglas objeto** contenidas en la base de conocimiento y son conocidas con el nombre de **meta-reglas** o **reglas sobre reglas**.<sup>63</sup> Las **meta-reglas** permiten dirigir las reglas de la base de conocimiento, estructurar el razonamiento y permiten ganar mucho tiempo y espacio de memoria.<sup>64</sup>

---

<sup>62</sup> Un ejemplo muy interesante sobre este problema aparece en BORTHICK, A. FAYE Y WEST, OWEN D. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 12-13.

<sup>63</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en:

\* BONNET, ALAIN: "Applications de l'intelligence artificielle: les systèmes experts". Rairo. Informatique Computer Science, vol. 15, n.º 4, 1981, p. 333.

\* LAURIERE, JEAN-LOUIS (1982): "Représentation et ... Deuxième partie", op. cit., p. 127.

\* FARRENY, HENRI: "Expert Systems and Knowledge Representation Languages". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988, pp. 52-53.

\* FARRENY, HENRI: "Systèmes experts et langages d'expression de connaissances". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988, pp. 69-70.

<sup>64</sup> Cfr. SCHAEFER, VINCENT: "Les systèmes experts et l'analyse financière". Revue Française de Comptabilité, n.º. 177, marzo, 1987, p. 40.

## **CAPITULO 6. EL PROCESO DE RAZONAMIENTO DEL MOTOR DE INFERENCIA.**

### **6.1. El proceso de inferencia.**

Una vez que el conocimiento ha sido introducido en la base de conocimiento del sistema, para poder solucionar los problemas planteados es necesario utilizar un mecanismo de razonamiento o procedimiento lógico de inferencia que relacione los hechos contenidos en la memoria de trabajo con las reglas y los hechos contenidos en la base de conocimiento. Este proceso de razonamiento es realizado y controlado por el motor de inferencia (también llamado mecanismo de inferencia o interpretador de reglas). El motor de inferencia también controla todo el proceso de razonamiento y la conexión con los restantes elementos del sistema experto (i.e., base de conocimiento, subsistema de adquisición del conocimiento, subsistema de explicación, e interfase del usuario).

Aunque la base de conocimiento es el componente más importante de un sistema expertos; sin embargo, a ésta no se le podrá sacar todo el rendimiento a menos que exista un buen motor de inferencia que permita aplicar el conocimiento almacenado en la base de conocimiento.<sup>1</sup> Para ello, existen distintos motores de inferencia que dependen del tipo de representación del conocimiento adoptado. En un sistema experto basado en reglas, el motor de inferencia está formado por los siguientes elementos:<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Cfr. PHAM, D. T. y PHAM, P. T. M.: "Expert Systems: A Review". Incluido en PHAM, D. T. [Ed.]: "Artificial Intelligence in Industry: Expert Systems in Engineering". IFS Publications, Springer-Verlag, New York, 1988, p. 10.

<sup>2</sup> Cfr. VERDEJO, MARÍA FELISA: "Sistemas basados en reglas de producción y programación lógica". Incluido en JOSÉ CUENA, y otros: "Inteligencia artificial: Sistemas expertos". Alianza Editorial. Madrid, 1986, p. 56.

- \* Un mecanismo de emparejamiento (*pattern-matching*) que compara los hechos contenidos en la memoria de trabajo con las reglas contenidas en la base de conocimiento.
- \* Una estrategia de búsqueda que permite encadenar las reglas.
- \* Una estrategia de resolución de conflictos para seleccionar las reglas que pueden aplicarse en cada momento.

El proceso de inferencia que realiza un sistema experto puede ser resumido en los siguientes pasos:<sup>3</sup>

1. Introducción por el usuario de los hechos que describen el problema.
2. Selección de las reglas contenidas en la base de conocimiento que pueden aplicarse al problema concreto planteado. Las reglas seleccionadas constituyen lo que se denomina el **conjunto del conflicto**.
3. Se comparan los hechos que describen el problema y los hechos contenidos en la base de conocimiento con las reglas seleccionadas, de forma que cuando los hechos cumplen las condiciones de una regla, ésta se desencadena o dispara; produciendo una nueva información que se añade a la base de conocimientos, estimula otras reglas o desencadena una acción. Esta operación se conoce como **solución del conflicto**.
4. Los nuevos hechos deducidos se introducen en la base de hechos.
5. El proceso continúa hasta que ya no queden reglas por emparejar y se llega a la conclusión cierta o más probable.

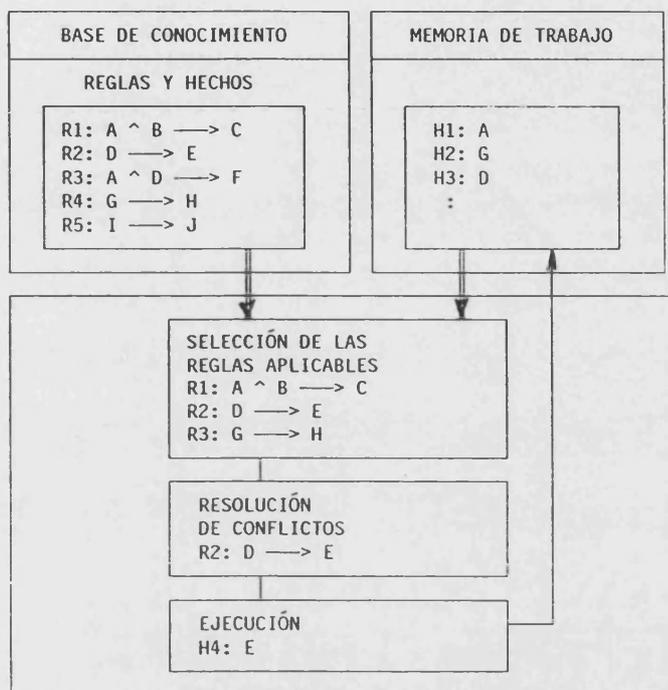
---

<sup>3</sup> Cfr. CHATAIN, JEAN-NOËL y DUSSAUCHOY, ALAIN: "Sistemas Expertos. Métodos y Herramientas". Paraninfo, Madrid, 1988, pp. 46-47.



En la Figura 1 se puede ver esquemáticamente el proceso de inferencia.

Figura 1. Proceso de inferencia



## 6.2. El mecanismo de emparejamiento.

El proceso de emparejamiento o puesta en correspondencia de las reglas (*pattern-matching*) consiste en relacionar los hechos contenidos en la memoria de trabajo con las reglas y los hechos contenidos en la base de conocimiento con el fin de obtener unas conclusiones. La operación de «*pattern-matching*» es la operación más costosa del proceso lógico de inferencia, ya que representa entre el 60% y el 90% del tiempo de ejecución del sistema experto.<sup>4</sup> Este

<sup>4</sup> Cfr. CORDIER, M. O., FALLER, B. y ROUSSET, M. C.: "Optimisation de l'operation de «pattern matching» dans les systèmes experts". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 5, nº. 3, 1986, p. 174.

proceso de inferencia se controla por medio de una serie de mecanismos o reglas de inferencia, basados en la lógica formal, que permiten probar o refutar ciertos hechos, deducir nuevos hechos o reglas y llegar a un objetivo o conclusión.

Las reglas de inferencia que más se utilizan para llegar a una conclusión son:<sup>5</sup> (1) el modus ponendo ponens o modus ponens, (2) el modus tollendo tollens o modus tollens y (3) la resolución.

El modus ponendo ponens o modus ponens se basa en que dado un hecho A, que sabemos que es verdadero, y una regla que relaciona A con B, "Si A entonces B", podemos concluir que B también es verdadero.

Expresado en forma lógica sería:

$$\begin{array}{l} A \\ A \implies B \end{array} \quad \Bigg| \quad \begin{array}{l} \\ A \vdash B \end{array}$$

Esta expresión lógica se interpreta así:

Hecho: A es verdadero

Regla: «Si A es verdadero entonces B es verdadero»

Conclusión: B es verdadero

El modus tollendo tollens o modus tollens se basa en que dado un hecho B, que sabemos que es falso, y una regla que relaciona A con B, "Si A entonces B", podemos concluir que A también es falso.

---

<sup>5</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en:

\* PHAM, D. T. y PHAM, P. T. M. (1988): "Expert Systems ...", op. cit., p. 11.

\* CASTILLO, ENRIQUE y ÁLVAREZ, ELENA: "Sistemas expertos. Aprendizaje e incertidumbre". Parainfo, Madrid, 1989, pp. 46-51.

\* BONSÓN PONTE, ENRIQUE: "Sistemas expertos basados en reglas: Una aplicación para la determinación de ajustes y eliminaciones en la elaboración del estado de origen y aplicación de fondos". Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, pp. 1028-1029.

Expresado en forma lógica sería:

$$\neg B \quad \left| \quad \neg B \vdash \neg A \right.$$

$$A \implies B$$

Esta expresión lógica se interpreta así:

Hecho: A es verdadero

Regla: «Si A es verdadero entonces B es verdadero»

«Si B no es verdadero entonces A no es verdadero»

Conclusión: A no es verdadero

La **resolución** consiste en deducir un hecho partiendo de una serie de sentencias lógicas anteriores. La resolución se realiza utilizando las reglas **modus-ponens** o **modus-tollens**.

$$( A \implies B; B \implies C ) \implies ( A \implies C )$$

Una forma práctica de utilizar la resolución es utilizando **tablas de verdad**. Por ejemplo:

A	B	No(A)	Si A, entonces B	No (A) o B
V	V	F	V	V
V	F	F	F	F
F	V	V	V	V
F	F	V	V	V

Fuente: HARMON, PAUL y KING, DAVID: "Sistemas Expertos. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial". Díaz de Santos, Madrid, 1988, p. 75.

El **modus ponens** y el **modus tollens** se utilizan para las **conclusiones simples**, que son aquellas que se obtienen de la aplicación de una sola regla. Mientras que la **resolución** se utiliza para las conclusiones compuestas.

### 6.3. Estrategias de búsqueda.

El proceso de inferencia debe ser realizado de acuerdo con una estrategia que controle la búsqueda de las reglas dentro de la base de conocimiento. El encadenamiento de las reglas se puede realizar utilizando tres estrategias o técnicas de búsqueda distintas:<sup>6</sup>

1. Estrategia con encadenamiento hacia adelante.
2. Estrategia con encadenamiento hacia atrás.
3. Estrategias mixtas de ambos ámbitos.

La elección de la estrategia a utilizar dependerá de las características del problema a tratar y de la capacidad intuitiva del ingeniero del conocimiento.

#### 6.3.1. Encadenamiento hacia adelante.

El método de encadenamiento hacia adelante (*forward chaining*) (también llamado método de encadenamiento progresivo (*forward reasoning*), control de la inferencia guiada por los datos (*if-added*), conducido por las condiciones (*bottom-up*)) es el que va desde los datos hasta los objetivos. Este método se basa en el razonamiento deductivo.

En el método de encadenamiento hacia adelante la

---

<sup>6</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en:

\* WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, pp. 66-69.

\* CUENA, JOSÉ: "Concepto y métodos de construcción de sistemas expertos". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 85-86.

\* NEBENDAHL, DIETER [Ed.]: "Sistemas Expertos. Introducción a la técnica y aplicación". Marcombo, Barcelona, 1988, pp. 71-79.

\* CHATAIN, JEAN-NOËL y DUSSAUCHOY, ALAIN (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 47-53.

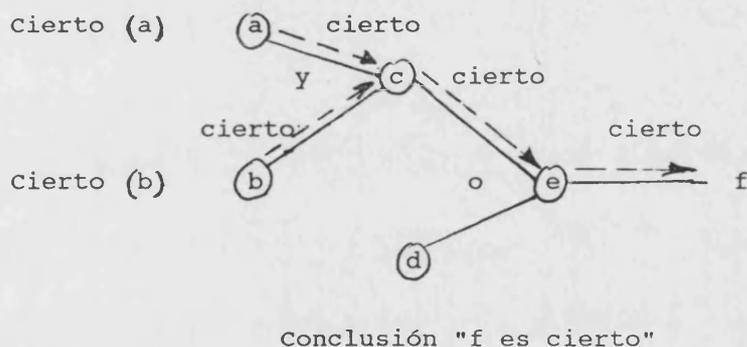
\* PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK: "Expert systems for experts". John Wiley & Sons, New York, 1988, pp. 251-285.

\* PHAM, D. T. y PHAM, P. T. M. (1988): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 11-15.

\* ALONSO, GUILLERMO y BECERRIL, JOSÉ LUIS: "Introducción a la Inteligencia Artificial". Multimedia Ediciones. Barcelona, 1993, pp. 78-84.

estrategia de actuación es la siguiente: partiendo del conjunto de hechos y de datos, contenidos en la memoria de trabajo, se buscan todas las reglas aplicables, contenidas en la base de conocimiento, es decir, aquellas cuya porción SI de la regla permiten emparejar los datos. Cuando se encuentra una regla que empareja los datos, ésta se dispara, produciendo un nuevo hecho que se añade a la colección de hechos de la memoria de trabajo. El proceso se van aplicando sucesivamente hasta que se llega a una conclusión, o hasta que ninguna regla más puede ser disparada, en cuyo caso el ordenador pediría que se le introdujeran nuevos datos. (Ver Figura 2).

Figura 2. Encadenamiento hacia adelante



Fuente: ALONSO, GUILLERMO y BECERRIL, JOSÉ LUIS: "Introducción a la Inteligencia Artificial". Multimedia Ediciones. Barcelona, 1993, p. 83.

Veamos, a continuación, un ejemplo de encadenamiento hacia adelante:<sup>7</sup>

SI el MARCADOR DE RIESGO sube en el mes 1,  
ENTONCES efectuar la auditoría en el mes 2.

<sup>7</sup> Cfr. WATNE, DONALD A. y TURNEY, PETER B.: "Auditing EDP Systems". Second Edition. Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey. 1990, p. 551.

El encadenamiento hacia adelante actuaría del siguiente modo:

Hecho: el MARCADOR DE RIESGO está alto

Hecho: Estamos en el mes 2

Acción: Efectuar la auditoría.

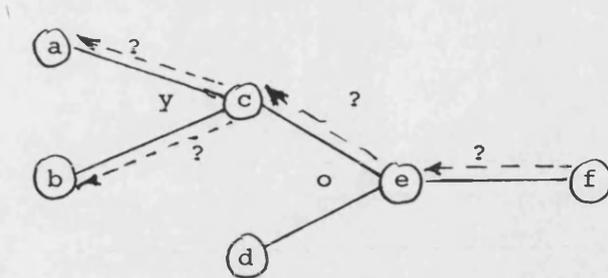
La estrategia de razonamiento hacia adelante es adecuada en las siguientes situaciones: cuando hay muchas respuestas posibles, cuando no puede delimitarse con precisión la respuesta a obtener, cuando se utilizan muchos conocimientos empíricos.

### 6.3.2. Encadenamiento hacia atrás.

El método de encadenamiento hacia atrás (*backward chaining*) (también llamado método de encadenamiento regresivo (*backward reasoning*), estrategia de inferencia controlada por el objetivo (*if-needed*) o conducido por las conclusiones (*top-down*)). Actúa en orden inverso al encadenamiento hacia adelante, es decir, va de los objetivos a los datos. Este tipo de razonamiento es deductivo.

Esté método sigue la siguiente estrategia de actuación: partiendo de los objetivos que se desean alcanzar o conclusiones (segunda parte de la regla), se buscan en la base de conocimiento aquellas reglas que tienen ese objetivo particular en la porción entonces de la regla, y se comprueba si los antecedentes de esas reglas coinciden con los hechos contenidos en la memoria de trabajo; si coinciden, se desencadena la regla y se introducen los nuevos hechos en la memoria de trabajo. El proceso continua de forma iterativa hasta que se llegue al objetivo buscado o ya no queden más reglas por aplicar. (Ver Figura 3).

Figura 3. Encadenamiento hacia atrás



Conclusión:

cierto (a y b) --> cierto (c) --> cierto (e) --> "f es cierto"

Fuente: ALONSO, GUILLERMO y BECERRIL, JOSÉ LUIS: "Introducción a la Inteligencia Artificial". Multimedia Ediciones. Barcelona, 1993, p. 82.

Un ejemplo de encadenamiento hacia atrás podría ser el siguiente:<sup>8</sup>

SI La auditoría anterior es mala, y  
los informes son tardíos.

ENTONCES Llamar al director.  
Auditar en tres meses.

SI La auditoría fue calificada o  
insatisfactoria.

ENTONCES La auditoría anterior era mala.

SI Los informes no han llegado, y  
la fecha tope pasó al menos hace cinco días

ENTONCES Los informes son tardíos.

<sup>8</sup> Cfr. WATNE, DONALD A. y TURNEY, PETER B. B. (1990): "Auditing EDP ...", op. cit., p. 552.

La estrategia de razonamiento hacia atrás es adecuada en las siguientes situaciones: cuando los atributos de las respuestas están definidos; cuando la información es incompleta y se requiere, por tanto, un diálogo constante con el usuario; en los sistemas consultivos, clasificativos, de interpretación, de diagnóstico y de planificación, y cuando el número de reglas es grande.

### **6.3.3. Encadenamiento mixto.**

Las estrategias de búsqueda mixta (también llamado encadenamiento progresivo-regresivo o razonamiento oportunístico) son aquellas en las que se utiliza ambos tipos de estrategias (i.e., encadenamiento hacia adelante y encadenamiento hacia atrás).

La estrategia de razonamiento mixto es adecuada cuando las respuestas están definidas pero hay muchas respuestas y cuando se desean obtener respuestas en tiempo real.

### **6.4. Estrategia de resolución de conflictos entre reglas.**

Con independencia de la estrategia de encadenamiento o dirección de búsqueda que utilice el motor de inferencia (i.e., hacia adelante, hacia atrás o mixta), cuando la base de conocimiento es muy amplia pueden existir reglas que tengan los mismos antecedentes pero consecuentes diferentes y, como consecuencia de ello, pueden existir varias reglas candidatas. En estos casos es necesario establecer un mecanismo de control o estrategia de selección que indique qué reglas hay que desencadenar en primer lugar. Este mecanismo de control se conoce como **resolución del conflicto** y se consigue por medio de la adición de nuevas reglas que

controlan el proceso.

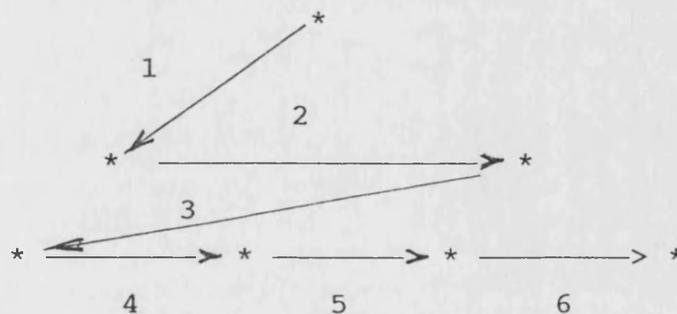
Las estrategias de selección que más se utilizan son:<sup>9</sup>

(1) la estrategia de búsqueda a lo ancho, (2) la estrategia de búsqueda en profundidad y (3) la búsqueda heurística.

#### 6.4.1. Estrategia de búsqueda en extensión.

La estrategia de búsqueda en extensión (*breadth-first-search*) (también llamada *búsqueda a lo ancho* u *búsqueda en horizontal*) consiste en evaluar todos los caminos posibles que comienzan en un primer nivel del árbol del decisión para buscar el objetivo. Si no se consigue el objetivo en la búsqueda del primer nivel, se sigue en el segundo nivel, y así sucesivamente hasta llegar al objetivo buscado. (Ver Figura 4).

Figura 4. Estrategia de búsqueda en extensión



Esta estrategia se utiliza cuando se quiere llegar lo antes posible a una solución. Un sistema experto que utilizara este tipo de estrategia plantearía las preguntas de forma aleatoria.

<sup>9</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en:

\* NEBENDAHL, DIETER (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., p. 81

\* HARMON, PAUL y KING, DAVID (1988): "Expert Systems ...", op. cit., p. 83.

\* PHAM, D. T. y PHAM, P. T. M. (1988): "Expert Systems: ...", op. cit., p. 10.

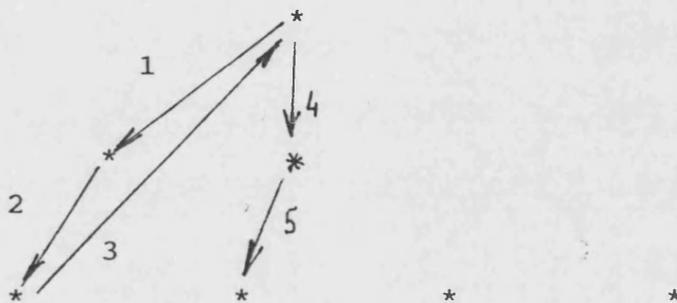
\* FROST, RICHARD: "Bases de datos y Sistemas Expertos: Ingeniería del conocimiento". Díaz de Santos, Madrid, 1989, pp. 473-476.

\* WATNE, DONALD A. y TURNER, PETER B. B. (1990): "Auditing EDP ..." op. cit., p. 552.

#### 6.4.2. Estrategia de búsqueda en profundidad.

La **estrategia de búsqueda en profundidad** (*depth-first-search*) (también llamada **búsqueda lo largo** o **búsqueda vertical**) consiste en profundizar un determinado camino a través del árbol de decisiones hasta llegar a su fin; si no se llega a la conclusión por este camino se sigue con el siguiente camino, y así sucesivamente. (Ver Figura 5).

Figura 5. Estrategia de búsqueda en profundidad



Esta estrategia se utiliza cuando se quiere realizar un acercamiento paulatino a la solución. Así, un sistema experto que utilizara este tipo de búsqueda plantearía de forma sucesiva todas las preguntas sucesivas relativas al mismo tema.

#### 6.4.3. Estrategia de búsqueda heurística.

La **estrategia de búsqueda heurística** (*heuristic search*) se basa en la utilización de reglas empíricas para reducir el espacio de búsqueda y aumentar la eficacia del sistema. Las reglas heurísticas son soluciones, trucos, simplificaciones o cualquier clase de estratagema, adquiridos por la experiencia, que reducen considerablemente el tiempo de

búsqueda (ver § I-3.1.1). La estrategia de búsqueda heurística no garantizan la solución óptima, pero ofrecen soluciones que son aceptables la mayoría de las veces.<sup>10</sup>

Ejemplos de este tipo de estrategias podrían ser:<sup>11</sup>

- elegir la primera regla que se satisfaga;
- elegir la regla más reciente utilizada;
- elegir la regla más específica;
- elegir la regla que más vaya a influir en la hipótesis de mayor grado en ese momento;
- elegir la regla donde la recopilación de los hechos necesarios sea menos costosa;
- elegir la regla cuyos hechos puedan determinarse con el menor riesgo posible;
- elegir la regla de la que ya se conozcan la mayoría de las condiciones;
- elegir la regla con mayor número de premisas;
- elegir la regla con el menor número de premisas.

En la Figura 6 podemos ver un ejemplo en el que se comparan los tres tipos de estrategias de búsqueda.

---

<sup>10</sup> Cfr. MISHKOFF, HENRY C.: "A fondo: Inteligencia artificial". Anaya Multimedia, Madrid, 1988, p. 184.

<sup>11</sup> Cfr.

\* VERDEJO, MARÍA FELISA (1986): "Sistemas basados ...", op. cit., p. 56.

\* NEBENDAHL, DIETER (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., p. 82.

\* GULATI, D. y TANNIRU, MOHAN R.: "A Model-Based Approach to Investigate Performance Improvements in Rule-Based Expert Systems". Decision Sciences, vol. 24, nº. 1, enero-febrero, 1993, pp. 42-59.

Figura 6. Comparación de los tres tipos de estrategias

CAMINO 1		CAMINO 2		CAMINO 3	
SI	la prueba del riesgo de detalles es mayor del 50%, y	SI	el saldo de cuentas sobrepasa el 10% de los ingresos netos, y	SI	el saldo de cuentas no ha cambiado desde la última auditoría
SI	el saldo de cuentas ha cambiado desde la última auditoría	SI	el saldo de cuentas ha cambiado desde la última auditoría		
ENTONCES	efectuar una auditoría de cuentas	ENTONCES	efectuar una auditoría de cuentas	ENTONCES	fotocopiar los papeles de trabajo y no efectuar la auditoría de cuentas.

Fuente: WATNE, DONALD A. y TURNEY, PETER B. B.: "Auditing EDP Systems". Second Edition. Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey. 1990, pp. 552-553.

La técnica de búsqueda en profundidad (o en vertical) seguiría primero el camino 1, luego el camino 2, y por último el camino 3. La técnica de búsqueda en extensión (o en horizontal) seguiría todos los caminos a la vez. La técnica heurística podría comprobar primero el camino 3 y evitaría los caminos 1 y 2 si el saldo de cuentas no ha cambiado.

## CAPITULO 7. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO DE SISTEMAS EXPERTOS.

### 7.1. Concepto y clasificación de las herramientas de desarrollo de sistemas expertos.

Las herramientas de desarrollo de sistemas expertos o herramientas de ingeniería del conocimiento son sistemas informáticos (i.e., *hardware* y *software*) que facilitan al ingeniero del conocimiento el proceso de desarrollo y mantenimiento de un sistema experto. Las herramientas de ingeniería del conocimiento ofrecen dos ventajas importantes: (1) permiten un desarrollo rápido del sistema experto y (2) proporcionan técnicas específicas para la representación del conocimiento.<sup>1</sup>

Debido a que la investigaciones sobre sistemas expertos están todavía en su infancia, lógicamente también lo están las herramientas que se utilizan para su desarrollo, variando mucho su clasificación según los autores.<sup>2</sup> De acuerdo con la clasificación establecida por Waterman,<sup>3</sup> las herramientas de desarrollo de los sistemas expertos se pueden agrupar del siguiente modo:

---

<sup>1</sup> Cfr. HARMON, PAUL y KING, DAVID: "Sistemas Expertos. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial". Díaz de Santos, Madrid, 1988, p. 107.

<sup>2</sup> Sobre el tema de los tipos de herramientas de desarrollo de sistemas expertos, véase por ejemplo:

\* HAYES-ROTH, FREDERICK, WATERMAN, DONALD A. y LENAT, DOUGLAS B. [Eds.]: "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983.

\* HARMON, PAUL y KING, DAVID (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit.

\* van KOPPEN, J.: "A Survey of Expert System Development Tools". Incluido en PHAM, D. T. [Ed.]: "Artificial Intelligence in Industry: Expert Systems in Engineering". IFS Publications, Springer-Verlag, New York, 1988, pp. 46-47.

\* GEVARTER, WILLIAM B.: "The Nature and Evaluation of Commercial Expert System Building Tools". Incluido en MOCKLER, ROBERT J. (1989): "Knowledge-based systems for Management Decisions". Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, 1989. (Este artículo originalmente apareció en IEEE Computer, mayo 1987, pp. 24-41).

<sup>3</sup> Cfr. WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, pp. 80-94.

1. Desarrollar de todos los elementos del sistema experto utilizando lenguajes de programación.
  - Lenguajes orientados al problema.
  - Lenguajes de manipulación simbólica.
2. Utilizar un lenguaje de ingeniería del conocimiento.
  - Lenguajes esqueléticos.
  - Lenguajes de propósito general.
3. Ayudas para la construcción del sistema.
  - Ayudas para la adquisición del conocimiento.
  - Ayudas para el diseño.
4. Facilidades de ayuda de sistema experto.
  - Ayudas para la programación.
  - Ayudas para la explicación.

Una lista de algunas de las herramientas de ingeniería del conocimiento más conocidas puede verse en el Anexo B1.

Dada la gran variedad y complejidad de herramientas de desarrollo de sistemas expertos que existen, a la hora de elegir la herramienta<sup>4</sup> es conveniente considerar una serie de aspectos, tales como: el tipo de tarea, las caracte-

---

<sup>4</sup> Una ampliación sobre el tema de la elección de la herramienta adecuada para la construcción del sistema experto puede verse, por ejemplo, en:

\* WATERMAN, DONALD A. y HAYES-ROTH, FREDERICK: "An Investigation of Tools for Building Expert Systems". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONALD A. WATERMAN, y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983, pp. 169-215.

\* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., pp. 142-151.

\* HOLSAPPE, CLYDE W. y WHINSTON, ANDREW B.: "Manager's Guide to Expert Systems Using GURU." Dow Jones-Irwin, Homewood, Illinois, 1986, pp. 243-280. [Este libro se publicó también en 1987 con el título de: "Business expert systems"].

\* HOLSAPPE, CLYDE W. y WHINSTON, ANDREW B.: "Business expert systems". Richard D. Irwin, Homewood, 1987, pp. 261-299.

\* BRYANT, NIGEL: "Managing Expert Systems". John Wiley & Sons, Chichester, 1988, pp. 101-112.

\* MURRAY, JEROME T. y MURRAY, MARILYN J.: "Expert Systems in Data Processing. A Professional's Guide". McGraw-Hill Book Com, New York, 1988, pp. 101-114.

\* PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK: "Expert systems for experts". John Wiley & Sons, New York, 1988, pp. 304-309.

\* DESCHAMPS, PAUL B.: "Standards for Expert System Tools". Journal of Information Systems Management, vol. 9, nº. 1, invierno, 1992, pp. 8-14.

\* SIERRA, CARLES y SANGÜESA, RAMÓN: "Herramientas de desarrollo de sistemas expertos". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 115-118.

\* STYLIANOU, ANTHONY C., MADEY, GREGORY R. y SMITH, ROBERT D.: "Selection Criteria for Expert System Shells: A Socio-Technical Framework", Communications of the ACM, vol. 35, nº 10, octubre, 1992, pp. 30-48.

rísticas de la aplicación, los métodos de adquisición del conocimiento, los métodos de representación del conocimiento, los mecanismos de control del motor de inferencia, los usuarios del sistema, la funcionalidad del sistema, los costes de adquisición de la herramienta, los costes de mantenimiento, el vendedor, etc.

• • A continuación, vamos a ver las características principales de las distintas herramientas que se utilizan para construir los sistemas expertos.

## **7.2. Desarrollo a medida de un sistema experto utilizando lenguajes de programación.**

### **7.2.1. Lenguajes de programación convencionales.**

Los lenguajes de programación convencionales fue una de las primeras formas que se utilizaron para construir los sistemas expertos. Aunque son adecuados para desarrollar de sistemas expertos, sin embargo, resultan muy pesados para el ingeniero del conocimiento, debido a las pocas capacidades y ayudas que poseen. En la actualidad esta forma de desarrollo se está sustituyendo por otros métodos y procedimientos mucho más sofisticados que poseen múltiples capacidades y ayudas.

Los lenguajes de programación convencionales se pueden clasificar en: (1) lenguajes orientados al problema, y (2) lenguajes de manipulación simbólica. Los lenguajes orientados al problema son lenguajes de ordenador diseñados para actuar sobre una clase particular de problemas. Así, por ejemplo, el FORTRAN ha sido diseñado específicamente para realizar cálculos algebraicos; mientras que el COBOL es específico para realizar operaciones comerciales. Los

lenguajes de manipulación simbólica son lenguajes de ordenador diseñados expresamente para representar y manipular símbolos y operaciones lógicas. Así, por ejemplo, el LISP es un lenguaje diseñado para el manejo de listas, y el PROLOG es un lenguaje para realizar operaciones lógicas y simbólicas.

Aunque los lenguajes de programación tradicionales, tales como el FORTRAN, COBOL, PASCAL, LOGO,<sup>5</sup> BASIC,<sup>6</sup> etc., se pueden utilizar para desarrollar sistemas expertos, sin embargo, no son los más adecuados para ello, pues carecen de las capacidades especiales de los lenguajes orientados hacia la inteligencia artificial, tales como el LISP o el PROLOG. Estos dos últimos lenguajes son los más utilizados para desarrollar sistemas expertos, pues son muy potentes y flexibles para la manipulación de grandes cantidades de símbolos (el LISP) y para la lógica del cálculo de predicados (el PROLOG).

No hay unanimidad en cuanto a cuál de estos dos lenguajes elegir. Cada uno de ellos tiene ventajas e inconvenientes que es necesario valorar antes de decidirse por uno de ellos.<sup>7</sup> El lenguaje de programación LISP es el lenguaje utilizado por los constructores de sistemas expertos americanos, mientras que el lenguaje de programación PROLOG ha sido utilizado principalmente en Europa y en Japón (concretamente en el «Proyecto de Ordenadores de la Quinta Generación»).

---

<sup>5</sup> Sistemas expertos para ordenadores personales escritos en lenguaje LOGO pueden verse, por ejemplo, en CHADWICK, M. y HANNAH, J. A.: "Sistemas Expertos para Ordenadores Personales. Introducción a la inteligencia artificial". Ra-ma. Madrid, 1987.

<sup>6</sup> Un ejemplo de sistema experto sobre identificación de animales, escrito en lenguaje BASIC, se muestra en DUDA, RICHARD O. y GASCHNIG, JOHN G.: "Knowledge-Based Expert Systems Come of Age". Byte, septiembre, 1981, pp. 264-278.

<sup>7</sup> Una ampliación sobre las analogías y diferencias que existen entre ambos lenguajes puede verse en FOSTER, EDWARD S.: "Artificial intelligence faces a crossroads". Mini-Micro Systems, mayo, 1984, pp. 119-120.

Dada la importancia de estos dos lenguajes en inteligencia artificial, a continuación, vamos a comentar brevemente las características principales de los mismos.

**Lenguaje LISP.**<sup>8</sup> El lenguaje **LISP (LIST Processing)** es un lenguaje de programación muy antiguo, contemporáneo del FORTRAN, inventado por McCarty, en 1958, en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Este lenguaje ha sido diseñado específicamente para el manejo de símbolos. El **LISP** es un lenguaje funcional que está formado por colecciones de **listas**. Una lista está formada por una cadena de **átomos** encerrada entre paréntesis. Los átomos son los elementos básicos (e.g., números, caracteres alfabéticos, símbolos). La lista puede estar también vacía, es decir, no contener ningún átomo. Una lista puede contener también funciones que operan sobre lo que viene a continuación de un paréntesis. Estas funciones producen valores. Las características más importantes del lenguaje LISP son: facilidad para manipular los símbolos, procesamiento de listas, flexibilidad, posibilidad de realizar definiciones recursivas de funciones, los datos se mezclan con el programa, el sistema gestiona dinámicamente la memoria, posee ayudas de edición muy sofisticadas, etc.

El lenguaje LISP ha desarrollado un estándar, el Common LISP para facilitar el desarrollo y la portabilidad del LISP en los entornos de *hardware*. Además del Common LISP, se han desarrollado otros dialectos, tales como: el InterLISP, el MacLISP, el ZetaLISP, el AutoLISP, el DomainLISP, el

---

<sup>8</sup> Una ampliación sobre el **Lenguaje LISP** puede verse, por ejemplo, en:

\* TOURETZKY, DAVID S.: "LISP. Introducción al cálculo simbólico". Díaz de Santos, Madrid, 1986.

\* BERK, A. A.: "Lisp. El lenguaje de la Inteligencia Artificial". Anaya Multimedia, Madrid, 1986.

\* QUEINNEC, CHRISTIAN: "Programación en Lisp". Paraninfo, Madrid, 1987.

\* CORTES, ULISES y SIERRA, CARLOS: "Lisp". Marcombo-Boixareu, Barcelona, 1987.

\* CHATAIN, JEAN-NOËL y DUSSAUCHOY, ALAIN: "Sistemas Expertos. Métodos y Herramientas". Paraninfo, Madrid, 1988, pp. 168-172.

\* EDMUNDS, ROBERT A.: "The Prentice Hall Guide to Expert Systems". Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1988, pp. 137-146.

FranzLISP, etc.<sup>9</sup>

El LISP es el lenguaje elegido por los EE.UU. en las investigaciones de inteligencia artificial. El lenguaje LISP se ha utilizado en la construcción de importantes sistemas expertos de contabilidad y finanzas. A título de ejemplo se puede citar: AIDE,<sup>10</sup> CLUE,<sup>11</sup> EXPERTAX,<sup>12</sup> GC-X,<sup>13</sup> PLAN-POWER,<sup>14</sup> TAXMAN.<sup>15</sup>

**Lenguaje PROLOG.**<sup>16</sup> El PROLOG (PROgramaming in LOGic) es un lenguaje de programación desarrollado por Colmerauer y Roussel, en la Universidad de Marsella, a principios de

---

<sup>9</sup> Una muestra de las distintas variaciones del LISP puede verse, por ejemplo, en:

\* EDMUNDS, ROBERT A. (1988): "The Prentice ...", op. cit., pp. 145-146.

\* NEWQUIST III, HARVEY P.: "Artificial Intelligence in the Financial Services Industry". Lafferty Publication, Dublin, 1990, pp. 50-51.

<sup>10</sup> Cfr. DEGOS, JEAN-GUY: "Il y a de bons systèmes experts financiers, in n'y en a point de délicieux". La Revue du Financier, Nº. 80, febrero-marzo, 1991, pp. 26-33.

<sup>11</sup> Cfr. BRODERICK, NANCY A. y POLITAKIS, PETER: "Toward a domain-specific tool for underwriting commercial insurance". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

<sup>12</sup> Cfr. SHPILBERG, DAVID y GRAHAM, LYNFORD E.: "Developing ExperTAX<sup>SM</sup>: An Expert System for Corporate Tax Accrual and Planning". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 6, nº. 1, otoño, 1986, pp. 75-94.

<sup>13</sup> Cfr. BIGGS, STANLEY F. y SELFRIDGE, M.: "GC-X: A Prototype Expert System for the Auditor's Going Concern Judgment". Working Paper, University of Connecticut, enero, 1986.

<sup>14</sup> Cfr. APEX.: "Technical Overview of PLANPOWER and publicity material". Applied Expert Systems, Five Cambridge Cente, Cambs, MA, 1986.

<sup>15</sup> Cfr. McCARTY, L. THORNE: "Reflections on Taxman: An Experiment in Artificial Intelligence and Legal Reasoning". Harvard Law Review, vol. 90, nº. 5, marzo, 1977, pp. 837-893.

<sup>16</sup> Una ampliación sobre el Lenguaje PROLOG puede verse, por ejemplo, en:

\* COLMERAUER, A., KANOUI, H. y van CANEGHEM, M.: "Prolog, bases théoriques et développements actuels". Rairo. Technique et Science Informatiques, nº. 4, vol. 2, septiembre-octubre, 1983, pp. 271-311.

\* BERK, A. A.: "Prolog. Programación y aplicaciones en Inteligencia Artificial". Anaya Multimedia, Madrid, 1986.

\* ENNALS, RICHARD: "Micro-Prolog: La lógica como lenguaje para la alfabetización informática". Díaz de Santos. Madrid, 1987.

\* DE SARAM, HUGH: "Programación en Micro-Prolog. Un lenguaje de la 5ª generación". Paraninfo, Madrid, 1987.

\* CHATAIN, JEAN-NOËL y DUSSAUCHOY, ALAIN (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 173-184.

\* EDMUNDS, ROBERT A (1988): "The Prentice ...", op. cit., pp. 146-153.

\* BURNHAM, W. D. y HALL, A. R.: "PROLOG. Programación y Aplicaciones". Limusa, México, 1989.

\* McALLISTER, J.: "Inteligencia artificial y PROLOG en microordenadores". Marcombo. Barcelona, 1991.

los 70. El PROLOG está basado en la lógica de predicados de primer orden, restringida a las cláusulas de Horn. El PROLOG es un lenguaje muy potente especialmente diseñado para la programación lógica, también permite la manipulación simbólica y el manejo de listas. Es especialmente útil para el procesamiento del lenguaje natural. El lenguaje PROLOG es más sencillo que el lenguaje LISP, pues los programas en PROLOG tienden a ser más pequeños y más fáciles de leer, pero, hasta el momento, carece de las herramientas de desarrollo del entorno LISP (i.e., editores, facilidades de entrada/salida, ...).

Al igual que en lenguaje LISP, el lenguaje PROLOG también tiene varios dialectos, tales como:<sup>17</sup> el Arity Prolog, Prolog-1, Prolog-2, Prolog-86, Micro Prolog, Turbo Prolog, etc.

El lenguaje PROLOG se considera como el lenguaje ideal para los «ordenadores de la quinta generación», por su facilidad para ejecutarse en el proceso en paralelo. Ha sido adoptado como lenguaje de inteligencia artificial en el **Proyecto japonés de la Quinta Generación**, también ha sido elegido por las líneas de investigación europeas, principalmente por Francia y Gran Bretaña. El lenguaje PROLOG se ha utilizado en la construcción de importantes sistemas expertos de contabilidad y finanzas. A título de ejemplo se puede citar: FINEX,<sup>18</sup> FINSIM,<sup>19</sup> ICS,<sup>20</sup> PAYE,<sup>21</sup> SECO-

---

<sup>17</sup> Cfr. EDMUNDS, ROBERT A. (1988): "The Prentice ...", op. cit., pp. 151-152.

<sup>18</sup> Cfr. KERSCHBERG, LARRY y DICKINSON, JOHN: "FINEX: A PC-based Expert Support System for Financial Analysis". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

<sup>19</sup> Cfr. KLEIN, MICHEL: "Aide à la décision et systèmes experts en finance". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Les Systèmes experts de gestion: banque, finance, marketing". Eyrolles, Paris, 1988.

<sup>20</sup> Cfr. SYED, JAFFER R. y TSE, EDISON: "A Integrated Consulting System for Competitive Analysis and Planning Control". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

GET,<sup>22</sup> XPR.<sup>23</sup>

En la actualidad se está trabajando en integrar el lenguaje LISP y el lenguaje PROLOG. Como ejemplo de esta integración se puede citar el POPLOG, un entorno de programación que integra tres lenguajes de inteligencia artificial: el Prolog, el Lisp y el POP-11.<sup>24</sup>

Además de los lenguajes LISP y PROLOG, en inteligencia artificial también se han utilizado otros lenguajes de programación menos conocidos, tales como: SNARK, OURCIN, POPLOG, OPS 5, OPS 83, MACSYMA, FUZZY, IPL II, SAIL, CONNIVER, KRL, BASIC para máquinas inteligentes, RAIL, AL, VAL, AML, SMALLTALK, SIMULA, CLU, etc.<sup>25</sup> En la actualidad se está empezando a utilizar en la construcción de sistemas expertos

---

<sup>21</sup> Cfr. TORSUN, I.S.: "PAYE - A tax expert system". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.

<sup>22</sup> Cfr. MORENO, JOSÉ MARÍA, AGUARON, JUAN, GALLIZO, JOSÉ LUIS Y MATA, JAVIER ELOY: "SECOCET, un sistema soporte de decisiones experto para el control de costes de una empresa de transformación. Caso real simplificado". Partida Doble, nº. 18, diciembre, 1991, pp. 61-72.

<sup>23</sup> Cfr.

\* MICHEL, DANIEL E.: "Using expert systems for the diagnosis of management control systems". Comunicación presentada al 11º Congreso Europeo de Contabilidad, celebrado en Niza, 28 de abril de 1988.

\* MICHEL, DANIEL E.: "Utilización de un sistema experto para el diagnóstico de un sistema de control". Comunicación presentada en el III Congreso Internacional de Costos y I Congreso Nacional de la Asociación Española de Contabilidad Directiva (ACODI). Madrid, 21-24 de septiembre de 1993.

<sup>24</sup> Cfr.

\* EDMUNDS, ROBERT A. (1988): "The Prentice ...", op. cit., p. 153.

\* HARMON, PAUL y KING, DAVID (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., p. 118.

<sup>25</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en:

\* BOLEY, H.: "Artificial Intelligence Languages and Machines". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 2, nº. 3, 1983, pp. 145-166.

\* MONCHÓN, J.; APARICIO, R.; TRIGUEROS, F. y CASTAÑOS, C.: "Inteligencia artificial: evolución histórica y perspectivas de futuro". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 18-19.

\* FARRENY, HENRI: "Expert Systems and Knowledge Representation Languages". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

\* FARRENY, HENRI: "Systèmes experts et langages d'expression de connaissances". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

\* van KOPPEN, J. (1988): "A Survey ...", op. cit., pp. 47-49.

el lenguaje C y los lenguajes orientados a objetos.<sup>26</sup> También hay lenguajes específicos para determinadas tareas, como el SYNTEL.<sup>27</sup>

### 7.2.2. Lenguajes de ingeniería del conocimiento.

Los lenguajes de ingeniería del conocimiento son lenguajes muy sofisticados especialmente desarrollados para la construcción de los sistemas expertos. Estos lenguajes pueden ser de dos tipos: (1) lenguajes esqueléticos y (2) lenguajes de propósito general.

Los lenguajes esqueléticos de ingeniería del conocimiento son lenguajes de ordenador diseñados específicamente para construir sistemas expertos, que se han obtenido de un sistema experto ya existente al que se le ha suprimido la base de conocimiento. Buchanan denomina a estos lenguajes **sistemas marco**, pues contienen un motor de inferencia y la sintaxis para el conocimiento, pero no contienen los problemas específicos del conocimiento.<sup>28</sup> Otros autores los denominan **generadores de sistemas expertos**.<sup>29</sup>

Los primeros lenguajes esqueléticos se construyeron partiendo de sistemas expertos previos, ya en uso, a los que se les había extraído la base de conocimiento, conservando todos los restantes elementos del sistema experto (i.e., el motor de inferencia, la interfase del usuario, facilidad de

---

<sup>26</sup> Cfr. NEWQUIST III, HARVEY P. (1990): "Artificial Intelligence ...", op. cit., p. 31.

<sup>27</sup> El SYNTEL es un lenguaje de representación del conocimiento usado en la construcción de sistemas expertos a gran escala para calcular riesgos financieros. Véase al respecto DUDA, RICHARD O. y otros: "Syntel: Using a Functional Language for Financial Risk Assessment". IEEE Expert, vol. 2 nº. 3, otoño, 1987, pp. 18-31.

<sup>28</sup> Cfr. BUCHANAN, BRUCE G.: "Expert systems: working systems and the research literature". Expert Systems, vol. 3 nº. 1, enero, 1986, pp. 32-33.

<sup>29</sup> Cfr. FARRENY, HENRI: "Exercices programmes d'intelligence artificielle". Masson, París, 1987, pp. 89-90.

explicación, ...). Por ejemplo, el **KAS** se derivó de las investigaciones del **PROSPECTOR**,<sup>30</sup> el **EMYCIN** se derivó del **MYCIN**,<sup>31</sup> y el **EXPERT** se derivó del **CASNET**.<sup>32</sup>

Sin embargo, en la actualidad se construyen lenguajes esqueléticos sin necesidad de partir de un sistema experto previo ya probado. Estos nuevos lenguajes esqueléticos se denominan **conchas (shells)**.<sup>33</sup> Dada la importancia que están adquiriendo las conchas (*shells*) en la actualidad las analizaremos en el epígrafe siguiente (ver epígrafe § I-7.3).

Los **lenguajes de propósito general de ingeniería del conocimiento** son lenguajes de ordenador diseñados específicamente para construir sistemas expertos, a los que se le han incorporado ciertas capacidades especiales que los hacen aplicables a diferentes áreas y tipos de problemas. Estos lenguajes proporcionan mayor control sobre el acceso a los datos que los lenguajes esqueléticos, pero son muchos más difíciles de usar.

---

<sup>30</sup> Cfr. DUDA, RICHARD O. y GASCHNIG, JOHN G. (1981): "Knowledge-Based ...", op. cit., p. 258.

<sup>31</sup> Cfr.:

\* van MELLE, WILLIAM; SHORTLIFFE, EDWARD H. y BUCHANAN, BRUCE: "EMYCIN: A Knowledge Engineer's Tool for Constructing Rule-Based Expert Systems". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley, Massachusetts, 1984, capítulo 15, pp. 302-313.

\* BENNETT, JAMES S. y ENGELMORE, ROBERT S.: "Experience Using EMYCIN". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984, capítulo 16, pp. 314-328.

<sup>32</sup> Cfr. BARSTOW, DAVID R., AIELLO, NELLEKE, DUDA, RICHARD O., ERMAN, LEE D., FORGY, CHARLES L., GORLIN, DANIEL, GREINER, RUSSELL D., LENAT, DOUGLAS B., LONDON, PHILIP, McDERMOTT, JOHN, NII, H. PENNY, POLITAKIS, PETER, REBOH, RENE, ROSENTHAL, STANLEY, SCOTT, A. CARLISLE, van MELLE, WILLIAM y WEIS, SHOLOM M.: "Languages and Tools for Knowledge Engineering". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONAL A. WATERMAN y DOUGLAS B. LENAT [Eds.]: "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983, p. 286.

<sup>33</sup> Cfr. BAILEY, ANDREW D., Jr., KACKENBRACK, KARL, DE, PRABUDDHA y DILLARD, JESSE: "Artificial Intelligence, Cognitive Science, And Computational Modeling In Auditing Research: A Research Approach". Journal of Information Systems, vol. 1, nº. 2, primavera, 1987, p. 27.

### 7.3. Desarrollo de un sistema experto utilizando conchas (shells).

Tal como hemos indicado en la pregunta anterior, los lenguajes esqueléticos han evolucionado, dando lugar a las conchas (*shells*). Las conchas de sistema experto (*shells*) (también llamados caparazones, armaduras, sistemas vacíos y generadores de sistemas expertos) son paquetes de *software*, comercialmente disponibles, que contienen todos los elementos de un sistema experto salvo la base de conocimiento. En cierto modo, estos paquetes son similares a las hojas de cálculo electrónico.

Una concha está formada por los elementos clásicos de un sistema experto, salvo la base de conocimiento. Por consiguiente, la arquitectura de una concha estará formada por los siguientes elementos: (1) el motor de inferencia, (2) la memoria de trabajo, (3) la interfase del usuario, (4) el subsistema de explicación o justificación y (5) el subsistema de adquisición del conocimiento. Además de los elementos citados, también es conveniente que posea otros elementos que faciliten el desarrollo de un sistema experto, tales como: ayudas para la adquisición del conocimiento, formalismos para representar el conocimiento y para introducirlo en la base de conocimiento, mecanismos para la comprobación de la consistencia de los datos, etc.

Las conchas se pueden clasificar en:<sup>34</sup> (1) conchas basadas en reglas o conchas deductivas (e.g, VP-Expert, EXSYS, Personal Consultan, ...), y (2) conchas basadas en ejemplos o conchas inductivas (e.g., 1st-Class, Expert Ease,

---

<sup>34</sup> Cfr.

\* MOODY, GLYN: "Artificial Intelligence and Expert Systems". Accountant, julio, 1984, p. 15.

\* MATHIESON, ROBIN.: "Tomorrow's accountant - expert aided?". The Accountant's Magazine, abril, 1986, p. 24.

\* DORR, PATRICK, EINING, MARTHA, y GROFF, JAMES E.: "Developing an Accounting Expert System Decision Aid For Classroom Use". Issues in Accounting Education, vol. 3, primavera, 1988, p. 30.

Hulk,...). Las **conchas deductivas** utilizan reglas "Si-Entonces" para representar los conocimientos, las cuales tienen que estar definidas previamente por el ingeniero del conocimiento. Mientas que en las **conchas inductivas** se introducen ejemplos en lugar de reglas y, una vez que se han introducidos todos los ejemplos, el sistema generadas las reglas.

Una aspecto muy importante a tener en cuenta es que la conchas están jugando un papel muy importante en la preparación de la comunidad profesional y empresarial, como paso previo para realizar sistemas expertos a gran escala.<sup>35</sup> El desarrollo de un sistema experto pequeño es mucho más fácil de hacer y más económico utilizando una concha que utilizando los lenguajes, herramientas y máquinas especiales de la ingeniería del conocimiento. Utilizando una concha, un sistema experto pequeño puede ser implementado directamente por el usuario final sin necesitar la presencia del ingeniero del conocimiento.<sup>36</sup>

La utilización de una concha en la construcción de un sistema experto aporta importantes ventajas. Bickerstaff<sup>37</sup> indica las siguientes ventajas:

- \* Son fáciles de aprender, por lo que resultan ideales para la formación y para practicar, como paso previo para el desarrollo de sistemas expertos más complejos.
- \* Se necesitan menos habilidades informáticas, disminuyen los costes y se reducen los cuellos de botellas

---

<sup>35</sup> Cfr. KELLER, E. ROBERT: "Expert Systems: Alive and Well!". Journal of Systems Management. noviembre, 1988, p. 36.

<sup>36</sup> Cfr. KING, M.: "Experiments with Experts Developing Simple Expert Systems". Omega. The International Journal of Management Science, vol. 17, nº. 2, 1989, pp. 123-134.

<sup>37</sup> Cfr. BICKERSTAFF, MOLLIE: "Expert Systems for the Auditor". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988, Holanda. Apéndice A.

ocasionados por la adquisición y representación del conocimiento.

- \* Permiten desarrollar sistemas expertos prototipo en muy poco tiempo.
- \* El experto del dominio puede implementar su propio sistema experto de una forma rápida y cómoda en un micro-ordenador o en un ordenador personal.

Sin embargo, también tienen algún inconveniente que es necesario tener en cuenta. Entre los **inconvenientes**, Bickerstaff cita los siguientes:<sup>38</sup>

- \* Son inflexibles. Normalmente las demandas del usuario de la concha son más extensas que lo que la concha puede proporcionar, por lo que tiene que ir cambiando de concha a medida que el sistema experto se va extendiendo.
- \* El tamaño de memoria es limitado y el tiempo de respuesta es muy grande cuando se implementa en micro-ordenadores o en ordenadores personales.
- \* La facilidad de uso es relativa. Faltan las capacidades y cualidades que poseen los lenguajes de programación avanzados.
- \* No aprenden de la práctica. No aprenden de su propia experiencia, por lo que puede resultar difícil de actualizar la base de conocimiento.

En cuanto a la elección de una concha, normalmente esta tarea suele ser muy compleja, debido a la gran cantidad de conchas que existen en el mercado y a las características tan diferentes que presentan las mismas (ver Anexos B1 y B2). A la hora de elegir una concha hay que recibir un buen asesoramiento, pues existen en el mercado varios centenares de conchas ofertadas por multitud de vendedores, muchos de

---

<sup>38</sup> Id.

los cuales son vendedores nuevos poco conocidos.<sup>39</sup> En este sentido Stylianou, Madey y Smith<sup>40</sup> utilizan ocho categorías de aspectos a tener en cuenta a la hora de elegir una concha: (1) interfase del usuario final, (2) interfase del desarrollador, (3) interfase del sistema, (4) motor de inferencia, (5) base de conocimiento, (6) interfase de los datos, (7) coste y (8) vendedor. Una forma práctica de evitar el problema de la elección de una concha es construir una concha específica para el dominio.<sup>41</sup> Así, por ejemplo, Coopers & Lybrand construyó la concha **QShell** específicamente para el sistema experto **EXPERTAX**<sup>42</sup> (ver epígrafe § II Parte, 6.2.3) y Deloitte Haskins & Sells construyó la concha **Browse** para el sistema experto **CHECKGAAP** (ver epígrafe § II Parte, 7.2).<sup>43</sup>

En el Anexo B2 se muestra una breve descripción de algunas conchas famosas.

#### 7.4. Facilidades de desarrollo de sistemas expertos.

Las facilidades de desarrollo de sistemas expertos son programas que ayudan a adquirir y representar el conocimiento del experto del dominio. También ayudan en el proceso del diseño de sistemas expertos.

---

<sup>39</sup> Un marco para la evaluación de las conchas puede verse, por ejemplo, en STYLIANOU, ANTHONY C., MADEY, GREGORY R. y SMITH, ROBERT D.: "Selection Criteria for Expert System Shells: A Socio-Technical Framework", *Communications of the ACM*, vol. 35, nº 10, octubre, 1992, pp. 30-48.

<sup>40</sup> *Ibid.*, p. 37.

<sup>41</sup> Cfr. EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989, pp. 80-31.

<sup>42</sup> Cfr. SHPILBERG, DAVID, GRAHAM, LYNFORD E. y SCHATZ, HARRY: "ExpertAX: And Expert System for Corporate Tax Planning". *Expert Systems*, vol. 3, nº. 3, julio, 1986, pp. 136-151.

<sup>43</sup> Cfr. CONNELL, N. A. D.: "Expert Systems in Accounting: A Review of Some Recent Applications". *Accounting and Business Research*, nº. 67, invierno, 1987, pp. 221-233.

Una de las primeras herramientas de ayuda para el desarrollo de sistemas expertos que se construyeron fue el sistema **TEIRESIAS**,<sup>44</sup> que se utilizó en la construcción del sistema experto **MYCIN** para añadir nuevas reglas a su base de conocimiento (ver Anexo A2).

## 7.5. Entornos de desarrollo de sistemas expertos.

Los entornos de desarrollo de sistemas expertos son un conjunto de herramientas de *software* que ayudan al ingeniero del conocimiento y al programador en el desarrollo de sistemas expertos.<sup>45</sup> Los entornos de programación contienen dentro de una misma herramienta muchas capacidades de programación, tales como: editores, gráficos, búsqueda de errores, compiladores, etc. También son capaces de soportar cualquier lenguaje de programación y herramienta de inteligencia artificial. Los entornos de desarrollo abarcarían, por tanto, las ayudas para la construcción del sistema y las facilidades de soporte citadas anteriormente. También forman parte de estos entornos de desarrollo ciertas máquinas especiales construidas específicamente para el desarrollo de sistemas expertos. A continuación vamos a ver, brevemente, las características principales de algunos de estos entornos.

---

<sup>44</sup> Cfr.

\* BUCHANAN, BRUCE G. y SHORTLIFFE, EDWARD H. [Eds.]: "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984, pp. 153-157.

\* DAVIS, RANDALL: "Interactive Transfer of Expertise". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984, capítulo 9, pp. 171-205.

<sup>45</sup> Para una ampliación sobre este tema puede consultarse, por ejemplo:

\* BOTELLA, PERE: "Entornos de programación de aplicación general". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 217-222.

\* GARIJO, FRANCISCO J.: "Entorno específicos para la construcción de sistemas expertos". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 223-230.

**Máquinas LISP.** Dado que el LISP es un lenguaje de programación especialmente preparado para la manipulación de grandes cantidades de símbolos, resultaba muy poco eficiente funcionando en los ordenadores convencionales basados en la tecnología de Von Neumann-Turing. Para evitar este inconveniente, en los años setenta, impulsados por el Laboratorio de Inteligencia Artificial del MIT, se empezaron a desarrollar en EE.UU. varios proyectos de investigación con el fin de desarrollar unos ordenadores especialmente preparados para conseguir mayor eficiencia en el proceso del lenguaje LISP. A estos ordenadores se les llamó máquinas LISP. Una característica muy importante de las máquinas LISP es que trabajan con muchos procesadores simultáneamente.<sup>46</sup> El proyecto más significativo fue el CADR que dio origen a las máquinas de SYMBOLICS y de LMI (LISP Machine Inc.). Posteriormente se interesaron también por el tema empresas de ordenadores privadas, tales como: XEROX (Centro de Investigación de Palo Alto (PARC)), Texas Instruments, Tektronix, etc.<sup>47</sup> Las máquinas LISP, debido a las características especiales que presentan (e.g, alta resolución, más capacidad de memoria, entornos de programación integrados, editores inteligentes, ...) aumentan la productividad del programador y el rendimiento del programa.

En un principio estos equipos eran muy caros, lo que hacía difícil su utilización a nivel comercial. Sin embargo, en la actualidad los precios han bajado considerablemente, y todavía seguirán bajando más a medida que mejore esta

---

<sup>46</sup> Sobre las características de las máquinas LISP puede consultarse, entre otros:

\* CHATAIN, JEAN-NOËL y DUSSAUCHOY, ALAIN (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 132-135.

\* EDMUNDS, ROBERT A. (1988): "The Prentice ...", op. cit., pp. 159-167.

\* MISHKOFF, HENRY C.: "A fondo: Inteligencia artificial". Anaya Multimedia, Madrid, 1988, pp. 211-238.

<sup>47</sup> Cfr.

\* VERITY, JOHN W.: "Artificial intelligence: (((LISP) (markets (grow))))". Datamation [EE.-UU.], octubre, 1983, pp. 92-100.

\* ALEXANDER, TOM.: "The Next Revolution in Computer Programming". Fortune, octubre, 1984, pp. 65-68.

tecnología. Entre los equipos más conocidos podemos destacar:<sup>48</sup> EXPLORER, KNOWLEDGE CRAFT, LOOPS de Xerox, SYMBOLICS (Serie 3600), Máquinas LAMBDA de Lisp Machines, Máquina 4044 de Tektronix, Estaciones simbólicas de Xerox, etc. A continuación, vamos a comentar brevemente las características principales de alguna de estas máquinas.

**EXPLORER.**<sup>49</sup> Es un entorno muy poderoso, fabricado por Texas Instrument, que permite trabajar con bases de datos, textos, gráficos, ventanas, depuración de programas, etc. Se trata de una máquina LISP que trabajaba en Common LISP. Esta máquina es el soporte físico de la concha **KEE** (ver Anexo B2).

**KNOWLEDGE CRAFT.**<sup>50</sup> El Knowledge Craft (KC) es un conjunto integrado de herramientas de software que permite construir sistemas expertos con mucha facilidad y rapidez. El Knowledge Craft posee dos módulos: el **Simpak**, que permite realizar simulaciones, y el **Graphpak**, que permite realizar despliegues comerciales gráficos después de cada simulación. Tiene un mecanismo de resolución de conflictos denominado **MEA (Means End Analysis)** que permite el mecanismo de inferencia dirigido por los datos. El conocimiento se puede representar por medio de redes semánticas, marcos y programación orientada a objetos. Utiliza el lenguaje OPS y el

---

<sup>48</sup> Cfr.

\* TUCKER, MICHAEL: "Expert systems blaze trails to AI success". Mini-Micro Systems, marzo, 1986, p. 73.

\* RAUCH-HINDIN, WENDY: "AI shapes up for mainstream use". Mini-Micro Systems, agosto, 1986, pp. 63-65.

\* CHATAIN, JEAN-NOËL y DUSSAUCHOY, ALAIN (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 131-138.

\* RAUCH-HINDIN, WENDY B.: "Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial, la ciencia y la industria. (Fundamentos-Aplicaciones)". Díaz de Santos, Madrid, 1989.

<sup>49</sup> Cfr. CHIP: "TI Explorer". Chip, nº. 54, enero, 1986.

<sup>50</sup> Cfr.:

\* CARNEGIE GROUP: "Knowledge Craft Simpak and Graphpak". Carnegie Group Inc., Pittsburgh, 1987.

\* CARNEGIE GROUP: "Knowledge Craft Version 3.2. An Environment For Developing Knowledge-Based Systems". Carnegie Group Inc., Pittsburgh, 1988.

\* SIERRA, CARLES y SANGÜESA, RAMÓN (1992): "Herramientas de ...", op. cit., pp. 119.

PROLOG. Requiere ordenadores especiales, tales como el: Explorer, VAXStation, SUN3 y Symbolics. El Knowledge Craft está comercializado en España por GSI Tecsidel (Barcelona).

Por último, los puestos de trabajo de inteligencia artificial son terminales especiales de gran potencia que poseen los medios necesarios para desarrollar sistemas expertos. Algunas de las características de estas máquinas ya las pueden soportar los ordenadores personales. Los puestos de trabajo más conocidos son:<sup>51</sup> DEC Micro VAX, SUM, Apollo, Masscomp, IBM RT, etc.

---

<sup>51</sup> Cfr. GEVARTER, WILLIAM B. (1989): "The Nature ...", op. cit., p. 514.

## **CAPITULO 8. SISTEMAS EXPERTOS «VERSUS» SISTEMAS DE AYUDA A LA DECISIÓN**

### **8.1. Características principales de la toma de decisiones.**

Un aspecto a considerar muy importante, desde el punto de vista de la gestión, es el papel que desempeñan los sistemas expertos como instrumentos de ayuda en la toma de decisiones. Es evidente que los sistemas expertos, como se puede observar a lo largo de esta tesis, asesoran y ayudan a las personas que toman decisiones para resolver un problema en un determinado dominio. Sin embargo, los sistemas expertos no están destinados específicamente para apoyar la toma de decisiones, sino para imitar el comportamiento de un experto en un determinado dominio. Los sistemas que se centran específicamente en el apoyo de la toma de decisiones son los **Sistemas de Ayuda (o de Soporte) a la Decisión (SAD) [Decision Support Systems (DSS)]**. En este epígrafe nos vamos a centrar en el análisis de las analogías y diferencias principales que existen entre ambos tipos de sistemas. Para ello, antes de entrar a analizar cuáles son estas diferencias, es conveniente exponer unas ideas generales sobre el proceso de decisión y sobre los sistemas de ayuda a la decisión.

La **toma de decisiones** es un proceso de transformación de la información en acción. En todo proceso de decisión, en primer lugar, se percibe la información del entorno; a continuación, se analiza y racionaliza la información recibida y, por último, se realiza una acción que vuelve a modificar el entorno.<sup>1</sup> (Ver Figura 1).

---

<sup>1</sup> Cfr.

\* ERNST, CHRISTIAN: "Les systèmes experts de gestion". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988, p. 20.

\* ERNST, CHRISTIAN: "Management Expert Systems". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988, p. 19.

Figura 1. Proceso de decisión



Fuente: \* ERNST, CHRISTIAN: "Les systèmes experts de gestion". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988, p. 20.  
\* ERNST, CHRISTIAN: "Management Expert Systems". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988, p. 19.

El proceso de toma de decisiones en el contexto de la ciencia de la gestión ha sido muy bien estudiado por Herber Simon.<sup>2</sup> De acuerdo con la metodología establecida por Simon,<sup>3</sup> en todo proceso de decisión se pueden distinguir tres fases principales: (1) la actividad de **inteligencia**, (2) la actividad de **diseño** y (3) la actividad de **elección**.<sup>4</sup> Por otro lado, aunque la fase de elección incluye también la **implementación**, algunos autores consideran que este aspecto es también muy importante y, por lo tanto, la incluyen como la cuarta fase dentro del proceso de decisión.<sup>5</sup>

La fase de **inteligencia** se centra en el reconocimiento y definición del problema. En esta fase se suelen distinguir varias subfases: recogida de los datos con el fin de estudiar el entorno de la organización, identificación de los objetivos, diagnóstico del problema, validación de los datos y definición y estructuración del problema. La fase de

<sup>2</sup> A Herber Simon en 1978 le fue concedido el Premio Nobel de Economía por sus estudios sobre el comportamiento de los directores empresariales en la toma de decisiones.

<sup>3</sup> Cfr. SIMON, HERBERT A.: "The New Science of Management Decision". Revised edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1977. (La primera edición es de 1960. Hay una versión española: "La nueva ciencia de la decisión gerencial". El Ateneo, Buenos Aires, 1982).

<sup>4</sup> Simon considera que existe también una cuarta fase: la actividad de **revisión**. Sin embargo, el contenido de su libro, antes citado, se orienta principalmente hacia las tres primeras fases.

<sup>5</sup> Cfr. BULLERS, WILLIAM I. y REID, RICHARD A.: "Management Systems: Four Options, One Solution". Journal of Information Systems Management, primavera, 1987, pp. 55-56.

diseño se centra en la invención, desarrollo y análisis de las posibles soluciones al problema. En esta fase se suelen distinguir las siguientes subfases: recogida y manipulación de los datos, cuantificación de objetivos, plantear y analizar las posibles alternativas para la solución del problema y probar estas soluciones para ver su factibilidad. Por último, en la fase de elección se selecciona un curso de acción determinado entre los diversos cursos determinados de acción y se pone en práctica. En esta fase existen las siguientes subfases: generación de estadísticas sobre alternativas, simulación de resultados de las diversas alternativas, explicación de las alternativas, elección entre las diversas alternativas y justificación de la elección.<sup>6</sup>

## 8.2. Relación entre la estructura de las tareas y la toma de decisiones.

En casi todas las tareas de gestión que se realicen procesos de decisión hay que realizar las operaciones descritas en el epígrafe anterior, pero no todas las tareas de gestión requieren que se dedique la misma importancia en cada una de estas operaciones. Así, hay tareas en las que la fase de inteligencia tiene mucha mayor importancia que la fase de diseño o de elección, y hay otras tareas en las que ocurre lo contrario.

El continuo de las tareas de gestión es muy amplio y se sitúa entre dos polos, a saber: las **tareas programadas** y las

---

<sup>6</sup> Cfr.

\* ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J.: "Decision Support and Expert Systems in Auditing: A Review and Research Directions". Accounting and Business Research, primavera, 1987, p. 173.

\* BULLERS, W. I. y REID, R. A. (1987): "Management Systems ...", op. cit., pp. 55-56.

\* SPRAGUE, RALPH H., Jr.: "A Framework for the Development of Decision Support Systems". MIS Quarterly, vol. 4, nº. 4, 1980, pp. 1-26. Incluido también en SPRAGUE, RALPH, Jr. y WATSON, HUGH J. (Eds.): "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, p. 22.

tareas no programadas, utilizando la terminología de Simon,<sup>7</sup> o bien, las tareas estructuradas y las tareas no estructuradas, de acuerdo con la terminología de Keen y Scott-Morton.<sup>8</sup> En medio de ambos extremos se pueden situar también las tareas semi-programadas o tareas semi-estructuradas. Por lo tanto, en términos generales, las tareas administrativas y de gestión se suelen clasificar en tres grandes categorías:<sup>9</sup> (1) tareas estructuradas, (2) tareas semi-estructuradas y (3) tareas no estructuradas. Las tareas estructuradas son aquellas en las que el problema está muy bien definido en la fase de inteligencia, las soluciones alternativas suelen ser limitadas en fase de diseño y requieren muy poco juicio por parte del decisor en la fase de elección (e.g., las aplicaciones de la investigación operativa, o las aplicaciones administrativas, tales como la facturación o la nómina). Las tareas semi-estructuradas son aquellas en las el problema está razonablemente definido en la fase de inteligencia, las soluciones alternativas pueden ser limitadas y especificadas en la fase de diseño y requieren algún tipo de juicio por parte del decisor en la fase de elección (e.g., el proceso de diseño y evaluación del control interno en auditoría). Por último, las tareas no estructuradas son aquellas en las que el problema está muy mal definido en la fase de inteligencia, las soluciones alternativas en la fase de diseño son muy numerosas, y se requiere mucho juicio e intuición por parte del decisor para seleccionar una alternativa en la fase de elección (e.g., evaluación de los controles en los sistemas informáticos

---

<sup>7</sup> Cfr. SIMON, HERBERT A. (1977): "The New Science ...", op. cit.

<sup>8</sup> Cfr. KEEN, P. G. W. y SCOTT-MORTON, M. S.: "Decision Support Systems: An Organizational Perspective". Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1978.

<sup>9</sup> Cfr.

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984, p. 183.

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Auditing: The State of the Art". Auditing: A Journal of Practice & Theory, Vol. 7, nº. 1, otoño, 1987, p. 95.

\* ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J. (1987): "Decision Support ...", op. cit., p. 174.

avanzados, o la determinación del grado de materialidad en una auditoría).<sup>10</sup> En la Figura 2 se resumen las relaciones que existen entre la estructura de la tarea y las fases de toma de decisiones.

Figura 2. Relaciones entre la estructura de tarea y las fases de toma de decisiones

Fase de decisión	Estructura de tareas		
	Estructurada	Semi-estructurada	No estructurada
<u>Inteligencia</u> El problema está	Bien definido	Razonablemente definido	Mal definido
<u>Diseño</u> Las alternativas están	Bien especificadas	Limitadas, especificadas	Numerosas
<u>Elección</u> Requisitos	Poco juicio	Algún juicio	e intuición
Nivel experto	Bajo	Medio	Alto (especialización)
Ayuda a la decisión	Automatización	Sistema de ayuda a la decisión	Sistema experto basado en el conocimiento

Fuente: ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J.: "Decision Support and Expert Systems in Auditing: A Review and Research Directions". Accounting and Business Research, primavera, 1987, p. 174.

### 8.3. Evolución de los sistemas de información basados en el ordenador para apoyar la toma de decisiones.

#### 8.3.1. Clasificación de las herramientas basadas en el ordenador para apoyar la toma de decisiones.

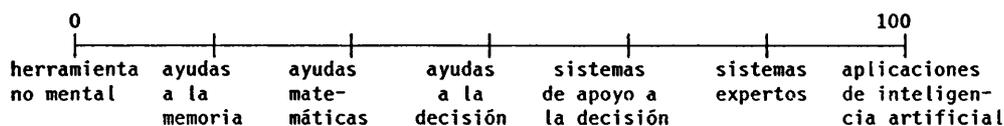
Dado que cada uno de estos tipos de tareas tienen unas características determinadas (como puede verse en el cuadro resumen de la Figura 2), lógicamente, también deben ser distintos los tipos de sistemas de información que se utilicen para apoyar los procesos de decisión en cada una de estas tareas.

A lo largo de la historia, en el proceso de toma de decisiones, el hombre siempre ha utilizado herramientas

<sup>10</sup> Cfr. ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J. (1987): "Decision Support ...", op. cit., pp. 174-175.

mentales que le ayudaban a realizar esta tarea. Lógicamente, estas herramientas han ido evolucionando en eficacia y en complejidad con el paso del tiempo. (El continuo de la complejidad de estas herramientas mentales puede verse en la Figura 3).

Figura 3. Continuo de la complejidad de las herramientas mentales



Fuente: DUKE, GORDON: "A Cost Function Model for Expert Systems". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988, p. 6.

Sin embargo, es evidente que el avance más significativo en estas herramientas se produce con la aparición del ordenador y su aplicación a las tareas de gestión. Con la aparición del ordenador, el hombre ha inventado distintas **herramientas basadas en el ordenador**, que le han facilitado la toma de decisiones. Paralelamente el hombre ha ido diseñando distintos **sistemas de información** que faciliten la información necesaria para realizar las tareas de toma de decisiones.

De acuerdo con Anderson, un **sistema de información** es:

"un sistema que recoge, registra, almacena y computa los datos de las transacciones empresariales y presenta los resultados del proceso para el personal apropiado en una organización en la forma de información".<sup>11</sup>

Los sistemas de información que se utilizan en las tareas de gestión pueden ser manuales o basados en el ordenador; aunque, en la actualidad, cuando se habla de sistema de información nos referiremos siempre a sistemas

<sup>11</sup> ANDERSON, RONALD G.: "Information and Knowledge-based Systems. An Introduction". Prentice-Hall, New York, 1992, p. 37.

basados en el ordenador. Estas herramientas han ido evolucionando con el paso del tiempo, desde los elementales sistema de proceso de datos hasta los complejos sistemas de información actuales basados en la inteligencia artificial y la tecnología de la información (e.g., sistemas de ayuda a la decisión, sistemas basados en el conocimiento, sistemas expertos, ...).

Aunque cada uno de estos sistemas, como veremos a continuación, surgieron en una época determinada y con unos objetivos muy concretos; sin embargo, todos ellos pueden subsistir, pues cada uno de ellos se centra en un determinado tipo de tareas (i.e., tareas estructuradas, tareas semi-estructuradas y tareas no estructuradas). Incluso, estos sistemas pueden integrarse entre sí con el fin de reducir sus deficiencias y aumentar sus potencialidades.

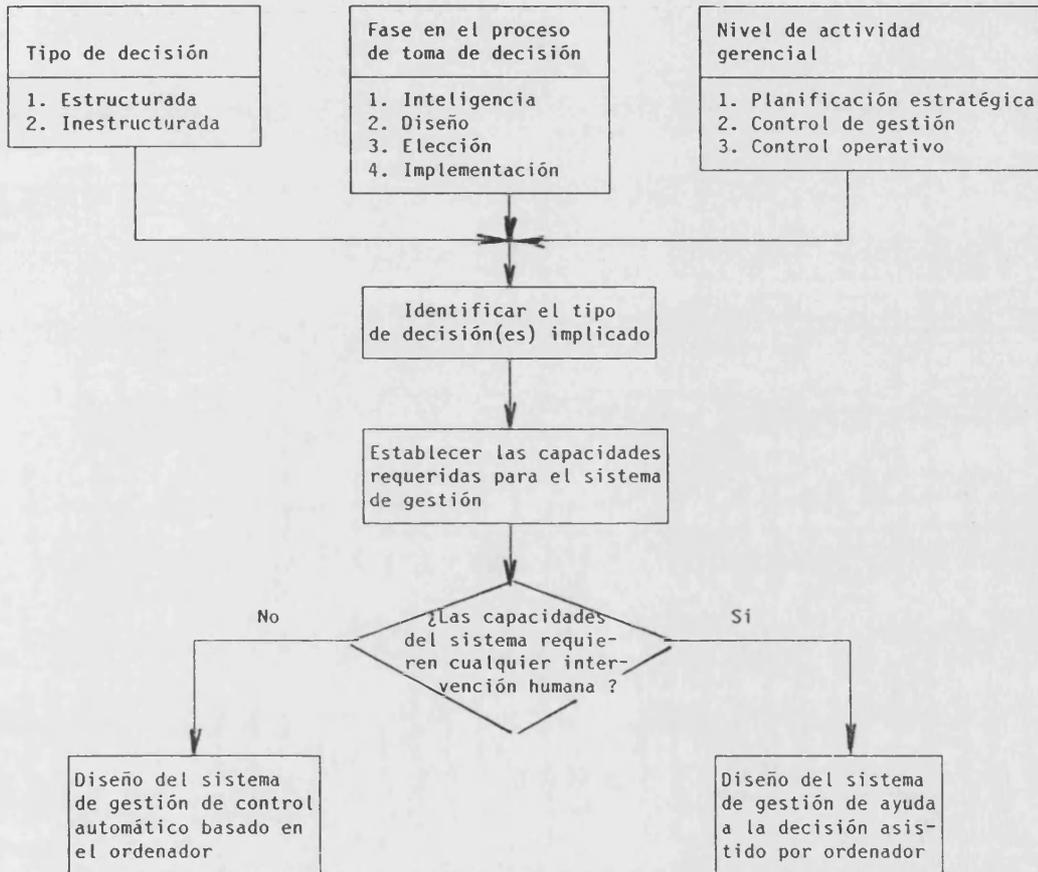
A la hora de elegir el sistema de información adecuado para cada tipo de tarea habrá que tener en cuenta varios aspectos, por ejemplo: si el sistema va a tratar decisiones estructuradas, semi-estructuradas o no estructuradas; si requiere la intervención o no del decisor, etc. En este sentido, Bullers y Reid<sup>12</sup> consideran que para establecer un sistema de apoyo en la gestión informatizado hay que identificar, en primer lugar, el tipo de decisiones que hay que tomar para realizar una tarea, para ello es necesario conocer muy bien tres aspectos: (1) el tipo de actividad a realizar (i.e., estructurada, semi-estructurada o no estructurada), (2) las fases del proceso de toma de decisión implicadas (i.e., inteligencia, diseño, elección e implementación) y (3) el nivel de actividad gerencial (i.e., planificación estratégica, control de gestión y control operativo) al que va destinada la información que suministre el sistema. En segundo lugar, una vez identificado el tipo de

---

<sup>12</sup> BULLERS y REID (1987): "Management Systems ...", op. cit., pp. 55-56.

decisión, hay que identificar el tipo de intervención humana que se requiere, con el fin de establecer las capacidades del sistema. En la Figura 4 se muestran gráficamente estos aspectos.

Figura 4. Establecimiento de un sistema de ayuda a la gestión informatizado

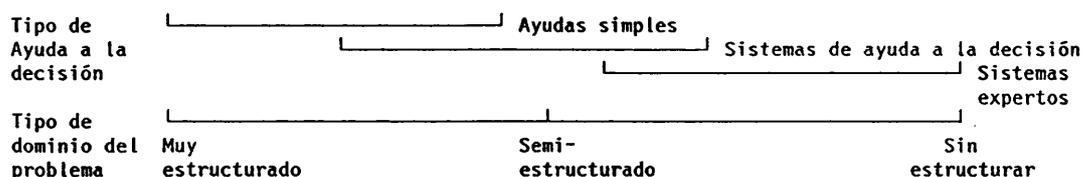


Fuente: BULLERS, WILLIAM I. y REJD, RICHARD A.: "Management Systems: Four Options, One Solution". Journal of Information Systems Management, primavera, 1987, p. 56.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, podemos clasificar las herramientas de ayuda para la realización de las tareas de toma de decisiones en tres grandes grupos, en función del tipo de tareas que se realizan. Así, en las tareas muy estructuradas se utilizan ayudas de decisión simples. En las tareas semi-estructuradas se utilizan los

sistemas de ayuda a la decisión. Por último, en las tareas no estructuradas se pueden utilizar los sistemas expertos. En la Figura 5 se muestra la relación que existe entre los tipos de ayuda a la decisión y la cantidad de estructura que existe en los distintos tipos de dominio del problema.

Figura 5. Relación del tipo de ayuda a la decisión con el tipo de dominio del problema



Fuente: MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Auditing: The State of the Art". Auditing: A Journal of Practice & Theory, otoño, 1987, p. 95.

### 8.3.2. Herramientas de apoyo en las tareas estructuradas.

En las **tareas estructuradas** (i.e., las tareas que están bien definidas en la fase de inteligencia, las alternativas en la fase diseño están bien especificadas y requieren poco juicio en la fase de elección), el tipo de herramienta que mejor se adapta para apoyar las decisiones es el **proceso electrónico de datos** y los **sistemas de información de gestión**.

Los primeros sistemas que se utilizaron para automatizar las tareas administrativas y de gestión fueron los sistemas de **Proceso Electrónico de Datos (Electronic Data Processing [EDP])** — también llamados por algunos autores **Sistemas de Proceso de Transacciones (TPS)**.<sup>13</sup> Estos sistemas se desarrollaron en la década de los 60. En este período todavía no se utilizaba el concepto de **sistema de informa-**

<sup>13</sup> Cfr. LIANG, TING-PENG: "Expert Systems as Decision Aids: Issues and Strategies". Journal of Information Systems, primavera, 1988, p. 44.

ción. Los sistemas de proceso electrónico de datos se caracterizan básicamente por los siguientes rasgos: se utilizan para automatizar las tareas administrativas muy estructuradas (e.g., contabilidad, facturación, nóminas); están basados en el proceso de transacciones (i.e., almacenamiento, proceso y generación de grandes cantidades de datos); no controlan el sistema organizativo con el que interactúan, es decir, tiene escasa capacidad de control; no requieren la intervención de los decisores; los datos, normalmente, residen en archivos separados para cada área funcional de la organización; presentan importantes ventajas sobre el proceso manual (e.g., velocidad, exactitud, volumen, ...); son muy poco complejos; están contruidos en lenguajes de programación convencionales orientados al problema (e.g., COBOL, FORTRAN, BASIC ...).<sup>14</sup> Estos sistemas, aunque facilitan información para la toma de decisiones a distintos tipos de usuarios dentro de la empresa, no son sistemas de información propiamente dichos, pues les falta un elemento indispensable: la integración de la información entre los distintos subsistemas de la empresa. Además, tampoco suministran información selectiva y relevante para apoyar la toma de decisiones de los niveles superiores de la actividad gerencial, es decir, las decisiones de planificación táctica y de control de gestión, y las decisiones de planificación estratégico.

Como consecuencia de estos inconvenientes, en la década de los 70 surgen con fuerza los conceptos de **Sistemas de Información (Information Systems) [IS]** y **Sistema de Información de Gestión (SIG) (Management Information Systems [MIS])**. Estos sistemas tratan de integrar en un único sistema todos los subsistemas de proceso electrónico de

---

<sup>14</sup> Cfr.

\* BULLERS y REID (1987): "Management Systems ...", op. cit., pp. 56-57.

\* TOWEY, JOHN F.: "Helping to support decision making". Management Accounting [EE.UU.], febrero, 1989, p. 53.

datos de una organización o de una empresa. Un **Sistema de Información de Gestión** o **Sistema de Información Gerencial** es un sistema de información integrado, basado en el ordenador, que suministra la información necesaria para facilitar las operaciones, la administración y la toma de decisiones en las distintas funciones y en los distintos niveles de gestión de una empresa u organización.<sup>15</sup>

Dado que un sistema empresarial está formado por distintos subsistemas (i.e., logística, personal, producción, comercialización/marketing, finanzas y contabilidad, proceso de la información, ...), el SIG debe ser capaz de suministrar información relevante a los distintos subsistemas de la empresa. También debe tener en cuenta el tipo de decisiones a desarrollar de acuerdo con los niveles de actividad general propuestos por Anthony:<sup>16</sup> (1) planificación estratégica, (2) control de gestión y (3) control operativo. Este aspecto es muy importante, pues en la

---

<sup>15</sup> Una ampliación sobre los **Sistemas de Información de Gestión** puede verse, por ejemplo, en:

\* BLUMENTHAL, SHERMAN C.: "Management Information Systems. A Framework for Planning and Development". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1969.

\* BLUMENTHAL, SHERMAN C.: "Sistemas de información a la dirección". Ibérico Europea de Ediciones, Madrid, 1970.

\* O'BRIEN, JAMES J.: "Management Information Systems. Concepts, Techniques and Applications". Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1970.

\* MATTESSICH, RICHARD: "Management Information System: Its Meaning, Basic Conditions and Testing". Working Paper, Nº 144. University of British Columbia, Vancouver, B. C., Canadá, 1973.

\* DAVIS, GORDON B.: "Management Information Systems: Conceptual, Foundations, Structure, and Development". McGraw-Hill. New York, 1974.

\* BOCCHINO, WILLIAM A.: "Sistemas de información para la administración. Técnicas e instrumentos". Editorial Trillas, México, 1975.

\* EIN-DOR, PHILLIPS y SEGEV, ELI: "Managing Management Information Systems". D. C. Heath and Company, Lexington, Massachusetts, 1979.

\* MURDICK, ROBERT G.: "MIS Concepts and Design". Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, 1986.

\* MURDICK, ROBERT G. y ROSS, JOEL E.: "Sistemas de información basados en computadoras para la administración moderna". Editorial Diana, México, 1986.

\* DAVIS, GORDON B. y OLSON, MARGRETHE H.: "Sistemas de información gerencial". McGraw-Hill. Bogotá, 1987.

\* BULLERS, W. I. y REID, R. A. (1987): "Management Systems ...", op. cit., pp. 57-59.

\* WILKINSON, JOSEPH W. y KNEER, DAN C.: "Information Systems for Accounting and Management: Concepts, Applications, and Technology". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1987.

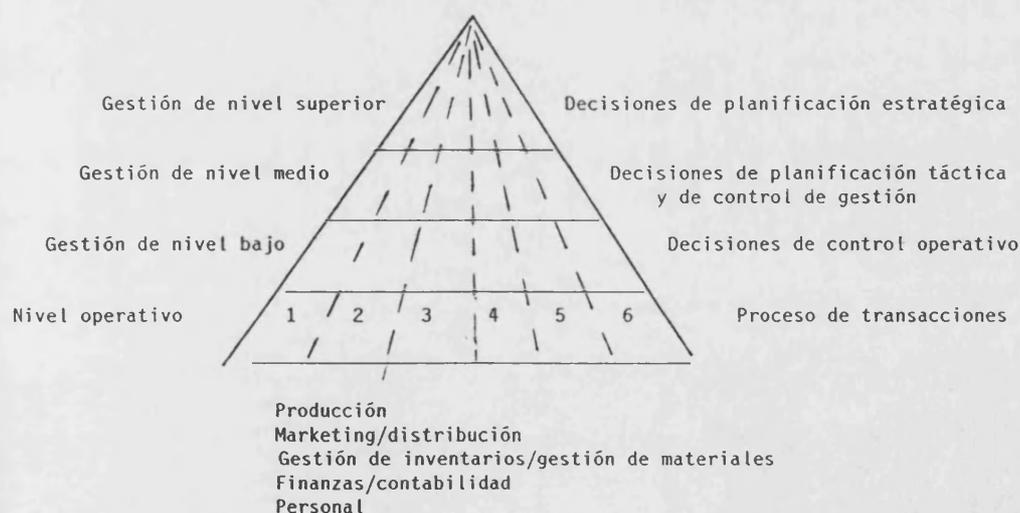
\* CHANDLER, JOHN S. y HOLZER, H. PETER (Eds.): "Management Information Systems. Planning, Evaluation, and Implementation". Basil Blackwell, Oxford, 1988.

\* EMERY, JAMES C.: "Sistemas de información para la dirección: El recurso estratégico crítico". Díaz de Santos, Madrid, 1990.

<sup>16</sup> Cfr. ANTHONY, ROBERT N.: "Planning and Control Systems: A Framework for Analysis". Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1965. (Hay una versión española: "Sistemas de planeamiento y control". El Ateneo, Buenos Aires, 1974).

gestión de nivel superior se toman decisiones de planificación estratégica; en la gestión de nivel medio, las decisiones se refieren a la planificación táctica y de control de gestión; en la gestión de nivel bajo, las decisiones se centran en el control operativo y, por último, a nivel operativo se realiza el proceso de transacciones.<sup>17</sup> Por tanto, dado que las necesidades de información suelen ser diferentes en cada uno de estos niveles, el SIG debe ser capaz de suministrar información diferente para los distintos niveles de decisión gerencial y para cada una de las distintas funciones operativas. (Un resumen de todos estos aspectos puede verse en la Figura 6). Otra característica importante del SIG es que la información de salida que proporciona el sistema está totalmente preparada por los responsables del departamento de SIG, no pudiendo el usuario de la misma intervenir en su confección.

Figura 6. Sistema de información de gestión (SIG)



Fuente: WILKINSON, JOSEPH. W.: "Accounting Information Systems: Essential Concepts and Applications". John Wiley & Sons, 1989, p. 437.

<sup>17</sup> Cfr. WILKINSON, JOSEPH. W.: "Accounting Information Systems: Essential Concepts and Applications". John Wiley & Sons, 1989, pp. 437-439.

Desde un punto de vista contable, dentro de un SIG, el principal subsistema es el **Sistema de Información Contable**. Aunque algunos autores consideran que el sistema contable no es un subconjunto del SIG, sino que se intersecta parcialmente con él;<sup>18</sup> en términos generales, el **Sistema de Información Contable (SIC) (Accounting Information System [AIS])** es considerado como un subconjunto o subsistema del SIG.<sup>19</sup> Aunque la contabilidad siempre se ha considerado un sistema de información, en la actualidad, cuando utilizamos el término de **sistema de información contable** nos estamos refiriendo a un grupo de componentes interrelacionados que procesan, por medio de ordenadores electrónicos, los datos en bruto de la información financiera para satisfacer a los propósitos de los usuarios internos y externos de una organización.<sup>20</sup>

Aunque es evidente el gran avance que supuso la

---

<sup>18</sup> Cfr. IJIRI, Y., MATTESSICH, R., RAPPAPORT, A., SUMMERS, E.L. y THOMAS, A.L.: "Report of the Committee on Foundations of Accounting Measurements". The Accounting Review - Supplement to Vol. XLIV, 1971, pp. 10-11.

<sup>19</sup> Cfr. MATTESSICH, RICHARD (1973): "Management Information ...", op. cit., p. 10.

Una ampliación sobre los **Sistemas de Información Contable** puede verse, por ejemplo, en:

- \* BODNAR, GEORGE H. y HOPWOOD, WILLIAMS S.: "Accounting Information Systems". Third Edition. Allyn and Bacon, Newton, Massachusetts, 1987.
- \* DAVIS, JAMES R. y CUSHING, BARRY E.: "Accounting Information Systems. A Book of Readings with Cases". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.
- \* SHARIFI, MOHSEN y FARAH, BADIE: "Integrated Case Studies in Accounting and Information Systems". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1987.
- \* WILKINSON, J. W. y KNEER, D. C. (1987): "Information Systems ...", op. cit.
- \* RAHMAN, MAWDUDUR y HALLADAY, MAURICE: "Accounting Information Systems. Principles, Applications, and Future Directions". Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, 1988.
- \* NASH, JOHN F.: "Accounting Information Systems". Second Edition, PWS-KENT Publishing Company, Boston, Massachusetts, 1989.
- \* WILKINSON, JOSEPH W. (1989): "Accounting Information ...", op. cit.,
- \* ANDERSON, RONALD G. (1992): "Information and ...", op. cit., pp. 54-71.

Una ampliación sobre los **Sistemas de Información Contable desde la perspectiva de la Contabilidad de Gestión** puede verse, por ejemplo, en:

- \* LIN, W. THOMAS y HARPER, WILLIAM K.: "A decision-oriented management accounting information system". Cost and Management. Noviembre-diciembre, 1981, pp. 32-36. Incluido en WILKINSON, JOSEPH W. y KNEER, DAN C.: "Information Systems for Accounting and Management: Concepts, Applications, and Technology". Prentice-Hall. Englewood Cliffs, 1987, pp. 8-15.
- \* SHARIFI, MOHSEN y FARAH, BADIE (1987): "Integrated Case ...", op. cit., capítulos 1 y 7.
- \* BHASKAR, K. N. y HOUSDEN, R. J. W.: "Accounting Information Systems and Data Processing. A Management Accounting Perspective". Heinemann Professional Publishing, Oxford, London, 1988.

<sup>20</sup> RAHMAN y HALLADAY (1988): "Accounting Information ...", op. cit., p. 4.

aparición del SIG en la década de los 70; sin embargo, el SIG también presenta algunos inconvenientes, tales como: (1) aumento considerable de la cantidad y variedad de informes predefinidos para las distintas actividades y niveles de la organización, muchos de los cuales no llegan a utilizarse nunca; (2) el usuario no tiene libertad para seleccionar el tipo de informes que requiere ni los modelos a utilizar, pues éstos vienen determinados por el sistema; (3) es excesivamente rígido, especialmente en el contexto actual tan turbulento, surgido en la década de los 80, en el que se requiere una información ágil y flexible para poder tomar decisiones en el momento oportuno.

Una variante actualizada del SIG, muy interesante, son los **Centros de Información**. El concepto de **Centro de Información** surge en la década de los ochenta, lanzado por la empresa IBM, ante las nuevas circunstancias en que se desenvuelven los directores y profesionales, la mayoría de ellos poco expertos en materias informáticas, los cuales se ven implicados, cada día más, en el manejo de ordenadores personales, en el uso de programas y paquetes informáticos cada vez más sofisticados y en el diseño y desarrollo de sus propios modelos y sistemas.

Un **Centro de Información**<sup>21</sup> es un servicio centraliza-

---

<sup>21</sup> Una ampliación sobre el concepto de **Centro de Información** puede verse, por ejemplo, en:

\* GUIMARAES, TOR: "The Evolution of the Information Center". *Datamation* [EE.UU.], julio 15, 1984, pp. 127-128, 130.

\* SELLERS, JOSE T.: "Los centros de información". *Dirección y Progreso*, nº. 77, septiembre-octubre, 1984, pp. 49-51.

\* CHORAFAS, DIMITRIS N.: "Applying Expert Systems in Business", McGraw-Hill, New York, 1987, p. 21.

\* DAVIS, GORDON B. y OLSON, MARGRETHE H. (1987): "Sistemas de ...", op. cit., p. 442-444.

\* LAUER, JOACHIM y STETTLER, DAVID M.: "New Directions for Information Centers". *Journal of Systems Management*. octubre, 1987, pp. 6-11.

\* FORGIONNE, GUISEPPI A.: "A Strategy for Technology Management". *Journal of Information Systems Management*, invierno, 1988, pp. 45-46.

\* CHIP: "Hacia los Centros de Información". *Chip*, nº 78, marzo, 1988, pp. 57-62.

\* WILKINSON, JOSEPH. W. (1989): "Accounting Information ...", op. cit., p. 454.

\* AUERBACH (informe): "El centro de información de los 90". *Chip*, nº 100, marzo, 1990, pp. 147-161.

\* EICHER, JOHN y DAVIS, CHARLES: "Auditing Information Centers". *EDPACS. The EDP Audit, Control, and Security*, vol. 21, nº. 7, enero, 1994, pp. 1-16.

do, localizado dentro de la propia empresa, basado en ordenadores *mainframes* y *PCs*, que proporciona a los usuarios finales del ordenador, generalmente directores y profesionales, una serie de servicios y ayudas relacionadas con el uso de los ordenadores, por ejemplo: acceso fácil y directo a los recursos informáticos; facilita, procesa, y resume ciertas informaciones de fuentes internas y externas; asesoramiento en la selección de ordenadores y programas; valoración de productos informáticos; ayuda en el aprendizaje de ordenadores y de nuevos programas (e.g., hojas de cálculo, bases de datos, tratamientos de texto, comunicaciones, ...); apoyo a los usuarios en la creación de sus propios sistemas; etc. Forgione<sup>22</sup> considera que los Centros de Información son una extensión del departamento de SIG tradicional que apoya a los usuarios finales en el diseño y desarrollo de sus propios sistemas.

### 8.3.3. Herramientas de apoyo en las tareas semi-estructuradas y en las tareas no estructuradas.

En las **tareas semi-estructuradas** (i.e., las tareas que están razonablemente definidas en la fase de inteligencia, las alternativas en la fase de diseño son limitadas y están especificadas y requieren algún juicio en la fase de elección) el tipo de herramienta que mejor se adapta para apoyar las decisiones son los **Sistemas de Ayuda a la Decisión (SAD) (Decision Support System [DSS])**. Los **sistemas de ayuda a la decisión** son sistemas de información, basados en el ordenador, que ayudan en la toma de decisiones de las tareas semi-estructuradas. Estos sistemas se desarrollan en los años 80. Las características generales de los SAD las vamos a estudiar a continuación en el epígrafe § 8.4.

---

<sup>22</sup> Cfr. FORGIONNE, GUISEPPI A. (1988): "A Strategy ...", op. cit., p. 45.

Una variante de estos sistemas son los **Sistemas de Información Ejecutivos (SIE) (Executive Information Systems [EIS])**. Los **Sistemas de Información Ejecutivos**,<sup>23</sup> llamados también **Sistemas de Ayuda Ejecutivos (SAE) (Executive Support Systems [ESS])**,<sup>24</sup> son sistemas de información interactivos, basados en el ordenador, específicamente diseñados para satisfacer las necesidades de información de los altos ejecutivos. Los SIE normalmente son definidos por los propios usuarios del sistema.<sup>25</sup> Estos sistemas proporcionan la información relevante necesaria en forma de datos numéricos o de texto, procedentes tanto de fuentes internas como externas, necesaria para la planificación estratégica de la empresa (e.g. informe sobre la competencia, condiciones económicas futuras, tendencias tecnológicas, ...). Los SIE son un avance lógico de los SIG tradicionales, como consecuencia de la poca flexibilidad y de la excesiva cantidad de información suministrada por los SIG tradicionales. Aunque el SIG también suministra información para la

<sup>23</sup> Cfr.

\* FRIEND, DAVID: "Executive Information Systems: Successes and Failures, Insights and Misconceptions". *Journal of Information Systems Management*, otoño, 1986, pp. 31-36.

\* SHOEBRIDGE, ANTHONY: "EIS: Friend or Foe?". *Accountancy*, octubre, 1988, pp. 150-152.

\* McNURLIN, BARBARA C. y SPRAGUE Jr., RALPH H.: "Information Systems Management in Practice". Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989.

\* TURBAN, EFRAIM y SCHAEFFER, DONNA M.: "A Comparison of Executive Information Systems, DSS, and Management Information Systems". Incluido en SPRAGUE, RALPH, Jr. y WATSON, HUGH J. (Eds.): "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, pp. 288-302.

\* AUERBACH (informe): "Cómo determinar las necesidades de los Sistemas de Información Ejecutivos". *Chip*, nº. 120, enero, 1992, pp. 42-44, 46, 48.

<sup>24</sup> Cfr.

\* TURBAN, EFRAIM y SCHAEFFER, DONNAM (1989): "A Comparison ...", op. cit., p. 288.

\* McNURLIN, B. C. y SPRAGUE Jr., R. H. (1989): "Information Systems ...", op. cit., p. 397.

\* TOWEY, JOHN F. (1989): "Helping to ...", op. cit., p. 53.

<sup>25</sup>

Una ampliación sobre los **Sistemas de Información Ejecutivos** puede verse, por ejemplo, en:

\* FRIEND, DAVID (1986): "Executive Information ...", op. cit., pp. 31-36.

\* LAUER, J. y STETTLER, D. M. (1987): "New Directions ...", op. cit., p. 11.

\* TURBAN, EFRAIM: "Decision Support and Expert Systems: Managerial Perspectives". Macmillan Publishing, New York, 1988, pp. 289-310.

\* TURBAN, E. y SCHAEFFER, D. (1989): "A Comparison ...", op. cit., pp. 288-302.

\* McNURLIN, B. C. y SPRAGUE Jr., R. H. (1989): "Information Systems ...", op. cit., pp. 397-

411.

\* TOWEY, JOHN F. (1989): "Helping to ...", op. cit., p. 53.

\* WILKINSON, JOSEPH. W. (1989): "Accounting Information ...", op. cit., p. 449.

\* HOPKINS, BOB: "Executive Information Systems take off". *CMA Magazine*, octubre, 1991, pp. 31-32. (Aparece también publicado en francés con el título: "Essor des systèmes d'information pour cadres supérieurs", pp. 22, 24-25).

\* AUERBACH (informe) (1992): "Cómo determinar ...", op. cit., pp. 42-44, 46, 48.

alta dirección, sin embargo, la información que suministra es demasiado detallada y contiene información irrelevante para el ejecutivo.<sup>26</sup> Los SIE se diferencian de los sistemas SIG tradicionales en que son creados por los mismos ejecutivos; mientras que los SIG tradicionales son creados por el departamento de SIG.<sup>27</sup>

Por último, en las **tareas no estructuradas** (i.e., las tareas que están mal definidas en la fase de inteligencia, las alternativas en la fase de diseño son muy numerosas y requieren juicio e intuición en la fase de elección) el tipo de herramienta que mejor se adapta para apoyar las decisiones son los **sistemas expertos**. Los sistemas expertos son sistemas de información, basados en el ordenador, que contienen la pericia y el conocimiento de un experto en un dominio muy concreto e imitan los procesos de razonamiento que el experto realiza para resolver un determinado problema de dicho dominio. Aunque los sistemas expertos se pueden aplicar a cualquier tipo de tarea, sin embargo, están enfocados especialmente a las tareas no estructuradas. Las características generales de estos sistemas ya han sido expuestas en los capítulos anteriores.

---

<sup>26</sup> Cfr. FRIEND, DAVID (1986): "Executive Information ...", op. cit., p. 34.

<sup>27</sup> Cfr. LAUER, J. y STETTLER, D. M. (1987): "New Directions ...", op. cit., p. 11.

## 8.4. Los sistemas de ayuda a la decisión (SAD).

### 8.4.1. Evolución, concepto y características generales de los SAD.

Los **Sistemas de Ayuda a la Decisión (SAD)** (**Decision Support System [DSS]**)—en la literatura francesa se les denomina **Sistemas Interactivos de Ayuda a la Decisión (SIAD)**<sup>28</sup> —surgieron en la década de los 80, como una evolución lógica de los SIG que pretendía suplir las deficiencias de éstos. Aunque los SAD son un tipo especial de SIG; sin embargo, los SAD son mucho más flexibles que los SIG, pues permiten una mayor independencia a los usuarios en la forma de utilizar la información que necesitan para la toma de decisiones. Los **sistemas de ayuda a la decisión** son sistemas interactivos de tratamiento de la información, basados en el ordenador, que ayudan a los decisores de nivel medio o superior a usar **datos** y **modelos** para poder tomar decisiones de una forma rápida en las **tareas semi-estructuradas**.<sup>29</sup>

---

<sup>28</sup> Cfr. LÉVINE, PIERRE y POMEROL, JEAN-CHARLES: "Systèmes interactifs d'aide à la décision et systèmes experts". Hermes, París, 1989.

<sup>29</sup> Una ampliación sobre los **Sistemas de Ayuda a la Decisión** puede verse, por ejemplo, en:

- \* KEEN, P. G. W. y SCOTT-MORTON, M. S.: "Decision Support Systems: An Organizational Perspective". Addison-Wesley, Reading Massachusetts, 1978.
- \* ALTER, STEVEN L.: "Decision Support Systems: Current Practice and Continuing Challenges". Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1980.
- \* SPRAGUE, RALPH H., Jr. y CARLSON, ERIC D.: "Building Effective Decision Support Systems". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1982.
- \* HALL, JAMES A.: "Decision Support Systems Arrive". Management Accounting [EE.UU.], Diciembre, 1983, pp. 12, 69.
- \* AUERBACH (informe): "La informática y el soporte a la decisión", Chip, nº 63, noviembre, 1986, pp. 70-79.
- \* HUFF, SID L.: "DSS Development: Promise and Practice". Journal of Information Systems Management, otoño, 1986, pp. 8-15.
- \* LEIGH, WILLIAM E. y DOHERTY, MICHAEL E.: "Decision support and expert systems". South-Western. Cincinnati, 1986.
- \* BÖER, GERMAIN: "Decision Support Systems for Management Accountants". National Association of Accountants. Montvale, New Jersey, 1987.
- \* HOGUE, JACK T.: "A Guide to Decision Support Systems". Journal of Accounting and EDP, Verano, 1987, pp. 23-26.
- \* DAVIS, G. B. y OLSON, M. H. (1987): "Sistemas de ...", op. cit., capítulo 12.
- \* HEYMANN, H. G. y BLOOM, ROBERT: "Decision Support Systems in Finance and Accounting". Quorum Books. New York, 1988.
- \* TURBAN, EFRAIM (1988): "Decision Support ...", op. cit.
- \* SPRAGUE, RALPH, Jr. y WATSON, JUGH J. (Eds.): "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989.

Las primeras investigaciones sobre los conceptos de los SAD empezaron a desarrollarse en la década de los 60 con los trabajos de Scott-Morton, que los denominó de **Sistema de Decisión de Gestión**.<sup>30</sup> Estas investigaciones fueron una extensión natural de las investigaciones de la escuela de los SIG y de la escuela de la Ciencia de la Gestión/Investigación Operativa, como consecuencia de los inconvenientes de los SIG y de la Ciencia de la Gestión/Investigación Operativa ante las necesidades de apoyo para la gestión de los directores de nivel superior.<sup>31</sup> Los trabajos de investigación prosiguieron durante la década de los 70, impulsados principalmente por los trabajos de Keen y Scott-Morton y su equipo de colaboradores en el Massachusetts Institute of Technology (MIT); utilizándose, a partir de entonces, el término de **Sistemas de Ayuda a la Decisión** para referirse a este tipo de sistemas. En 1977 se realiza la primera conferencia sobre SAD.<sup>32</sup> Keen y Scott-Morton,<sup>33</sup> en 1978, publican el primer libro integrador sobre el tema, donde se expresan los fundamentos de los SAD y se sientan las bases para las futuras investigaciones.

Los SAD han sufrido una evolución lógica con el paso

---

\* SPRAGUE, RALPH (1989): "A Framework ...", op. cit., pp. 9-35.

\* SPRAGUE, RALPH H., Jr.: "DSS in Context". *Decision Support Systems*, 3 (1987), págs. 197-202. Incluido en SPRAGUE, RALPH, Jr. y WATSON, JUGH J. (Eds.): "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, pp. 36-45.

\* LEVINE, P. y POMEROL, J. (1989): "Systèmes interactifs ...", op. cit.

\* FINLAY, PAUL N.: "Introducing Decision Support Systems". NCC Blackwell, Oxford, Manchester, 1989.

\* FINLAY, PAUL N. y MARTIN, C. J.: "The State of Decision Support Systems: A Review". *Omega. The International Journal of Management Science*, vol. 17, nº. 6, 1989, pp. 525-531.

\* GUPTA, JATINDER N. D. y HARRIS, THOMAS M.: "Decision Support Systems For Small Business". *Journal of Systems Management*, Febrero, 1989, pp. 37-41 y 34.

\* McNURLIN, B. C. y SPRAGUE Jr., R. H. (1989): "Information Systems ...", op. cit., pp. 383-396.

<sup>30</sup> Cfr. SCOTT-MORTON, M. S.: "Management Decision Systems: Computer Based Support for Decision Making". Division of Research, Harvard University. Cambridge, Massachusetts, 1971.

<sup>31</sup> Cfr. HUFF, SID L. (1986): "DSS Development ...", op. cit., p. 8.

<sup>32</sup> Cfr. CARLSON, E. D. (Ed.): "Proceedings of a Conference on Decision Support Systems". *Data Base*, vol. 8, nº 3, invierno, 1977.

<sup>33</sup> Cfr. KEEN, P. G. W. y SCOTT-MORTON, M. S. (1978): "Decision Support ...", op. cit.

del tiempo. Así, en la década de los 70 los SAD eran modelos «universales» y «duros»—por ejemplo: contabilidad, investigación operativa y otros modelos matemáticos. A finales de los años 70 y principios de los 80 se produce un rápido crecimiento de los SAD, y es en la década de los 80 cuando se produce el gran auge de dichos sistemas.<sup>34</sup> En este período, bajo la influencia de Sprague y Carlson,<sup>35</sup> se introduce el concepto de «base de modelos»; este aspecto fue muy importante, pues permitió que el usuario pudiera variar los modelos dentro de una estructura fija (e.g., modelos contables en una hoja de cálculo o modelos econométricos en los cuales se eligen las variables y las correlaciones).<sup>36</sup> Sprague introdujo, también, los conceptos de la inteligencia artificial en los SAD, especialmente, el concepto de «diálogo en los SAD».<sup>37</sup>

Entre las características principales de los sistemas de ayuda a la decisión se pueden citar las siguientes:<sup>38</sup>

---

<sup>34</sup> Una investigación empírica muy interesante sobre los SAD desarrollados entre 1982-1987 puede verse en BENBASAT, IZAK y NAULT, BARRIE R.: "Empirical Research in Decision Support and Expert Systems: an Examination of Research to Date and Emerging Topics". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 263-282.

<sup>35</sup> Cfr. SPRAGUE, R. H., Jr. y CARLSON, E. D. (1982): "Building Effective ...", op. cit.

<sup>36</sup> Cfr. LEVINE y POMEROL (1989): "Systèmes interactifs ...". op. cit., p. 47.

<sup>37</sup> Cfr. SPRAGUE, RALPH (1989): "A Framework ...", op. cit., pp. 9-35.

<sup>38</sup> Cfr.

\* ALTER, STEVEN L. (1980): "Decision Support ...", op. cit., p. 1.

\* THIÉRAUF, ROBERT J.: "Decision Support Systems for Effective Planning and Control: A Case Study Approach". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1982, p. 78.

\* CHANDLER, JOHN S., TRONE, THOMAS y WEILAND, MICHAEL: "Decision Support Systems Are for Small Business". Management Accounting [EE.UU.], abril, 1983, p. 34.

\* FORD, F. NELSON: "Decision Support Systems and Expert Systems: A Comparison". Information and Management, nº. 8, 1985, p. 22.

\* ATHAPPILLY, KURIAKOSE y GALBREATH, RON S.: "Practical methodology simplifier DSS software evaluation process". Data Management, febrero, 1986, p. 10.

\* HUFF, SID L. (1986): "DSS Development ...", op. cit., pp. 8-15.

\* BÖER, GERMAIN (1987): "Decision Support ...", op. cit., 1987.

\* DAVIS, G. B. y OLSON, M. H. (1987): "Sistemas de ...", op. cit., p. 380.

\* HOGUE, JACK T. (1987): "A Guide ...", op. cit., pp. 23-26.

\* WILKINSON, J. W. y KNEER, D. C. (1987): "Information Systems ...", op. cit., p. 230.

\* TURBAN, EFRAIM (1988): "Decision Support ...", op. cit., p. 8.

\* SEILHEIMER, STEVEN D.: "Current State of Decision Support System and Expert System Technology". Journal of Systems Management, agosto, 1988, p. 15.

\* DOUKIDIS, GEORGIOS I.: "General considerations on knowledge-base management support

(1) apuntan hacia los problemas de gestión semi-estructurados<sup>39</sup> y mal especificados, que requieren algún tipo de juicio, propios de los directivos de nivel superior; (2) ayudan a los decisores en el análisis y la estructuración del problema, pero no ofrecen la solución al problema, es decir, proporcionan apoyo en las decisiones, pero no automatizan las mismas; (3) apoyan a los decisores en el proceso de toma de decisiones, pero no los sustituyen; (4) combinan el uso de los modelos o técnicas analíticas con el acceso a los datos y las funciones de recuperación tradicionales; (5) se centran más en mejorar la eficacia de las decisiones que en la eficiencia de las mismas;<sup>40</sup> (6) incorporan muchas de las características que se encuentran en el área de los sistemas de información para la gestión, en la ciencia de la gestión y en la investigación operativa; (7) se enfocan específicamente a las características de un problema, por lo que resultan fáciles de usar de un modo interactivo por las personas sin conocimientos de ordenador; (8) gracias a la interfase del usuario y a las facilidades de comunicación y diálogo, son amistosos con el usuario; (9) son muy flexibles y se pueden adaptar con mucha facilidad a los cambios del entorno y al enfoque de la toma de decisiones del usuario; (10) facilitan una toma de decisiones sinérgica, es decir, como resultado de la simbiosis entre los usuarios y el sistema, se produce un esfuerzo global mayor que el conseguido por el usuario y el ordenador operando por separa-

---

systems". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood Limited, Chichester, 1989, p. 14.

\* SPRAGUE, RALPH H. (1989): "A Framework ...", op. cit., pp. 10-11, 22.

\* TOWEY, JOHN F. (1989): "Helping to ...", op. cit., p. 53.

\* JURAS, PAUL E.: "The Next Generation of Decision Support". The CPA Journal, mayo, 1989, pp. 72-74.

<sup>39</sup> Aunque los SAD se centran, generalmente, en resolver los problemas de decisión semi-estructurados, aunque también pueden resolver problemas estructurados y nada estructurados.

<sup>40</sup> Cfr.:

\* HUFF, SID L. (1986): "DSS Development ...", op. cit., p. 9.

\* TURBAN, EFRAIM (1988): "Decision Support ...", op. cit., p. 8.

do;<sup>41</sup> (11) permiten resolver preguntas del tipo "¿Qué ... si ...?" y realizar análisis de sensibilidad.<sup>42</sup>

Por último, es conveniente resaltar el importante papel que desempeñan los SAD en la **Tecnología de la Gestión**. La **Tecnología de la Gestión**<sup>43</sup> es un conjunto de modelos y prácticas tomadas de distintas disciplinas que asisten durante el proceso de gestión. La **tecnología de la gestión** se basa en la utilización de tecnologías y modelos extraídos de la ciencia de la gestión, investigación operativa y estadística; construcciones teóricas y prácticas de la economía y la contabilidad; *hardware*, *software* y sistemas de la ciencia de la información, junto con la experiencia práctica de los expertos.

#### 8.4.2. Estructura de un SAD.

La **estructura de un sistema de ayuda a la decisión** está formada por tres subsistemas básicos:<sup>44</sup> (1) El subsistema de datos o base de datos; (2) El subsistema de modelos o base de modelos, y (3) el subsistema de diálogo o interfaz del usuario. La conjunción de estos tres elementos ha sido

---

<sup>41</sup> Cfr. FORD, F. N. (1985): "Decision Support ...", op. cit., pp. 21-22.

<sup>42</sup> Cfr. RAHMAN y HALLADAY (1988): "Accounting Information ...", op. cit., pp. 355-356.

<sup>43</sup> Cfr. FORGIONNE, GUISSPEPI A. (1988): "A Strategy ...", op. cit., pp. 42-44.

<sup>44</sup> Cfr.

\* HUFF, SID L. (1986): "DSS Development ...", op. cit., p. 10.

\* ATHAPPILLY y GALBREATH (1986): "Practical methodology ...", op. cit., p. 10.

\* SPRAGUE, RALPH (1989): "A Framework ...", op. cit., pp. 23-28.

\* FORD, F. N. (1985): "Decision Support ...", op. cit., p. 22.

\* BÖER, GERMAIN (1987): "Decision Support ...", op. cit., pp. 13-18.

\* TURBAN, EFRAIM (1988): "Decision Support ...", op. cit., p. 75-89.

\* BIDGOLI, HOSSEIN: "DSS Products Evaluation An Integrated Framework". *Journal of Systems Management*, noviembre, 1989, p. 28.

\* JURAS, PAUL E. (1989): "The Next ...". op. cit., pp. 72-74.

\* LÉVINE y POMEROL (1989): "Systèmes interactifs ...", op. cit., pp. 83-106.

\* McNURLIN y SPRAGUE (1989): "Information Systems ...", op. cit., p. 384.

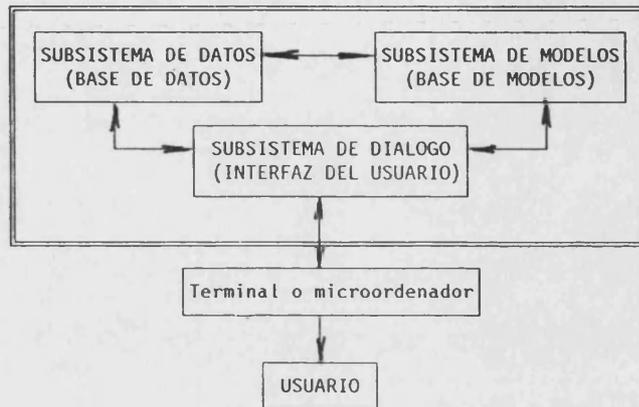
\* TOWEY, JOHN F. (1989): "Helping to ...", op. cit., p. 53.

\* WATSON, HUGH J. y SPRAGUE, RALPH H. Jr.: "The Components of an Architecture for DSS".

Incluido en SPRAGUE, RALPH, Jr. y WATSON, JUGH J. (Eds.): "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, pp. 107-117.

bautizada por Watson y Sprague<sup>45</sup> como el «Paradigma de diálogo, datos y modelos». En la Figura 7 se pueden apreciar con más claridad los distintos componentes de un SAD y sus enterrelaciones.<sup>46</sup>

Figura 7. Estructura de un sistema de ayuda a la decisión



Fuente: Adaptado de WILKINSON, JOSEPH. W.: "Accounting Information Systems: Essential Concepts and Applications". John Wiley & Sons, 1989, p. 449.

El **subsistema de datos** o **base de datos** es el encargado de realizar todas las operaciones relacionadas con los datos (i.e., introduce, mantiene y recupera los datos de la base de datos, y extrae datos de diversas fuentes, tanto externas como internas). El **subsistema de modelos** o **base de modelos** contiene un conjunto de modelos y rutinas que apoyan el proceso de toma de decisiones (e.g., modelos estadísticos,

<sup>45</sup> Cfr. WATSON y SPRAGUE (1989). Jr.: "The Components ...", op. cit., p. 107.

<sup>46</sup> Esquemas parecidos, algunos de ellos incluso más ampliados, pueden verse, por ejemplo, en:  
 \* CHANDLER, TRONE y WEILAND (1983): "Decision Support ...", op. cit., p. 35.  
 \* FORD, F. N. (1985): "Decision Support ...", op. cit., p. 22.  
 \* HUFF, SID L. (1986): "DSS Development ...", op. cit., p. 11.  
 \* FORGIONNE, GUISEPPI A.: "Effective Resource Allocation through Decision Support Systems". Journal of Systems Management, diciembre, 1986, pp. 29.  
 \* FORGIONNE, GUISEPPI A.: "Decision Technology Systems. A Step Toward Complete Decision Support". Journal of Information Systems Management, vol. 8, nº. 4, otoño, 1991, pp. 36.  
 \* TURBAN, EFRAIM (1988): "Decision Support ...", op. cit., p. 75.  
 \* RAHMAN y HALLADAY (1988): "Accounting Information ...", op. cit., p. 355.  
 \* BIDGOLI, HOSSEIN (1989): "DSS Products ...", op. cit., p. 28.  
 \* WATSON y SPRAGUE (1989): "The Components o...". op. cit., p. 108.  
 \* LEVINE y POMEROL (1989): "Systèmes interactifs ...", op. cit., p. 84.

modelos econométricos, ...). Es el encargado de administrar la biblioteca de modelos y de gestionar los modelos; también puede crear nuevos modelos partiendo de los modelos existentes, lo que permite crear modelos *ad hoc* y crear escenarios para representar situaciones del mundo real, es decir, permite realizar análisis "Qué-si". El **subsistema de diálogo o interfaz del usuario** es el que controla el funcionamiento, manipulación y uso de los modelos y de los datos, con el fin de proporcionar los datos necesarios para cada modelo. La interfaz del usuario contiene tres componentes: (1) el **lenguaje de acción**, lo que puede hacer en su comunicación con el sistema; (2) el **lenguaje de despliegue o presentación**, lo que el usuario ve, y (3) la **base de conocimiento**, lo que debe saber el usuario, lo que el usuario tiene que traer a la sesión con el sistema para utilizarlo eficientemente.

#### 8.4.3. Clasificación de los SAD.

Como en cualquier clasificación de sistemas, la clasificación sobre los SAD suele ser muy variada. Una de las primeras clasificaciones sobre SAD es la realizada por Alter,<sup>47</sup> en 1980. Este autor, basándose en una investigación que realizó sobre 56 SAD que utilizaban las organizaciones, desarrolló una taxonomía muy completa de los SAD. Dicha clasificación se apoya en el siguiente conjunto de operaciones genéricas que pueden ser realizadas por un SAD: (1) recuperar un ítem simple de información, (2) proporcionar los medios para el análisis de datos *ad hoc*, (3) proporcionar resúmenes de datos para informes, (4) estimar el impacto de las alternativas propuestas, (5) proponer decisiones y tomar decisiones.

---

<sup>47</sup> Cfr. ALTER, STEVEN L. (1980): "Decision Support ...", op. cit., capítulo 2.

Partiendo de la clasificación realizada por Alter, posteriormente, otros autores han realizado otras clasificaciones. Así, por ejemplo, Davis y Olson<sup>48</sup> resumen los SAD en 7 clases:

1. Sistemas de archivos de consulta.
2. Sistemas de análisis de datos.
3. Análisis de los sistemas de información.
4. Modelos de contabilidad.
5. Modelos de representación.
6. Modelos de optimización.
7. Modelos para sugerencias.

Por su parte, Böer<sup>49</sup> basándose también en la clasificación de Alter, divide los SAD en las siguientes categorías:

1. **SAD orientados a los datos:** Se centran en el uso y manipulación de los datos. Estos sistemas, a su vez, se pueden clasificar en:
  - **sistemas extractores de archivo.** Proporcionan acceso directo a los datos contenidos en los archivos.
  - **sistemas de análisis de datos.** Analizan los datos contenidos en los archivos.
  - **sistemas de información de análisis.** Extractan los datos relevantes procedentes de un sistema de proceso de datos y los aumentan con datos externos.
2. **SAD orientados a los modelos.** Se centran en la modelización de problemas comerciales. Utilizan modelos matemáticos, estadísticos, etc., creados por el propio usuario, que permiten realizar proyecciones y análisis "qué-si".

---

<sup>48</sup> Cfr. DAVIS, G. B. y OLSON, M. H. (1987): "Sistemas ...", op. cit., pp. 384-386.

<sup>49</sup> Cfr. BÖER, GERMAIN (1987): "Decision Support ...", op. cit.

- **modelos de contabilidad.** Trabajan con las relaciones definidas por el usuario para calcular las consecuencias de acciones particulares.
- **modelos representativos.** Incluyen los modelos de simulación.
- **modelos de optimización.**
- **modelos de sugerencias.** Recomiendan acciones específicas.

Sin embargo, la clasificación más generalizada es la realizada por Sprague. De acuerdo con este autor, los sistemas de ayuda a la decisión se pueden clasificar en las siguientes categorías:<sup>50</sup> (1) sistemas de ayuda a la decisión específicos, (2) generadores de sistemas de ayuda a la decisión y (3) herramientas de sistema de ayuda a la decisión. Los **sistemas de ayuda a la decisión específicos** son paquetes de programas que permiten llevar a cabo un trabajo específico. Estos sistemas tratan con un conjunto específico de problemas que están estrechamente relacionados (e.g., sistemas de gestión de la cartera de valores). Los **generadores de sistemas de ayuda a la decisión** son paquetes de programas que poseen una serie de capacidades que permiten al usuario desarrollar, de una forma rápida y cómoda, sistemas de ayuda a la decisión específicos. Los generadores de sistemas de ayuda a la decisión pueden ir de muy sencillos, como las hojas electrónicas de cálculo (e.g., Visical, Multiplan, Lotus 1-2-3 ...), a muy complejos, como los lenguajes de planificación financiera<sup>51</sup> (e.g., el Interactive Financial Planning System (IFPS), el Executive

---

<sup>50</sup> Cfr. SPRAGUE, RALPH H. (1989): "A Framework ...", op. cit., pp. 15-17.  
 Véase también:  
 \* HALL, JAMES A. (1983): "Decision Support ...", op. cit., p. 12.  
 \* SEILHEIMER, STEVEN D. (1988): "Current State ...", op. cit., p. 16.

<sup>51</sup> Los lenguajes de planificación financiera se utilizan para resolver problemas financieros que requieren grandes cálculos y numerosos informes. Aunque tienen algunas analogías con las hojas de cálculo, tienen mayor capacidad y son más potentes que éstas. (Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en BÖER, 1987, capítulo 4, pp. 19-25).

Information Services, el EMPIRE, el FCS-EPS,<sup>52</sup> el EXPRESS, ...). Las herramientas de sistemas de ayuda a la decisión son elementos de hardware y de software que facilitan el desarrollo de un sistema de ayuda a la decisión específico o de un generador de sistemas de ayuda a la decisión (e.g., los lenguajes de la cuarta generación (4GL)).

Por último, una clasificación interesante, algo diferente a las anteriores, es la establecida por Finlay y Martin.<sup>53</sup> Estos autores clasifican los SAD basándose en la siguiente matriz que sirve como marco para desarrollo de los SAD.

		Incertidumbre sobre los resultados	
		Baja	Alta
Incertidumbre sobre la causa y el efecto	Sistema de proceso de datos	Sistemas de intuición de la decisión	
	Sistemas extrapolatorios	Sistemas de desarrollo de escenarios	
		Eficiencia creciente del Sistema de Información de Gestión	Eficacia creciente del Sistema Inteligente de Gestión

Los sistemas de proceso de datos proporcionan información sobre el pasado. Los sistemas extrapolatorios proporcionan información sobre el futuro. Los sistemas de intuición de la decisión ayudan a estructurar en los problemas de decisión, requiriendo una gran cantidad de entrada subjetiva desde el decisor. Los sistemas de desarrollo de escenarios ayudan a reconstruir el modelo mental que los directores tienen de la organización y de su entorno.

<sup>52</sup> Cfr. BOLLAND, THOMAS W.: "FCS: A Decision Support System (DSS)". The Accounting Review, vol. LXII, nº. 1, enero, 1987, p. 261.

<sup>53</sup> Cfr. FINLAY, PAUL N. y MARTIN, C. J. (1989): "The State ...", op. cit., p. 526.

#### 8.4.4. La aplicación de los SAD en contabilidad y finanzas.

Los sistemas de ayuda a la decisión se han aplicado en una amplia variedad de áreas: planificación financiera, gestión comercial, gestión de la producción, asignación de recursos, gestión de personal, fijación de itinerarios de transporte, análisis de carteras de valores, planificación estratégica, exploraciones de minerales, producción química, etc.<sup>54</sup> Al igual que ocurre con los sistemas expertos, todas las tareas administrativas y de gestión son campos en los que se pueden aplicar los sistemas de ayuda a la decisión. Dentro del dominio de la contabilidad,<sup>55</sup> estos sistemas se están aplicando con éxito en múltiples áreas: auditoría, contabilidad de gestión, planificación financiera, etc.; siendo el área de la auditoría donde más sistemas se han desarrollado hasta la fecha.<sup>56</sup> En la tabla siguiente se muestran algunos ejemplos de sistemas de ayuda a la decisión.

Sistemas de ayuda a la decisión en contabilidad y finanzas

1) NOMBRE DEL SISTEMA 2) REFERENCIAS 4) EMPRESA O INSTITUCIÓN	4) DOMINIO 5) ÁMBITO DE APLICACIÓN
1) AUDITPLUS 2) Garsombke y Parker, 1987. 3) Deloitte, Haskins & Sells	4) AUDITORÍA. 5) Desarrolla todas las partes del proceso de auditoría.

<sup>54</sup> Cfr.

\* FORD, F. N. (1985): "Decision Support ...", op. cit., p. 25.

\* FORGIONNE, GUISEPPI A. (1986): "Effective Resource ...", op. cit., p. 31.

\* HOGUE, JACK T. (1987): "A Guide ...", op. cit., p. 24.

\* BÖER, GERMAIN (1987): "Decision Support ...", op. cit., pp. 39-42.

\* BEDARD J., GRAY, G. L. y MOCK, T. J.: "Decision Support Systems and Auditing". *Advances in Accounting*, I, 1984, p. 260. [Citado por ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J.: "Decision Support and Expert Systems in Auditing: A Review and Research Directions". *Accounting and Business Research*, primavera, 1987, p. 177].

\* LÉVINE y POMEROL (1989): "Systèmes interactifs ...", op. cit., pp. 117-145.

<sup>55</sup> Una ampliación sobre los SAD en contabilidad y finanzas puede verse en HEYMANN, H. G. y BLOOM, R. (1988): "Decision Support ...", op. cit.

<sup>56</sup> Una ampliación sobre los SAD en contabilidad y finanzas puede verse en GARSOMBKE, H. PERRIM y PARKER, LARRY M.: "Decision Support Systems and Expert Systems: Auditing in the Information Age". *Journal of Accounting and EDP*, invierno, 1987, pp. 22-29.

<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>AY/ASQ (Arthur Young/Audit Smarter and Quicker)</b></li> <li>2) Garsombke y Parker, 1987; Iskandar y McMann, 1989.</li> <li>3) Arthur Young.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4) AUDITORÍA.</li> <li>5) Realiza revisiones analíticas, pruebas de cumplimiento y pruebas sustantivas. Identifica, también, los asuntos a tratar en las cartas a la dirección. Este sistema es considerado por algunos autores como un sistema experto.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>BASS (Bayesian Assisted Sampling System)</b></li> <li>2) Abdolmohammadi, 1987.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4) AUDITORÍA.</li> <li>5) Ayuda a los auditores a realizar el muestreo bayesiano en una auditoría.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>CONTROL PLAN</b></li> <li>2) Garsombke y Parker, 1987.</li> <li>3) Deloitte, Haskins &amp; Sells</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4) AUDITORÍA.</li> <li>5) Realiza pruebas sustantivas y de cumplimiento. Identifica, también, los asuntos a tratar en las cartas a la dirección.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>FEAP,</b></li> <li>2) Garsombke y Parker, 1987</li> <li>3) Arthur Andersen.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4) AUDITORÍA.</li> <li>5) Ayuda a los auditores en todas las fases de la auditoría, desde la materialidad inicial y el análisis del riesgo hasta la formulación de la opinión.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>FCS</b></li> <li>2) Bolland, 1987.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4) <b>PLANIFICACIÓN FINANCIERA.</b></li> <li>5) Es un sistema de ayuda a la decisión integrado que se puede utilizar para realizar planificación financiera, presupuestación, análisis de inversiones, etc.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>ICEVAL</b></li> <li>2) Garsombke y Parker, 1987.</li> <li>3) Arthur Andersen.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4) AUDITORÍA.</li> <li>5) Ayuda a evaluar los controles internos y a realizar las pruebas de cumplimiento. Identifica, también, los asuntos a tratar en las cartas a la dirección.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>PREAUDIT</b></li> <li>2) Garsombke y Parker, 1987; Iskandar y McMann, 1989.</li> <li>3) Coopers &amp; Lybrand.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4) AUDITORÍA.</li> <li>5) Realiza revisiones analíticas de las cuentas.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>SEACAS</b></li> <li>2) Garsombke y Parker, 1987; Iskandar y McMann, 1989.</li> <li>3) Peat, Marwick &amp; Mitchell.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4) AUDITORÍA.</li> <li>5) Realiza revisiones analíticas de las cuentas.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>SEADOC</b></li> <li>2) Garsombke y Parker, 1987.</li> <li>3) Peat, Marwick &amp; Mitchell.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4) AUDITORÍA.</li> <li>5) Proporciona información para las cartas a la dirección sobre controles y documentaciones.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>STAR</b></li> <li>2) Garsombke y Parker, 1987; Iskandar y McMann, 1989.</li> <li>3) Deloitte, Haskins &amp; Sells</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4) AUDITORÍA.</li> <li>5) Realiza revisiones analíticas e incorpora juicios de materialidad. Determina también qué áreas requieren una atención especial.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>TICOM</b></li> <li>2) Bailey et al. 1985.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4) AUDITORÍA.</li> <li>5) Ayuda a los auditores a evaluar y analizar los sistemas de control interno. En las últimas versiones, el TICOM ya es un auténtico sistema experto. (Ver § II-4.2.).</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>ZOG</b></li> <li>2) Dillard et al. 1987.</li> <li>3)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4) <b>CONTABILIDAD DE GESTIÓN.</b></li> <li>5) Analiza los precios durante el proceso de aprovisionamiento militar en el entorno de aprovisionamiento del gobierno.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) (sin nombre)</li> <li>2) Forgionne, 1986.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4) <b>CONTABILIDAD DE GESTIÓN.</b></li> <li>5) Es un prototipo teórico para ayudar a la dirección a planificar y asignar los recursos de una empresa.</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) (sin nombre)</li> <li>2) Balachandran y Zoltners, 1981.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4) AUDITORÍA.</li> <li>5) Ayudar en las decisiones de programación del personal de auditoría en las empresas de auditoría, basándose en la programación entera.<sup>57</sup></li> </ol>

Como se puede observar en este cuadro, es evidente que los contables y auditores están utilizando cada vez más los SAD como apoyo para sus procesos de toma de decisiones.<sup>58</sup> Este hecho ha quedado contrastado empíricamente por importantes investigadores en la materia. En este sentido, véase como ejemplo el trabajo realizado por Hansen y Messier.<sup>59</sup> En dicho trabajo estos autores proporcionaron una encuesta de los auditores en activo indicando varias áreas de aplicación de las ayudas a la decisión. O también el trabajo llevado a cabo por Abdolmohammadi,<sup>60</sup> que realizó una investigación empírica sobre las ayudas a la decisión utilizadas por los auditores en las tareas de auditoría.

#### **8.5. Analogías y diferencias que existen en los sistemas expertos y los sistemas de ayuda a la decisión.**

En este epígrafe vamos a analizar las principales analogías y diferencias que existen entre los sistemas expertos y los sistemas de ayuda a la decisión. Aunque resulta evidente que tanto los sistemas de ayuda a la decisión como los sistemas expertos ayudan a los decisores en sus procesos de toma de decisiones; sin embargo, su filosofía y objetivos suelen ser distintos, existiendo

---

<sup>58</sup> Cfr. POWELL, P.L.; CONNELL, N.A.D. y HOLT, J.: "The Practical Use of Decision Support and Expert Systems in the Accounting Profession: A Comparison of Two Empirical Studies". Incluido en O'Leary, Daniel E. y Watkins, Paul R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 127-162.

<sup>59</sup> Cfr. HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A Preliminary Investigation of-EDP-XPERT". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 6 nº. 1, otoño, 1986, pp. 109-123. [Citado por ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J.: "Decision Support and Expert Systems in Auditing: A Review and Research Directions". Accounting and Business Research, primavera, 1987, pp. 177].

<sup>60</sup> Cfr. ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J.: "Factors affecting auditors' perceptions applicable decision aids for various audit tasks". Contemporary Accounting Research, vol. 7, nº 2, 1991, pp. 535-548.

diferencias importantes entre ellos.<sup>61</sup> Esta opinión no es compartida por todos los autores, así, hay autores que identifican sistemas expertos con sistemas de ayuda a la decisión,<sup>62</sup> y otros autores los confunden e, incluso, llegan a intercambiar sus términos.<sup>63</sup> Desde nuestro punto de vista, los sistemas expertos son distintos de los sistemas de ayuda a la decisión, aunque presenten algunas analogías.<sup>64</sup> Un resumen de las mismas aparece recogido en la Figura 8.<sup>65</sup>

---

<sup>61</sup> Una ampliación sobre la comparación de los SAD con los SE puede verse, por ejemplo, en:

\* FORD, F. NELSON (1985): "Decision Support ...", op. cit., pp. 21-26.

\* STONER, GREG: "'Expert systems': jargon or challenge?". *Accountancy*, febrero, 1985, pp. 142-5.

\* SVIOKLA, JOHN: "Business Implications of Knowledge-Based Systems". *DataBase*, otoño, 1986. Incluido en SPRAGUE, RALPH, Jr. y WATSON, JUGH J. (Eds.): "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, pp. 337-338. Este autor compara los SE con los SAD y con el proceso de datos tradicional.

\* ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J. (1987): "Decision Support ...", op. cit., pp. 173-185.

\* SEILHEIMER, STEVEN D. (1988): "Current State ...", op. cit., pp. 14-19.

\* ESTRIN, TEV: "ES and DSS: what's the difference?". [En francés: "SE et SAD: y a-t-il une différence?"]. *CMA - The Management Accounting Magazine*, vol. 62, junio, 1988, p. 66.

\* BENBASAT, I. y NAULT, B. R. (1988): "Empirical Research ...", op. cit., pp. 261-263.

\* TURBAN, EFRAIM (1988): "Decision Support ...", op. cit., pp. 546-548.

\* EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989, pp. 12-16.

\* FINLAY, PAUL N. (1989): "Introducing Decision ...", op. cit.

\* JURAS, PAUL E.: "The Next Generation of Decision Support". *The CPA Journal*, mayo, 1989, pp. 72-74.

<sup>62</sup> Cfr. DAVIS, G. B. y OLSON, M. H. (1987): "Sistemas de ...", op. cit., p. 388.

<sup>63</sup> Cfr.

\* BEDARD J. et al. (1987): "Decision Support ...", op. cit.

\* REIX, ROBERT: "Systèmes d'information: l'intelligence en temps réel reste encore à venir". *Revue Française de Gestion*, nº 86, Noviembre-diciembre, 1991, p. 14.

<sup>64</sup> Cfr. SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Nuevos sistemas de información para apoyar la toma de decisiones: sistemas expertos vs. sistemas de ayuda a la decisión". *Actas del VII Congreso de la Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA)*. Vitoria-Gasteiz, 22-24 de septiembre de 1993. AECA, pp. 1003-1024.

<sup>65</sup> Un cuadro parecido, aunque algo más sencillo, aparece en JURAS (1989): "The Next ...", op. cit., 1989, p. 72.

Figura 8. Analogías y diferencias entre los SAD y los SE

Factor	Sistemas soporte a la decisión	Sistemas Expertos
<b>Semejanzas:</b>		
Entrenamiento del personal	Proporciona entrenamiento en línea	Proporciona entrenamiento en línea
Distribución de conocimientos	El modelo SAD es compartido por todos los decisores	La pericia de un experto es compartida por todos los decisores
Eficiencia	Proceso y modelización de datos más rápido	Incide sólo sobre factores (reglas de decisión) relevantes para la decisión
Apoyo a la decisión	Proporciona la "solución óptima"	Proporciona la "segunda opinión" final
<b>Diferencias:</b>		
Dominio de tareas	Semi-estructurado	No estructurados
Modelo	Modelo óptimo normativo	Reglas de decisión de un experto
Búsqueda	Númérica/algorítmica	Simbólica/heurística
Salida	Solución óptima	Respuesta satisfactoria
Flexibilidad	Dificultad de modificación	Generalmente de fácil modificación
Costo	Barato	Muy caro

Fuente: ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J.: "Decisión Support and Expert Systems in Auditing: A Review and Research Directions". *Accounting and Business Research*, primavera, 1987, pp. 179-180.

La mayoría de los autores que han estudiado las analogías y diferencias entre los SAD y los SE establecen la comparación basándose en los elementos o partes constituyentes de los mismos; sin embargo, otros autores—como por ejemplo, Connell y Powell—<sup>66</sup> proponen una visión sistémica simplificada, basándose en las diferencias funcionales de los entornos dentro de los cuales cada tipo de sistema es aplicado a nivel individual o organizativo, es decir, desde la perspectiva del usuario, evitando así los problemas que se producen cuando se intentan definir los SAD y los SE según las partes constituyentes. Liang,<sup>67</sup> por su parte, compara los expertos humanos con tres tipos de ayuda: los sistemas de proceso de transacciones (TPS), los sistemas de ayuda a la decisión y los sistemas expertos (ver Figura 9).

<sup>66</sup> Cfr. CONNELL, N. A. D. y POWELL, P. L.: "A Comparison of Potential Applications of Expert Systems and Decision Support Systems". *Journal of the Operational Research Society*, vol. 41, nº. 5, mayo, 1990, pp. 431-439.

<sup>67</sup> Cfr. LIANG, TING-PENG (1988): "Expert Systems ...", op. cit., p. 44.

Figura 9. Comparación de cuatro tipos de ayuda a la decisión

	Sistemas de proceso de transacciones	Sistemas de ayuda a la decisión	Sistemas Expertos	Expertos Humanos
- Interacción sistema-usuario	Rara	Dirigida por el usuario	Dirigida por el sistema	Bidireccional
- Modelo de razonamiento	Cuantitativo y causal	Cuantitativo y causal	Cualitativo y de juicio	Cualitativo y de juicio
- Dirección del sistema en el proceso de decisión	Baja	Media	Alta	Alta
- Restricción del sistema	Alta	Media	Alta	Baja
- Adaptación al usuario del sistema	Baja	Alta	Baja	Alta
- Consistencia de la realización	Alta	Alta	Alta	Media
- Razonamiento con sentido común	No	No	No	Si
- Emisión de juicios	No	No	Si	Si

Fuente: LIANG, TING-PENG: "Expert Systems as Decision Aids: Issues and Strategies". Journal of Information Systems. Primavera, 1988, p. 44.

Teniendo como referencia los cuadros anteriores, a continuación, vamos profundizar en las principales analogías y diferencias que existen entre los sistemas de ayuda a la decisión y los sistemas expertos.

Las **analogías** principales que existen entre los sistemas de ayuda a la decisión y los sistemas expertos son:<sup>68</sup>

- \* Tanto los SAD como los SE son útiles para el entrenamiento y formación del personal.
- \* Ambos sistemas se pueden utilizar para distribuir y compartir los conocimientos dentro de las organizaciones, especialmente cuando la pericia humana es escasa o no está disponible. Los SAD proporcionan datos y modelos óptimos, y los SE proporcionan el conocimiento de un experto. Por lo tanto, ambos

<sup>68</sup> Cfr.

\* ABDOLMOHAMMADI (1987): "Decision Support ...", op. cit., pp. 179-180.

\* FORD (1985): "Decision Support ...", op. cit., pp. 24-25.

sistemas pueden ser puestos a disposición del personal de la empresa con menos experiencia.

- \* Ambos sistemas aumentan la eficacia y eficiencia del trabajo. En el caso de los SAD, el proceso y la modelización de los datos es mucho más rápido y eficiente que por procedimientos manuales; mientras que en el caso de los SE, la eficiencia se consigue porque estos sistemas inciden sólo sobre los factores considerados como más relevantes para la solución de los problemas.
- \* Tanto los SAD como los SE sirven para ayudar en el proceso de decisión final. Los SAD, partiendo de los datos y modelos normativos, facilitan la «solución óptima»; mientras que los SE sugieren una solución como «solución satisfactoria». No obstante, en ambos sistemas el responsable de la decisión final siempre es el decisor.
- \* Ambos sistemas actúan en forma interactiva y son amistosos con el usuario.
- \* Ambos sistemas están diseñados utilizando una metodología iterativa o de prototipos, es decir, se inicia con un pequeño prototipo de trabajo, con el fin de demostrar la viabilidad del sistema y, si éste resulta posible, se van incorporando sucesivamente los cambios oportunos en nuevos prototipos hasta conseguir los niveles de rendimiento deseados.

En cuanto a las diferencias principales que existen entre los sistemas de ayuda a la decisión y los sistemas expertos, podemos destacar las siguientes:<sup>69</sup>

- \* Los SAD se utilizan para resolver problemas semi-estructurados, que requieren principalmente datos cuantitativos; mientras que los SE se utilizan para resolver problemas no estructurados, cuyos datos principalmente son cualitativos.
- \* Los SAD apoyan al usuario en los procesos de toma de decisiones, pero no toman decisiones; mientras que los SE proporcionan al usuario una conclusión o decisión parecida, incluso, en algunos casos, superior a la de un experto.
- \* Los SAD usan modelos normativos (e.g., modelos de muestreo estadístico) para el proceso de datos y la sugerencia de soluciones al decisor. Los SE, en cambio, utilizan un conjunto de reglas de decisión, sacadas de un experto, que son encadenadas por medio del motor de inferencia para producir una recomendación final.
- \* El proceso de búsqueda en los SAD es numérico y sigue ciertas relaciones algorítmicas relativas al modelo programado en el sistema. El proceso de búsqueda en los SE, en cambio, es simbólico (e.g., reglas "Si-Entonces") y está basado en las reglas heurísticas y en las intuiciones de un experto (e.g., en una partida de ajedrez el experto en ajedrez no comprueba todos los movimientos posibles, pues eso le llevaría

---

<sup>69</sup> Cfr.

\* FORD (1985): "Decisión Support ...", op. cit., pp. 24-25.

\* STONER, GREG (1985): "'Expert systems' ...", op. cit., p. 142.

\* ABDOLMOHAMMADI (1987): "Decision Support ...", op. cit., p. 180.

\* JURAS (1989): "The Next ...", op. cit., p. 72.

mucho tiempo, sino que intuitivamente utiliza ciertas reglas empíricas que le evitan muchos movimientos que son erróneos).

- \* En el caso de los SAD no es necesario la presencia de un experto, pues los modelos normativos programados en el sistema han sido tomados de otros campos (e.g., estadística, matemáticas, investigación operativa ...); mientras que en los SE es necesario que exista, por lo menos, un experto humano dispuesto a ofrecer su conocimiento y a colaborar con el ingeniero del conocimiento en la construcción del sistema.
- \* Los SAD proporcionan una «solución óptima», basada en los datos y en el modelo normativo utilizado (e.g., el modelo de revisión de Bayesiano se considera en estadística como un modelo de revisión óptimo; por lo tanto, la salida de un sistema de ayuda a la decisión usando la aproximación Bayesiana se puede considerar una solución óptima). Por el contrario, los SE, al estar basados en las reglas de decisión de un experto, y dada la incertidumbre que existe en muchas de las tareas no estructuradas humanas, no proporcionan la solución óptima sino una «solución satisfactoria».
- \* Los SAD están basados en los «datos», mientras que los SE se basan en el «conocimiento».<sup>70</sup>
- \* Los SAD no puede explicar la línea de razonamiento y los métodos utilizados para llegar a una conclusión; mientras que los SE pueden justificar su proceso de razonamiento y explicar por qué se han formulado

---

<sup>70</sup> Cfr.

\* EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D. (1989): "Expert Systems ...", op. cit., p. 11.

\* CONNELL, N. A. D. y POWELL, P. L. (1990): "A Comparison ...", op. cit., pp. 432-433.

ciertas preguntas al usuario.<sup>71</sup>

- \* Los SAD permiten al usuario enfrentarse a un problema de una forma flexible y personal. En los SAD es el usuario quien dirige y controla el proceso, escogiendo los datos y modelos relevantes para la solución de los problemas. Mientras que en los SE el usuario tiene muy poca o ninguna flexibilidad, de tal forma que es el propio sistema el que dirige el proceso.<sup>72</sup>
  
- \* Los SAD son más fáciles de desarrollar y menos costosos que los SE. Aunque tanto los SE como los SAD requieren la compra y mantenimiento del *hardware* y del *software*, el desarrollo del SE requiere, además, la adquisición del conocimiento de un experto.
  
- \* Los SAD, al estar escritos en lenguajes estructurados de alto nivel (e.g., PASCAL, C, etc.), en los que los datos están mezclados con las instrucciones del programa, resultan muy difíciles de programar y de modificar el conocimiento que contienen, por lo que son muy poco flexibles. Por el contrario, los SE son muchos más manejables, pues al tener separados el conocimiento de las instrucciones del programa, resulta más fácil de modificar el conocimiento. Aunque los SE escritos en lenguaje LISP o el PROLOG tienen ciertas limitaciones; sin embargo, proporcionan más flexibilidad que los lenguajes estructurados. Además, los SE también se pueden desarrollar utilizando una concha de sistema experto, que todavía resulta mucho más fácil de construir.

---

<sup>71</sup> Cfr. MATHIESON, ROBIN.: "Tomorrow's accountant - expert aided?". The Accountant's Magazine, abril, 1986, p. 22.

<sup>72</sup> Cfr. CHU, GRACE T.: "Expert Systems in Computer Based Auditing". The EDP Auditor Journal, vol. 1, 1989, p. 27.

- \* Los SAD responden a preguntas del tipo: "Qué-si"; mientras que los SE responde a preguntas del tipo "¿Por qué?".<sup>73</sup>
- \* En el diseño de los SAD se debe tener siempre en cuenta a los usuarios del sistema, de forma que se puedan cumplir las exigencias del usuario. Mientras que en los SE, el diseñador del sistema, el ingeniero del conocimiento, se centra en la adquisición de los conocimientos de los expertos en la materia, que normalmente no son los usuarios del sistema; es decir, lo que preocupa en primer lugar es la calidad de los conocimientos, pasando el usuario a un segundo lugar.<sup>74</sup>

#### **8.6. El futuro de los sistemas de información como sistemas de ayuda a la decisión.**

El futuro de los sistemas de información que apoyan los procesos de toma de decisiones es muy prometedor. En la actualidad se están desarrollando nuevos sistemas de información, muchos de ellos muy interesantes. Estas investigaciones giran en torno a dos parámetros: (1) el perfeccionamiento y mejora de los sistemas de ayuda a la decisión, y (2) la integración de los sistemas de ayuda a la decisión con los SE y otros sistemas de información. A continuación, vamos a ofrecer una visión panorámica de algunas de las actuales investigaciones sobre el tema.

---

<sup>73</sup> Cfr. RETOUR, DIDIER: "L'évaluation des systèmes experts de gestion: proposition d'une cadre d'analyse". Revue Française de Gestion, nº. 72, enero-febrero, 1989, p. 46.

<sup>74</sup> Cfr. LIANG, TING-PENG (1988): "Expert Systems ...", op. cit., p. 42.

### 8.6.1. Nuevos sistemas de ayuda a la decisión.

Entre los nuevos sistemas de información, surgidos como una evolución lógica de los sistemas de ayuda a la decisión, podemos citar los siguientes:

1. **Sistemas de Ayuda a la Decisión de Grupo.** Los **Sistema de Ayuda a la Decisión de Grupo (SADG) (Group Decision Support Systems [GDSS])**<sup>75</sup> son sistemas interactivos, basados en el ordenador, que apoyan a los decisores que trabajan colectivamente en grupo en la formulación y solución de los problemas semi-estructurados o no estructurados. Estos sistemas se desarrollaron en la década de los 80, como un avance lógico de los SAD tradicionales. Los SADG combinan las tecnologías de la ayuda a la decisión con las tecnologías informática y las comunicaciones para apoyar la toma de decisiones en grupo. La toma de decisiones en grupo se realiza en unas salas especiales, llamadas «habitaciones para las reuniones electrónicas», las cuales están dotadas de varios ordenadores conectados entre sí por medio de redes locales. Estos sistemas se basan mucho en la comunicación entre los miembros del grupo por medio de ordenadores, utilizando para ello el correo electrónico, las teleconferencias, etc.

---

<sup>75</sup> Una ampliación sobre los **Sistemas de Ayuda a la Decisión de Grupo** puede verse, por ejemplo, en:

\* DESANCTIS, GERARDINE y GALLUPE, BRENT: "Group Decision Support Systems: A New Frontier". Database, invierno, 1985. Incluido en SPRAGUE, RALPH H. Jr. y WATSON, HUGH J. (Eds.): "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, p. 260.

\* DESANCTIS, GERARDINE y GALLUPE, BRENT: "A Foundation for the Study of Group Decision Support Systems". Management Science, vol. 33, nº. 5, mayo, 1987, pp. 589-609.

\* FINLAY, PAUL N. (1989): "Introducing Decision ...", op. cit., pp. 137-147.

\* GRAY, PAUL y NUNAMAKER, JAY F.: "Group Decision Support Systems". Incluido en SPRAGUE, RALPH H., Jr. y WATSON, HUGH J. (Eds.): "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, pp. 272-287.

\* McNURLIN, B. C. y SPRAGUE Jr., R. H. (1989): "Information Systems ...", op. cit., pp. 415-446.

\* PHILLIPS, LAWRENCE: "People-centred group decision support". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood Limited, Chichester, 1989.

\* CAMPBELL, TERRY: "Technology Update: Group Decision Support Systems". Journal of Accountancy, julio, 1990, pp. 47-48, 50.

\* ALAVI, MARYAM: "Group Decision Support Systems. A Key to Business Team Productivity". Journal of Information Systems Management, verano, 1991, pp. 36-41.

2. **Sistemas de Ayuda a la Decisión Distribuidos.** Los **Sistemas de Ayuda a la Decisión Distribuidos (SADD) (Distributed Decision Support Systems [DDSS])**<sup>76</sup> apoyan a los decisores en los distintos lugares de una organización utilizando los ordenadores personales, la conexión por medio de redes y las comunicaciones entre los microordenadores y las unidades centrales. Se basan en la distribución y coordinación de los datos a través de la carga/descarga e interconexión de sistemas localizados.

3. **Sistemas de Ayuda a la Decisión Estratégica.** Los **Sistemas de Ayuda a la Decisión Estratégica (SADE) (Strategic Decision Support Systems [SDSS])**<sup>77</sup> son sistemas de ayuda a la decisión que proporcionan apoyo en la toma de decisiones de planificación estratégica.

4. **Sistemas de Ayuda a la Gestión.** Los **Sistemas de Ayuda a la Gestión (Management Support Systems [MSS])** son sistemas de información que soportan las responsabilidades básicas de la gestión (i.e., descubrimiento, planificación, supervisión y control). Es un término paraguas que abarca a los sistemas de ayuda a la decisión y a los sistemas de información ejecutivos, y que emplea tecnologías tan diversas como los centros de información, la informática de usuario final, los ordenadores personales y las estaciones de trabajo.<sup>78</sup>

---

<sup>76</sup> Cfr. RAHMAN, M. y HALLADAY, M. (1988): "Accounting Information ...", op. cit., p. 357.

<sup>77</sup> Una ampliación sobre los **Sistemas de Ayuda a la Decisión Estratégica** puede verse, por ejemplo, en:

\* RAHMAN, M. y HALLADAY, M. (1988): "Accounting Information ...", op. cit., p. 357.

\* CHUNG, CH, LANG, JR y SHAW, KN: "An Approach for Developing Support Systems for Strategic Decision Making in Business". Omega. The International Journal of Management Science, vol. 17, nº. 2, 1989, pp. 135-146.

<sup>78</sup> Cfr. CRESCENZI, ADAM D. y KOCHER, JERRY: "Management Support Systems: Opportunity for Controllers". Management Accounting [EE.UU.], marzo, 1984, p. 35.

**5. Sistemas de Proceso de Ideas.** Los **Sistemas de Proceso de Ideas (SPI) (Idea Processing Systems [IPS])**<sup>79</sup> son sistemas de información que apoyan el proceso de pensamiento creativo, es decir, facilitan las ideas relativas que son esenciales para la toma de decisiones. Estos sistemas tienen una base de ideas y una base de modelos, las cuales facilitan el análisis y evaluación, identificando los elementos y la estructura del problema, y recomendando las acciones para su solución.

**6. Sistemas de la Tecnología de la Decisión.** Los **Sistemas de la Tecnología de la Decisión (STD) (Decision Technology System [DTS])**<sup>80</sup> surgen de la integración de los sistemas de ayuda a la decisión con los sistemas de proceso de ideas. Estos sistemas están formados por una base de datos, una base de modelos, una base de conocimiento y una base de ideas.

#### **8.6.2. Integración de los sistemas de ayuda a la decisión con los sistemas expertos y otros sistemas de información.**

En la actualidad, las investigaciones sobre esta materia ya no se centran tanto en analizar las diferencias que existen entre los sistemas de ayuda a la decisión y los sistemas expertos, sino en perfeccionar e integrar las mejores capacidades de estos sistemas, pues —como indica Blanning— "parece razonable sugerir que los promotores de sistemas expertos de gestión serán más productivos si intentan trabajar con aquellos que están experimentando en el desarrollo e implementación de los sistemas de ayuda a la

---

<sup>79</sup> Cfr. FORGIONNE, GUISEPPI A. (1991): "Decision Technology ...", op. cit., pp. 38-41.

<sup>80</sup> Ibid., pp. 41-43.

decisión, más que si subrayan las diferencias entre los sistemas expertos de gestión y los tipos más tradicionales de sistemas de ayuda a la decisión".<sup>81</sup> A esta integración también se pueden unir las capacidades de otros sistemas de información.

La integración de los sistemas de ayuda a la decisión con los sistemas expertos no es una tarea fácil, pues ambos tienen objetivos, filosofías de decisión y arquitecturas diferentes.<sup>82</sup> No obstante, la integración de ambos sistemas es muy conveniente pues al integrar sus capacidades se produce un **efecto sinérgico**, debido a la naturaleza complementaria de las dos técnicas de apoyo en la toma de decisiones, que aumenta la eficacia del sistema resultante.<sup>83</sup>

La idea de integrar los SAD y los SE ha recibido distintas denominaciones. Las formas más conocidas son:

**1. Sistemas Ayuda a la Decisión Expertos. Los Sistemas de Ayuda a la Decisión Expertos (SADE) (Expert Decision Support Systems [EDSS])<sup>84</sup>** surgen de la integración de las capacidades de los sistemas de ayuda a la decisión con los sistemas expertos. El objetivo de un SADE consiste en

---

<sup>81</sup> Cfr. BLANNING, ROBERT W.: "A Survey of Issues in Expert Systems for Management". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987, p. 37.

<sup>82</sup> Cfr.

\* FORD, F. N. (1985): "Decision Support ...", op. cit., p.  
\* LIANG, TING-PENG (1988): "Expert Systems ...", op. cit., p. 42.

<sup>83</sup> Cfr.

\* TURBAN, EFRAIM (1988): "Decision Support ...", op. cit., pp. 548-550.  
\* DOUKIDIS, GEORGIOS I., LAND, FRANK y MILLER, GORDON: "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood Limited, Chichester, 1989.

<sup>84</sup> Una ampliación sobre los **Sistemas de Ayuda a la Decisión Expertos** puede verse, por ejemplo, en:

\* LEIGH, W. E. y DOHERTY, M. E. (1986): "Decision support ...", op. cit., p. 296.  
\* TURBAN, EFRAIM (1988): "Decision Support ...", op. cit., pp. 565-566.  
\* LIANG, TING-PENG (1988): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 41-50.  
\* SAGE, ANDREW P. y LAGOMASINO, ADOLFO: "Computer-Based Intelligence Support: An Integrated Expert Systems and Decision Support Systems Approach". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987, pp. 338-357.

codificar en un programa informático los hechos que tiene un experto y los métodos de razonamiento sobre ellos, junto con los métodos de razonamiento sobre situaciones sin estructurar. Estos sistemas poseen unas interfases muy desarrolladas (e.g., gráficos, ventanas, lenguajes próximos al lenguaje natural, ...) y resultan muy amigables para el usuario.<sup>85</sup> Para Lauer y Stettler<sup>86</sup> los SADE son sistemas expertos que mejoran los sistemas de ayuda a la decisión, es decir sistemas expertos que ayudan a los usuarios finales a que hagan un mejor uso de los sistemas de ayuda a la decisión (e.g., un sistema experto se podría utilizar para analizar e interpretar los resultados de un análisis de regresión múltiple).

Los SADE también han recibido otras denominaciones, las más importantes son:

- \* **Sistemas de Ayuda Expertos (SAE) (Expert Support Systems [ESS]).**<sup>87</sup>
- \* **Sistemas Inteligentes de Ayuda a la Decisión (SIAD) (Intelligent Decision Support Systems [IDSS]).**<sup>88</sup>
- \* **Sistemas Interactivos de Ayuda a la Decisión Inteli-**

---

<sup>85</sup> Cfr. PINSON, SUZANNE: "Une évaluation multi-expert du risque entreprise: le système CREDEX". *Rairo. Technique et Science Informatiques*, vol. 8, nº. 2, 1989, pp. 127-143.

<sup>86</sup> Cfr. LAUER, J. y STETTLER, D. M. (1987): "New Directions ...", op. cit., p. 10.

<sup>87</sup> Cfr.

\* LUCONI, FRED L., MALONE, THOMAS W. y MORTON, M. S. SCOTT: "Expert Systems: The Next Challenge for Managers". Incluido en JOSEPH W. WILKINSON y DAN C. KNEER, DAN C., "Information Systems for Accounting and Management". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1987, pp. 333-336.

Este mismo trabajo aparece también incluido en RALPH H. SPRAGUE, Jr. y HUGH J. WATSON [Eds.], "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, pp. 326-331.

\* SCHREURS, JOANNA y BROECKX, FERNAND: "Expert support system (ESS), the tool to support a strategic information system". *Mondes en Development*, tomo 18, nº. 72, 1990, pp. 35-38.

<sup>88</sup> Cfr.

\* SAGE, A. P. y LAGOMASINO, A. (1987): "Computer-Based ...", op. cit., pp. 338-357.

\* FIKSEL, JOSEPH y HAYES-ROTH, FREDERICK: "Knowledge Systems for Planning Support". *IEEE Expert*, vol. 4 nº. 3, otoño, 1989, pp. 19-22.

\* JURAS, PAUL E. (1989): "The Next ...", op. cit., p. 73.

gentes (SIADI),<sup>89</sup>

- \* **Sistemas Interactivos de Ayuda a la Decisión Expertos.**<sup>90</sup>
- \* **Sistemas de Ayuda en la Gestión basados en el Conocimiento (SAGC) (Knowledge Base Management Support Systems (KMSS)).**<sup>91</sup>
- \* **Sistemas Expertos de Gestión (Management Expert Systems).**<sup>92</sup>
- \* **Sistemas Expertos Estratégicos (SEC) (Strategic Expert Systems [SES]).**<sup>93</sup>

2. **Sistemas de Ayuda a la Gestión.** Los **Sistemas de Ayuda a la Gestión (SAG) (Management Support Systems [MSS])**<sup>94</sup> son sistemas de ayuda a la decisión ampliados que integran en los mismos las capacidades de otros sistemas de información, tales como los sistemas expertos, los sistemas de información ejecutivos, los sistemas de ayuda a la decisión de grupo y los sistemas de ayuda expertos.

Por último, cabe indicar también que los sistemas de ayuda a la decisión también se pueden utilizar como herramientas preliminares (frontales inteligentes) de los

---

<sup>89</sup> Cfr. LÉVINE, P. y POMEROL, J. (1989): "Systèmes interactifs ...", op. cit., p. 48.

<sup>90</sup> Cfr. KLEIN, MICHEL: "Aide à la décision et systèmes experts en finance". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Les Systèmes experts de gestion: banque, finance, marketing". Eyrolles, París, 1988, p. 25.

<sup>91</sup> Cfr. DOUKIDIS, GEORGIOS I. et al. (1989): "Knowledge based ...", op. cit.

<sup>92</sup> Cfr.

\* ERNST, CHRISTIAN [Ed.]: "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

\* ERNST, CHRISTIAN [Ed.]: "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

\* DEMOLOMBE, ROBERT: "Architecture of Management Expert Systems". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988, pp. 35-44.

\* DEMOLOMBE, ROBERT: "Architecture des systèmes experts de gestion". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.]: "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988, pp. 49-59.

<sup>93</sup> Cfr. KEIM, ROBERT T. y JACOBS, SHEILA: "Expert systems: The DSS of the future?". Journal of Systems Management, diciembre, 1986, pp. 13-14.

<sup>94</sup> Cfr. FORGIONNE, GUISEPPI A. (1991): "Decision Technology ...", op. cit., pp. 38-41.

sistemas expertos, es decir, como sistemas que permiten tratar y analizar los datos brutos antes de ser entregados como "hechos" a los sistemas expertos.<sup>95</sup> Como ejemplos de sistemas expertos que utilizan datos preparados por un sistema de ayuda a la decisión se puede citar los siguientes sistemas: **FINEX**,<sup>96</sup> **FINEXPRO**,<sup>97</sup> **PREFACE-EXPERT**,<sup>98</sup> y **SECO-GET**.<sup>99</sup>

---

<sup>95</sup> Cfr. GALLUPE, R. BRENT: "Whatever happened to decision support systems?". CMA Magazine, Octubre 1991, p. 29. (Aparece también publicado en francés con el título: "Qu'est-il advenu des systèmes d'aide à la décision?", p. 25).

<sup>96</sup> Cfr.

\* KERSCHBERG, LARRY y DICKINSON, JOHN: "FINEX: A PC-based Expert Support System for Financial Analysis". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

\* KERSCHBERG, LARRY y DICKINSON, JOHN: "Un système expert d'aide à l'analyse financière". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Les Systèmes experts de gestion: banque, finance, marketing". Eyrolles, Paris, 1988.

<sup>97</sup> Cfr. SCHAEFER, VINCENT: "Les systèmes experts et l'analyse financière". Revue Française de Comptabilité, nº. 177, marzo, 1987, pp. 39-47.

<sup>98</sup> Cfr. SENICOURT, PATRICK: "Un système-expert de prévision financière. Préface(TM)-Expert". La Revue du Financier, nº. 55, julio-agosto, 1987, pp. 23-27.

<sup>99</sup> Cfr. MORENO, JOSÉ MARÍA, AGUARON, JUAN, GALLIZO, JOSÉ LUIS Y MATA, JAVIER ELOY: "Secocet, un sistema de soporte de decisiones experto para el control de costes de una empresa de transformación. Caso real simplificado". Partida Doble, nº. 18, diciembre 1991.



BID. T 550(2)

b 11539902

i 23587179

CB 0002202397

~~L 389.650~~  
~~D 389640~~

UNIVERSIDAD DE VALENCIA
FACULTAD DE CIENCIAS
ECONOMICAS Y EMPRESARIALES
BIBLIOTECA
Reg. de Entrada nº 123.837
Fecha: 29-IX-95
Signatura: (043) 657.6 SANZ

BID. T 550(2)

Bcc

**SEGUNDA PARTE**

**SISTEMAS EXPERTOS EN AUDITORÍA**

123837

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales	
Fecha de Entrada	29-Junio-1994
Fecha de Lectura	19-Septiembre-1994
Calificación	APTO "CUM LAUDE" POR UNANIMIDAD

## **CAPITULO 1. APLICACIONES DE LOS SISTEMAS EXPERTOS RELACIONADAS CON LA CONTABILIDAD.**

### **1.1. Dominios y funciones de la contabilidad en los que se pueden aplicar los sistemas expertos.**

Tal como hemos visto en los capítulos anteriores, los sistemas expertos se han venido aplicando con éxito en múltiples campos (e.g., medicina, geología, química, ingeniería, ...), para realizar tareas muy diversas (e.g., interpretación, predicción, diagnóstico, diseño, planificación, instrucción, control, ...).<sup>1</sup> En las actividades empresariales también se realizan muchas de estas tareas, y éstas cumplen la mayoría de los requisitos necesarios para poder desarrollar un sistema experto (i.e., las tareas requieren conocimiento especializado, existen auténticos expertos en la materia, los expertos son escasos, la pericia necesita ser localizada en distintos lugares, la mayoría de las tareas requieren soluciones heurísticas, ...).<sup>2</sup>

El conocimiento experto en las actividades empresariales—como indica Carretero—<sup>3</sup> presenta unas características muy definidas:

- \* "Se encuentra frecuentemente distribuido entre muchos expertos, especialmente en problemas de carácter organizativos, en los que siempre resulta implicado más de un decisor individual."
- \* "Las reglas del juego están cambiando constantemente; la mayoría de los problemas y oportunidades empresariales surgen como

---

<sup>1</sup> Cfr. HAYES-ROTH, FREDERICK; WATERMAN, DONALD A. y LENAT, DOUGLAS B.: "An Overview of Expert Systems". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONALD A. WATERMAN, y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983, pp. 13-16.

<sup>2</sup> Cfr. WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, pp. 127-134.

<sup>3</sup> CARRETERO DÍAZ, LUIS E.: "Consideraciones en torno a las posibilidades de implantación de los sistemas expertos en las decisiones organizativas". Esic Market, julio-agosto-septiembre, 1989, p. 85.

consecuencia de la ruptura de las reglas y las ideas preconcebidas."

- \* "Requiere de una constante investigación de sectores o partes diferentes del entorno, esto es, la interacción constante con bases de datos externas y organizativas, así como con otros tipos de herramientas de adquisición de la información."

Y en concreto, el conocimiento contable—como indica O'Leary<sup>4</sup> se caracteriza principalmente porque:

- Las tareas pueden ser descompuestas en segmentos,
- el conocimiento puede expresarse en la forma de reglas y juicios heurísticos, y
- la pericia es escasa y cara.

Todas estas características hacen que los sistemas expertos se puedan aplicar en muchas de las tareas de contabilidad y finanzas.

De un análisis de la literatura publicada hasta la fecha sobre este tema se desprende que todas las actividades económico-financieras y de gestión empresarial son campos en los que se están aplicando o se pueden aplicar los sistemas expertos, y en donde se viene demostrando un creciente interés sobre el tema.<sup>5</sup> Este mismo interés se manifiesta

---

<sup>4</sup> Cfr. O'LEARY, DANIEL E.: "The Use of Artificial Intelligence in Accounting". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.

<sup>5</sup> Cfr.

\* BARRETT, MICHAEL L. y BEEREL, ANNABEL C.: "Expert Systems in Business: A Practical Approach". Ellis Horwood Limited, Chichester, 1988.

\* BLANNING, ROBERT W.: "A Survey of Issues in Expert Systems for Management". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.

\* BROWN, CAROL E.: "Expert Systems Books". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 2, nº. 3, 1990, pp. 53-71.

\* CULBERTSON, WILLIAM Y.: "Expert Systems in Finance". Corporate Accounting, primavera, 1987, pp. 47-50.

\* CHORAFAS, DIMITRIS N.: "Applying Expert Systems in Business, McGraw-Hill, New York, 1987.

\* ERNST, CHRISTIAN [Ed.]: "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

\* ERNST, CHRISTIAN [Ed.]: "Les Systèmes experts de gestion: banque, finance, marketing". Eyrolles, París, 1988.

también en las actividades relacionadas con la contabilidad.<sup>6</sup>

- 
- \* ERNST, CHRISTIAN [Ed.]: "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.
  - \* ERNST, CHRISTIAN: "Les systèmes experts en gestion, ça marche?". Revue Française de Gestion, nº. 72, enero-febrero, 1989, pp. 38-44.
  - \* FORTUNA LINDO, JOSÉ MARÍA: "Algunas consideraciones sobre los sistemas expertos en finanzas". Esic Market, julio-septiembre, 1992, pp. 119-135. Publicado también en la misma revista en julio-septiembre, 1993, pp. 147-163.
  - \* GALLAGHER, JOHN P.: "Knowledge Systems for Business: Integrating Expert Systems and MIS". Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1988.
  - \* HERTZ, DAVID BENDEL: "El directivo experto. Uso de la inteligencia artificial y de los sistemas expertos para la Gestión Financiera, Marketing, Producción y Estrategia". Díaz de Santos. Madrid, 1990.
  - \* HOLSAPPLE, CLYDE W. y WHINSTON, ANDREW B.: "Business expert systems". Richard D. Irwin, Homewood, 1987.
  - \* HOLSAPPLE, CLYDE W., TAM, KAR YAN y WHINSTON, ANDREW B.: "Adapting Expert System Technology to Financial Management". Financial Management. vol. 17 nº. 3, otoño, 1988, pp. 12-22.
  - \* LEINWEBER, DAVID: "Knowledge-Based Systems for Financial Applications". IEEE Expert, vol. 3, nº. 3, otoño, 1988, pp. 18-31.
  - \* LIN, ENGMING: "Expert Systems for Business Applications: Potentials and Limitations". Journal of Systems Management, julio, 1986, pp. 18-21.
  - \* MARTIN, THOMAS J. y ZICKEFOOSE, MARY BETH: "Expert Systems in the Financial Services Industry". Incluido en O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 3-17.
  - \* MICHAELSEN, ROBERT y MICHIE, DONALD: "Expert systems in business". Datamation [EE.UU.], noviembre, 1983, pp. 240-4, 246.
  - \* MILLER, RICHARD K. y WALKER, TERRI C.: "Artificial Intelligence Applications for Business Management". SEAI Technical Publ, Madison, Georgia, 1988.
  - \* RODRÍGUEZ MARÍN, PILAR: "Sistemas expertos en la gestión empresarial". Dirección y Progreso, nº 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 42-47.
  - \* ROY, JEAN: "Application of expert systems in finance". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood Limited, Chichester, 1989.
  - \* SILVERMAN, BARRY G. [Ed.]: "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.
  - \* THIERAUF, ROBERT J.: "Expert Systems in Finance and Accounting". Quorum Books, New York, 1990.
  - \* YAGÜE GALUP, VIRGILIO: "Perspectivas de los sistemas expertos en el sector financiero". ALI (Asociación Licenciados Informática), pp. 7-14.

<sup>6</sup> Cfr.

- \* ANDERSON, KEVIN y BERNARD, ALAN: "Expert Systems in Accounting". Journal of Accounting and EDP, otoño, 1986, pp. 62-64.
- \* ARNOLD, M. E., GAMBLING, T. E. y RUSH, D. G.: "Expert systems. As expert as accountants?". Management Accounting [Gran Bretaña], octubre, 1985, pp. 20-2.
- \* BACCOUCHE, CHEDLI: "L'utilisation de l'intelligence artificielle en comptabilité". Revue Française de Comptabilité, nº. 185, diciembre, 1987, pp. 39-42.
- \* BOOKER, JON A., KICK, RUSSELL C y GARDNER, JOHN C.: "Expert systems in accounting: the next generation of computer technology". Journal of Accountancy, marzo, 1986, pp. 101-102, 104.
- \* BROWN, CAROL E.: "Accounting Expert Systems: A Comprehensive, Annotated Bibliography". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 2, núms. 1 y 2, primavera-verano, 1989, pp. 23-129.
- \* BROWN, CAROL E.: "Expert Systems in Public Accounting: Current Practice and Future Directions", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 3-18.
- \* BROWN, CAROL E.: "Analysis of Accounting Expert Systems Citations: An Alternative Accounting Classification Scheme". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, pp. 221-232.
- \* BROWN, CAROL E. y PHILLIPS, MARY ELLEN: "Expert Systems for Management Accountants". Management Accounting, enero, 1990, pp. 18-23.
- \* CONNELL, N. A. D.: "Expert Systems in Accounting: A Review of Some Recent Applications". Accounting and Business Research, nº. 67, invierno, 1987, pp. 221-233.
- \* EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989.
- \* ELLIOTT, ROBERT K. y KIELICH, JOHN A.: "Expert systems for accountants". Journal of Accountancy, septiembre, 1985, pp. 126, 128-30, 32-4.
- \* ENGLARD, BOB y KISS, MARTIN: "Overview: expert systems in accounting". Florida CPA, vol. 5, febrero, 1989, pp. 18-21.

De acuerdo con el **American Institute of Certified Public Accountants (AICPA)**, los sistemas expertos son apropiados para que la profesión contable los utilice en los siguientes tipos de tareas:<sup>7</sup>

- \* El análisis de los diversos datos para identificar o diagnosticar los posibles problemas o funcionamientos defectuosos, para prescribir la respuesta adecuada, o para ambas cosas.

---

\* ENGLARD, BOB, KISS, MARTIN y SCHWARTZ, HAROLD: "Expert Systems in Accounting". The CPA Journal, abril, 1989, pp. 58, 60-62.

\* FORTUNA LINDO, JOSÉ MARÍA, BUSTO MARROQUÍN, BEGOÑA y SASTRE CENTENO, JOSÉ M.: "Los sistemas expertos: fundamentos y aplicaciones a la Contabilidad". Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, pp. 1323-1341. Publicado también en la revista Partida Doble, Nº 17, Noviembre, 1991, pp. 40-46.

\* KELLER, CARL E., Jr.; YEN, DAVID (CHI-CHUNG); HELMS, GLENN L. y WARNOCK, P. S.: "What Can Expert Systems Be Doing in Accounting?". Journal of Accounting and EDP, verano, 1990, pp. 11-20.

\* MARTIN, THOMAS J.: "Expert Systems in Finance and Accounting: a Technology Whose Time Has Come". Corporate Controller, mayo-junio, 1989, pp. 5-10.

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984.

\* O'LEARY, DANIEL E. (1987): "The Use ...", op. cit.

\* O'KEEFE, ROBERT M., O'LEARY, DANIEL, REBNE, DOUGLAS y CHUNG, Q. B.: "The Impact of Expert Systems in Accounting: System Characteristics, Productivity and Work Unit Effects". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 2, nº. 3, agosto, 1993, pp. 177-189.

\* POWELL, P.L.; CONNELL, N.A.D. y HOLT, J.: "The Practical Use of Decision Support and Expert Systems in the Accounting Profession: A Comparison of Two Empirical Studies". Incluido en O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 127-162.

\* PHILLIPS, MARY ELLEN y BROWN, CAROL E.: "A Survey of Expert Systems Used in the Practice of Public Accounting". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

\* ROBB, FENTON F. y BROWN, TOM A.: "The accountant and the intelligent machine". The Accountant's Magazine, julio, 1987, pp. 38-9.

\* SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Sistemas expertos en Contabilidad". Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, pp. 461-481. Publicado también en la revista Técnica Contable, nº. 514, octubre, 1991, pp. 533-546.

\* SHANKER, GOPAL, NILAKANTA, SREE y NORRIS, DAN: "An Exploratory Analysis of Accounting Expert System Abstracts". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, pp. 207-220.

\* SENA, JAMES A. y SMITH, L. MURPHY: "The Development of Accounting Expert Systems". Journal of Accounting and EDP, verano, 1987, pp. 9-14.

\* THIERAUF, ROBERT J. (1990): "Expert Systems ...", op. cit.

\* WILSON, ALAN: "Accounting with expert systems". The Accountant's Magazine, julio, 1987, pp. 18-19.

\* WOLFE, CHRISTOPHER y VIATOR, RALPH: "Expert Systems: An Accounting Perspective". Journal of Accounting and EDP, verano, 1986, pp. 47-51.

<sup>7</sup> Cfr.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)-EDP TECHNOLOGY RESEARCH SUBCOMMITTEE: "An Introduction to Artificial Intelligence and Expert Systems". AICPA-M.A.S.S.R., New York, 1987, p. 10.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)-EDP TECHNOLOGY RESEARCH SUBCOMMITTEE: "Expert systems for accountants: has their time come?". Journal of Accountancy, diciembre, 1987, p. 117.

- \* El análisis de las situaciones en las que los datos conocidos pueden ser incompletos o imprecisos.
- \* La distribución selectiva del conocimiento especializado sobre un área del tema.

Aunque se trata de una tecnología nueva, los sistemas expertos ya son una realidad entre los contables y auditores, y son mucho más utilizados de lo que generalmente se piensa, como demuestra una encuesta realizada por el **Scottish CAs** sobre el uso de la Tecnología de la Información, en la que se indica que aproximadamente el 19% de los contables públicos han utilizado este tipo de *software*, y que un 13% eran usuarios habituales de este tipo de *software*, más incluso que las bases de datos que sólo las utilizaban un 7'9% de los encuestados.<sup>8</sup> Otra encuesta similar realizar por **Coopers & Lybrand**, en 1987, sobre 90 de las principales empresas financieras de EE.UU. (i.e., bancos, empresas de seguros, empresas de valores, compañías de inversión, ...), reveló que el 53% de las empresas encuestadas estaban utilizando aplicaciones de sistemas expertos, estaban en proceso de desarrollo, o estaban planificando su desarrollo.<sup>9</sup> Otra muestra palpable del interés por los sistemas expertos en contabilidad se pone de manifiesto en un estudio realizado por Brown,<sup>10</sup> en el que analiza 478 artículos sobre sistemas expertos relacionados con la contabilidad, publicados durante la década de los 80. En dicho estudio se aprecia claramente un gran incremento en el número de publicaciones a partir de la segunda mitad de la década de los 80. En la siguiente tabla se puede apreciar esta tendencia.

---

<sup>8</sup> Cfr. WILSON, ALAN: "Accounting systems in industry and public practice". The Accountant's Magazine, diciembre, 1989, p. 55.

<sup>9</sup> Cfr. O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Prior Surveys on Expert Systems in Accounting, Auditing and Related Areas". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol 1, nº. 4, septiembre, 1988, p. 11.

<sup>10</sup> Cfr. BROWN, CAROL E. (1989): "Accounting Expert ...", op. cit., pp. 23-129.

Lista de referencias sobre trabajos de sistemas expertos en contabilidad

Años	1977 a 1982	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Nº. artº año	6	4	9	15	30	74	121	176	43
Acumulado	6	10	19	34	64	138	259	435	478

Fuente: BROWN, CAROL E.: "Accounting Expert Systems: A Comprehensive, Annotated Bibliography". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 2, núms. 1 y 2, primavera-verano, 1989, p. 24.

En principio los sistemas expertos se pueden aplicar en todas las áreas de la contabilidad.<sup>11</sup> Ahora bien, como esta clasificación resulta muy amplia y, además, es poco práctica, vamos a clasificar las aplicaciones potenciales de los sistemas expertos en contabilidad de acuerdo con las siguientes áreas:<sup>12</sup>

- \* **Auditoría:** Análisis de la materialidad y del riesgo, evaluación del control interno, planificación de la auditoría, evaluación de la evidencia, análisis de cuentas concretas, formación de opinión, emisión del informe, auditoría interna, auditoría informática,

<sup>11</sup> Cfr.

- \* MONTESINOS JULVE, VICENTE: "En torno al problema de la división en Contabilidad". Técnica Contable, tomo XXVIII, noviembre, 1976, pp. 401-422.
- \* MATTESSICH, RICHARD: "Accounting and Analytical Methods". Homewood. Irwin, Homewood, Illinois, 1964, p. 139.
- \* CANIBANO CALVO, LEANDRO: "Contabilidad. Análisis de la realidad económica". ICE. Madrid, 1982, p. 38.

<sup>12</sup> Cfr.:

- \* ANDERSON, KEVIN y BERNARD, ALAN (1986): "Expert Systems ...", op. cit., p. 62.
- \* BACCOUCHE, CHEDLI (1987): "L'utilisation de ...", op. cit., pp. 40-41.
- \* BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 3-18.
- \* BROWN, CAROL E. y PHILLIPS, M. E. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 18-23.
- \* CONNELL, N. A. D. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 221-233.
- \* ELLIOTT, ROBERT K. y KIELICH, J. A. (1985): "Expert systems ...", op. cit., p. 130.
- \* ENGLARD, BOB y KISS, MARTIN (1989): "Overview: expert ...", op. cit., pp. 17-20.
- \* ENGLARD, BOB et al. (1989): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 60-61
- \* FLESHER, DALE L. y MARTIN, CINDY (1987): "Artificial ...", op. cit., pp. 34-35.
- \* O'LEARY, DANIEL E. (1987): "The Use ...", op. cit.
- \* SHIM, JAE K. y RICE, JEFFREY S. (1988): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 12-13.

Una taxonomía más exhaustiva de los sistemas expertos en contabilidad puede verse, por ejemplo, en:

- \* BROWN, CAROL E. (1992): "Analysis of ...", op. cit., pp. 225-227.
- \* SHANKER, GOPAL et al. (1992): "An Exploratory ...", op. cit., p. 209.

etc.

- \* **Contabilidad de gestión:** Cálculo y asignación de costes, asignación de recursos escasos, control y análisis de desviaciones, planificación y control de gestión, diseño de sistemas de información de gestión, etc.
  
- \* **Contabilidad financiera:** regulación legal, normas y principios contables, recuperación y revisión analítica de registros contables, diseño de sistemas contables, imputación contable, consolidación de estados contables, etc.
  
- \* **Análisis de estados financieros:** Análisis patrimonial, financiero y económico de los estados contables, salud financiera de la empresa, cálculo e interpretación de ratios, cálculo y análisis de tendencias, etc.
  
- \* **Fiscalidad:** Planificación fiscal corporativa, planificación fiscal individual, planificación fiscal internacional, devolución de impuestos, impuestos acumulados, impuestos sobre la renta, impuesto sobre el IVA, etc.
  
- \* **Planificación financiera e industria de los servicios financieros:** Planificación financiera corporativa, planificación financiera personal, análisis de inversiones, gestión de tesorería, mercado de valores, seguros, banca, concesiones de crédito, etc.
  
- \* **Enseñanza de la contabilidad:** Enseñanza de la contabilidad en las universidades, formación de auditores jóvenes, actualización de los conocimientos del auditor, etc.

## 1.2. Aplicaciones realizadas de sistemas expertos relacionados con contabilidad.

Aunque ya tiene más de treinta años de existencia, la tecnología de los sistemas expertos es todavía joven y se encuentra en las etapas más primitivas de su ciclo de vida. En general, de todos los sistemas expertos que se han venido desarrollando en este período, solamente alrededor de un 10% ha llegado a ser operativos, y de este 10% alrededor del 90% de las investigaciones se han llevado a cabo en entornos protegidos en las universidades.<sup>13</sup>

Sobre la utilidad de los sistemas expertos en las actividades financieras y contables han existido muchas imprecisiones y exageraciones en los medios de comunicación social,<sup>14</sup> que han provocado muchas expectativas, algunas de ellas irreales, sobre estos nuevos sistemas.<sup>15</sup> Este exceso de propaganda sobre la aplicación de los sistemas expertos en la gestión empresarial y en las finanzas hizo que muchas empresas se lanzaran precipitadamente al desarrollo de sistemas expertos, no alcanzándose siempre los éxitos deseados, incluso fracasando muchas veces en su intento. Estos fracasos llevaron a la desilusión y a la decepción de sus promotores, lo que ha dificultado en parte su progreso.<sup>16</sup> No obstante, es justo reconocer que aunque han habido

---

<sup>13</sup> Cfr. van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A.: "Expert Systems in Auditing". Macmillan Publishers, Globe Book Services, London, 1990, p. 13.

<sup>14</sup> Cfr. BEELER, JEFFRY: "Expert systems inching into business". Computerworld, nº. 19, mayo, 1984, pp. 1 y 16.

<sup>15</sup> Cfr. MARTINS, GARY R.: "The Overselling of Expert Systems". Datamation [EE.UU.], noviembre, 1984, pp. 76-78, 80.

<sup>16</sup> Cfr. COATS, PAMELA K.: "Why Expert Systems Fail". Financial Management, vol. 17, nº 3, otoño, 1988, p. 82.

En este sentido, véase también:

\* ACCOUNTANT: "Expert systems - pure hype or value for money?". Accountant, octubre, 1989, pp. 11-12.

\* BUCHANAN, BRUCE G.: "Expert systems: working systems and the research literature". Expert Systems, vol. 3 nº. 1, Enero, 1986, p. 49.

\* LUCONI, FRED L., MALONE, THOMAS W. y MORTON, M. S. SCOTT: "Expert Systems: The Next Challenge for Managers". Incluido en JOSEPH W. WILKINSON y DAN C. KNEER, DAN C., "Information Sys-

fracasos en la aplicación de los sistemas expertos en las actividades empresariales y financieras, lógicos en una tecnología nueva que está empezando su andadura, también han habido importantes éxitos. Ahora bien, estos éxitos, a diferencia de los fracasos, han tenido muy poca publicidad, tal vez porque muchas empresas han preferido no dar publicidad sobre su desarrollo, ya que consideran sus investigaciones sobre sistemas expertos un recurso estratégico y temen que al publicar los detalles de sus sistemas expertos pierdan la ventaja competitiva que esperan alcanzar con su utilización.<sup>17</sup>

La comercialización de los sistemas expertos y su aplicación por las empresas ha sido muy lenta. No ha sido hasta la última década cuando las empresas se han dado cuenta de las posibilidades que ofrecen los sistemas expertos y han empezado a apostar por ellos. Como indican Holsapple et al.:

"la difusión en el mundo empresarial ha sido ralentizada por la falta de comprensión y el sano escepticismo que se da frente a todas las nuevas tecnologías. Sin embargo, la situación ha cambiado en los últimos años cuando los profesionales en activo se han familiarizado con la tecnología y está ha avanzado hasta prestar más apoyo en las aplicaciones empresariales".<sup>18</sup>

Este cambio de mentalidad ha sido debido, en buena medida, a la reducción del costes de los sistemas expertos y a la aparición de nuevas herramientas de desarrollo de sistemas expertos, que han permitido construir sistemas

---

tems for Accounting and Management". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1987, p. 336.

\* LUCONI, FRED L., MALONE, THOMAS W. y MORTON, M. S. SCOTT: "Expert Systems: The Next Challenge for Managers". Incluido en RALPH H. SPRAGUE, Jr. y HUGH J. WATSON [Eds.], "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, p. 333.

<sup>17</sup> Cfr.

\* HOLSAPPLE, CLYDE W. et al. (1988): "Adapting Expert ...", op. cit., p. 16.

\* KELLER, CARL E., Jr. et al. (1990): "What Can ...", op. cit., p. 18.

<sup>18</sup> Cfr. HOLSAPPLE et. al. (1988): "Adapting Expert ...", op. cit., p. 12.

expertos con menos esfuerzo y mucho más rápidamente.

Aunque ya existen algunos sistemas expertos en el campo de la contabilidad que pueden ser considerados como producto acabado,<sup>19</sup> la mayoría de ellos han sido simples prototipos que se encuentran en la fase de diseño conceptual o en la fase de desarrollo. Sin embargo, hay algunas excepciones de sistemas expertos que ya se encuentran en uso en las empresas que los han construido o que ya se están comercializando. Algunos ejemplos de estos sistemas son: el LOAN PROBE,<sup>20</sup> en el dominio de la auditoría; el EXPERTAX<sup>21</sup> y el VATIA,<sup>22</sup> en el campo fiscal; el PLANPOWER,<sup>23</sup> el FINANCIAL ADVISOR<sup>24</sup> y el CASHVALUE,<sup>25</sup> en planificación financiera; el FINEXPERT,<sup>26</sup> el PREFACIO<sup>TM</sup>-EXPERT<sup>27</sup> y el

---

<sup>19</sup> Al hablar de producto acabado nos estamos refiriendo a un producto que ya se encuentra en práctica y puede ser comercializado. Pero en realidad, por definición, un sistema experto no estará nunca acabado, pues continuamente se deberán ir añadiendo nuevos conocimientos a su base de conocimientos o eliminando y modificando los existentes, con el fin de perfeccionar el sistema.

<sup>20</sup> Cfr.

\* WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S.: "Development of an Expert Audit System for Loan Loss Evaluation". Incluido en A. BAILEY [Eds.]: "Auditor Productivity in the Year 2000: 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable", Arthur Young, 1988, pp. 171-184.

\* WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S.: "Expert Systems Technology at KPMG". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

<sup>21</sup> Cfr.

\* SHPILBERG, DAVID, GRAHAM, LYNFORD E. y SCHATZ, HARRY: "ExpertAX: An Expert System for Corporate Tax Planning". Expert Systems, vol. 3, nº. 3, julio, 1986, pp. 136-151.

\* SHPILBERG, DAVID y GRAHAM, LYNFORD E.: "Developing ExpertAX: An Expert System for Corporate Tax Accrual and Planning". Auditing: A Journal of Practice & Theory, otoño, 1986, pp. 75-94.

<sup>22</sup> Cfr. TINDALL, CHRISTINE y SUSSKIND, RICHARD: "Anatomy of an Expert System". Accountancy, agosto, 1988, pp. 124-127.

<sup>23</sup> Cfr. APEX.: "Technical Overview of PLANPOWER and publicity material". Applied Expert Systems, Five Cambridge Cente, Cambs, MA, 1986.

<sup>24</sup> Cfr. BAILEY, D. M.: "'Financial Advisor' Puts Experts' Wisdom Inside Your Mainframe". New England Business, vol. 7, nº. 18, noviembre 4, 1985, pp. 32, 34.

<sup>25</sup> Cfr. ASH, NEVILLE: "How Cash Value appraises capital projects". Accountant, octubre, 2, 1985, pp. 18-19.

<sup>26</sup> Cfr. SCHAEFER, VINCENT: "Les systèmes experts et l'analyse financière". Revue Française de Comptabilité, nº. 177, marzo, 1987, pp. 42-46.

<sup>27</sup> Cfr. SENICOURT, PATRICK: "Un système-expert de prévision financière. Préface(TM)-Expert". La Revue du Financier, nº. 55, julio-agosto, 1987, pp. 23-27.

ANIBAL,<sup>28</sup> en análisis de estados financieros.

Muchos de los sistemas que se han desarrollado hasta la fecha, o se están desarrollando, son simples modelos descriptivos de una aplicación. La mayoría de estos sistemas empezaron como proyectos de investigación académica, algunas veces apoyados y financiados por empresas de contabilidad y auditoría. Algunos sistemas fueron directamente desarrollados por las empresas que los iban a utilizar. Muchas de estas investigaciones se realizaron pensando más en la posible ventaja competitiva que se pudiera conseguir con el sistema que en el análisis de coste-beneficio del proyecto.

Las áreas de la contabilidad que más sistemas expertos se han desarrollado son la auditoría y la fiscalidad, debido, tal vez, a la influencia de las grandes empresas multinacionales de auditoría que están desarrollando sistemas expertos para su uso interno o para su comercializarlos entre sus clientes. Luego siguen, en orden de importancia, los campos de la planificación financiera y del análisis de estados financieros. En los siguientes cuadros figuran algunos de los sistemas expertos relacionados con contabilidad que aparecen en la literatura sobre el tema, clasificados por dominios. Algunos de estos dominios no son propiamente áreas de la contabilidad, pero sí son dominios que están estrechamente relacionados con la misma y así figura en la mayoría de la literatura consultada. (En el Anexo C1 figura la lista completa de estos sistemas).

---

<sup>28</sup> Cfr. ERITEL: "ANIBAL: Análisis Inteligente de Balances". Folleto informativo. ERITEL, 1991.

SISTEMA	REFERENCIA PRINCIPAL	SUBDOMINIO. HERRAMIENTA
ACPA	Arnold 1987	Evaluación de software financiero. SAVOIR
AOD	Dillard/Mutchler 1986	Decisiones opinión auditoría. XINFO
APCAS	Arnold/Rush 1987	Evaluación software financiero. SAVOIR
APE (AUDIT PLANNING AND EVIDENCE)	Vinze et al. 1991	Riesgo inherente de auditoría
APEX 2	Vinze et al. 1991	Selección de procedimientos auditoría
APX	Vinze et al. 1991	Planificación de la auditoría
AQX (AUDIT QUALITY EXPERT)	Khandeker/Phalke 1991	Evaluac. calid. de la auditoría. VP Expert
ARISC	Meservy et al. 1986	Evaluación del control interno. GALEN
AMP (AUDIT MASTERPLAN)	O'Leary/Watkins 1989	Planificación auditoría/Auditoría interna
ASHELL	Brown/Phillips 1991	Auditoría interna
AS/400	Brown 1991	Auditoría informática. Evaluación control
AUDITOR	Dungan/Chandler 1985	Evaluac. previsión créditos incobr. AL/X
AUDITPLANNER	Steinbart 1987	Materialidad. EMYCIN
AUDIT PLANNING ADVISOR	Brown 1991	Planificación de la auditoría
AUDIT PLANNING KNOWLEDGE BASE	White 1988	Planificación de la auditoría
AUDIT PLUS	Garsombke 1987	
AUDITOR'S ASSISTANTS	Shaffer et al. 1988	Toma de decisiones de auditoría
AUTOMATED ANALYTICS	Brown 1991	Cuestiones especiales
BANK FAILURE PREDICTION	Brown 1991	Cuestiones especiales
BDO COMPASS	van Dijk/Williams 1990	Dirige y controla todo el proceso audit.
BRESS	Lithp System Br. 1988	Riesgos continuidad de la empresa
CAPEX	Boritz y Wensley 1991	Planificación de la auditoría
CCR/36 ADVISOR	Brown 1992	Auditoría informática. Evaluación control
CFILE	Kelly et al. 1986	Reservas préstamos banc. NEXPERT/INSIGHT2
CHECKGAAP	Connell 1987	Cumplimiento. C/Browse
CHECKLIST	Brown 1991	Auditoría y planificación fiscal
CIRAX	Edwards y Connell 1989	Evaluación riesgo inform. SAVOIR/CRYSTAL
C&L CONTROL RISK ASSESSOR	van Dijk/Williams 1990	Evaluación del control interno
CO-AUDIT	Howorka et al. 1991	Integración de sistemas auditoría. Leng. C
COBRA	Brown 1991	Cuestiones especiales
COMPAS	Brown 1991	Programa de auditoría
CONTROL RISK ASSISTANT	Bickerstaff 1988	Asesor de control de riesgos
DEBIT CARD FRAUD PROJECT	Lecot 1988	Auditoría interna. Detección del fraude

<sup>29</sup> Una ampliación sobre las características generales de este dominio y una descripción de alguno de estos sistemas puede verse, por ejemplo, en:

\* CUMMINGS, BARBARA K. y APOSTOLOU, NICHOLAS G.: "Expert systems in auditing: an emerging technology", *Internal Auditing*, vol. 3, otoño, 1987, pp. 3-10.

\* CHU, GRACE T.: "Expert Systems in Computer Based Auditing". *The EDP Auditor Journal*, vol. 1, 1989, pp. 25-33.

\* ISKANDAR, MAI y McMANN, PAUL: "Expert Systems in Auditing: Advantages and Applications". *The EDP Auditor Journal*, vol. 4, 1989, pp. 41-51.

\* JACOB, VARGUESE S. y BAILEY, ANDREW D. Jr.: "A decision process approach to expert systems in auditing". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Auditing: The State of the Art". *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, vol. 7, nº. 1, otoño, 1987, pp. 94-105.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Expert Systems in Auditing". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

\* PHILLIPS, MARY ELLEN y BROWN, CAROL E.: "A Survey of Expert Systems Used in the Practice of Public Accounting". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993, pp. 342-345.

\* SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Sistemas expertos en auditoría". *Actas del V Encuentro de Profesores Universitarios de Contabilidad*. Sevilla, 27-29 de mayo de 1993. Publicado también en la revista *Técnica Contable*, núms. 536-537, agosto-septiembre, 1993, pp. 529-544 y 560.

SISTEMAS EXPERTOS EN EL DOMINIO DE LA AUDITORÍA (Continuación)

SISTEMA	REFERENCIA PRINCIPAL	SUBDOMINIO. HERRAMIENTA
DECISION SYSTEM	Broderick 1988	Planificación táctica. PASCAL
DETAILED PLANNING		
PRACTICE AID	Brown 1991	Evaluación del control interno
DISCOVERY	Tener 1988	Auditoría interna. Detección fraude
EASY	Brown 1991	Programa de auditoría
EDP-XPRT	Hansen/Messier 1986	Auditoría de proceso de datos. AL/X.
EXEMPTAX	Brown 1991	Auditoría y fiscalidad. Cuest. especiales
EXPERT AUDITOR	Phillips/Brown 1991	Auditoría especial
EXPERTAX	Shpilberg et al. 1986	Auditoría y planific. fiscal. LISP/Qshell
EXPERTEST	Bickerstaff 1988	Pruebas sustantivas. Program. auditoría
EY/DECISION SUPPORT	Sena y Smith 1987	Planificación de la auditoría
FAS 96	Brown 1991	Auditoría y fiscalidad
FEAP (FRONT END ANA-		
LYSIS AND PLANNING)	van Dijk/Williams 1990	Planificación de la auditoría
FINANCIAL DISCLOSURES	Brown 1991	Cumplimiento de publicaciones
FLOW EVAL	Brown 1991	Eval. control interno y anal. riesgo
FR SCORE	Vinze et al. 1991	Riesgo de auditoría
GC-X	Biggs/Selfridge 1986	Evaluación empresa en marcha. LISP
ICE	Kelly 1984, 1987	Eval. control int. y plan. aud. INTERLISP
ICES	Grudnitski 1986	Evaluación control del interno. EMYCIN
IDES (INTRUSION DETEC-		
TION EXPERT SYSTEM)	Davis-R 1992	Auditoría informática. Detecc. intr.
INHERENT RISK ANALYSIS	Brown 1991	Eval. control interno y anal. riesgo
IRE (INHERENT RISK		
EVALUATOR)	Peters, 1992	Riesgo inherente planificación auditoría
INTERNAL-CONTROL-ANA-		
LIZER	Gal 1985	Evaluación del control interno. EMYCIN
INTERNAL CONTROLS		
EXPERT	Brown 1991	Evaluación del control interno
INTERNATIONAL TAX IN-		
TERPRETER	Kelly 1987	Evaluación del control interno. INTERLISP
LOAN PROBE	Willingham/Ribar 1988	Gestión de préstamos bancarios. INSIGHT 2
LRT	White 1988	Formación reserva perdida préstamos
META	Swagerman 1988	Evaluación de sistemas expertos. CAKE
PANIC	Brown 1991	Cuestiones especiales
PAYPER	O'Leary y Tan 1987	Verifica archiv. nómina personal. EXSYS
PLANET	Vinze et al. 1991	Riesgo inherente de auditoría
PRICE ANALYSIS	Baccouche 1987	Examina racionalidad de los gastos
PROFESSIONAL DISCLO-		
SURE REQUIREMENTS	Brown 1991	Cumplimiento publicación
QUESTOR	Sen y Wallace 1991	Evaluc. depart. audit. interna. EXSYS
RIC CHECKLIST	Brown 1991	Cuestiones especiales
RICE	Wilson et al. 1988	Análisis de riesgo planific. auditoría
RISK ADVISER	Landy 1988	Asesora riesgos cambio propiedad. CRYSTAL
RISK ADVISOR	Graham et al. 1991	Identific. riesgo auditoría. FFAST/ART
RISK ASSESSMENT	Brown 1991	Análisis de riesgo
SAMPLE SIZER	Bickerstaff 1988	Prepara tamaño de la muestra
SAM	Bickerstaff 1988	Pruebas sustantivas auditoría. Lenguaje C
SFAS 80	Brown 1991	Cuestiones especiales
SFAS 91	Brown 1991	Cuestiones especiales
STATUTORY ACCOUNTS		
CHECKER	Brown 1991	Cumplimiento publicación
SYSTEMATIC	Brown 1991	Auditoría informática. Eval. contr.
TIARA	Newquist 1990	Auditoría interna. ART
TICOM	Bailey et al. 1985	Evaluación del control interno. PASCAL
US TAX PLANNING & TAX		
PROVISION	Brown 1991	Auditoría y fiscalidad
VATIA	Tindall 1988	Auditoría y fiscalidad
(sin nombre)	Braun y Chandler 1982	Fluctuaciones revisión analítica
(sin nombre)	Dhar/Lewis/Peters 1987	Riesgo inherente planificac. audit. LISP
(sin nombre)	Davis-R 1992	Auditoría informática. Virus inform.
(sin nombre)	Zaccagnini et al. 1992	Auditoría y control Bco. Santander

SISTEMAS EXPERTOS EN EL DOMINIO DE LA CONTABILIDAD DE GESTIÓN<sup>30</sup>

SISTEMA	REFERENCIA PRINCIPAL	SUBDOMINIO. HERRAMIENTA
AN.CO.RA	Baraldi y Teodori 1993	Control de gestión: análisis competencia
ARMS (ADVANCED RISK MANAGEMENT SYSTEM)	Bimson et al. 1992	Control de los riesgo de un proyecto. COTS
BUCKS (BUSINESS CONTROL KNOWLEDGE SYSTEM)	Brown/Phillips 1990	Control de los negocios
CEPS	Brown/Phillips 1990	Precios de transferencia
DLMS (DIRECT LABOR MANAGEMENT SYSTEM)	Inference Corp.	Gestión mano de obra directa. ART-IM
ESCAPE	Inference Corp.	Autorización y proceso de reclam. ART-IM
GCA	Evens 1986	Regulación subvenciones gubernament. TESS
GRENSIDSE	Connell 1987	Regulación subvenciones de MOD. SHELLS
ICOR (Subs. materiales)	Brown/Phillips 1990	Precios de transferencia
ICS	Syed/Tse 1988	Anál.compet.apoyo estrat. QUINTUS/PROLOG
IMACS	Brown y Athey 1993	Planific. producc. y compras. Gest. inv.
INVENTORY EXPERT SYSTEM	Ghiaseddin et al. 1990	Gestión de inventarios. GURU/FORTRAN
ISA	Brown y Athey 1993	Planificación de la producción
ISIS	Blanning 1987	Programación de la fabricación
LOGIX	De Albuquerque 1988	Planificación materiales (MRP). AIOM/ADS
MIP	Inst.Ing.Conoc. (IIC)	Control de procesos industriales. TIRS
NUDGE	Brown y Athey 1993	Planificación de reuniones de negocios
ODYSSEY	Brown y Athey 1993	Planificación de viajes
OHM	Hine et al. 1993	Mantenimiento de la salud empresarial. C
OMEGA	Blanning 1987	Asignación del personal
PANNISSE	Charpin 1988	Previsión del curso de cambio. EMYCIN
PCUBO	García et al. 1991	Promoción de personal. TIRS
PLANET	Brown y Athey 1993	Planificación de recursos empresariales
REAL	McCarthy/Rockwell 1989A	Ayuda en las dec. compra. FFAST/GOLDWORKS
SAS	Zaccagnini 1992	Asignación cargas de trabajo
SECOGET	Moreno et al. 1991	Control de costes y anál. desv. C/PROLOG
SEGRE	Zaccagnini 1992	Gestión y planificación de recursos
STD1/STD2	King/McAulay 1991	Anál. desv. cost. estd. PROLOG/VP Expert
STRATEGIC PLANNING ADVISOR	Dologite 1987/Mockler 89	Planificación estratégica. M1/GURU
XPR	Michel 1988, 1993	Control de gestión. PROLOG
XVENTURE	Sullivan y Reeve 1988	Inversiones en nuevas tecnolog. EXPERT 4
(sin nombre)	Böer 1988a, b	Análisis de desviac. en presuptos. EXSYS
(sin nombre)	Hollander 1990, 1992	Análisis de desviac. en ctes. estándar. ESE
(sin nombre)	Kelndhofer y Doney 1991	Revisión de los presupuestos. VP-EXPERT
(sin nombre)	Repath 1993	Gestión de materiales. Sistemas MRP II.

<sup>30</sup> Una ampliación sobre las características generales de este dominio y una descripción de alguno de estos sistemas puede verse, por ejemplo, en SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Sistemas expertos en contabilidad de gestión". Comunicación presentada en el V Encuentro de Profesores Universitarios de Contabilidad. Sevilla, 27-29 de mayo de 1993.

SISTEMAS EXPERTOS EN EL DOMINIO DE LA CONTABILIDAD FINANCIERA<sup>31</sup>

SISTEMA	REFERENCIA PRINCIPAL	SUBDOMINIO. HERRAMIENTA
AGGREGATE COMPTA CONSOLIDEX CONTA ELOISE FINSTA FINSTEX (FINANCIAL STATEMENT EXPERT) LESSEE PURPOOL REACH (sin nombre) (sin nombre) (sin nombre)	O'Leary 1987 Gervais/Stepniewski 1986 Bonson/Orta 1991, 1993 Casamitjana 1991 O'Leary 1987b O'Leary 1987b  Back 1992a, b Jih 1991 Smith et al. 1991 McCarthy/Rockwell 1989 Bonson 1991 Böer 1990 Mockler 1991	Informes financieros contables. PROLOG Imputación contable (est. teórico). SNARK Interpretación normas de consolid.CRISTAL Imputac. contable factura de ventas. GURU Analiza los estados notariales. LISP Confecciona estados financieros. PROLOG  Planificación de estados financ. PROLOG Contabilización de alquileres. GURU Princ. contab. gener. aceptad. VP-EXPERT Diseño de bases de datos cont. GOLDWORKS Estado de origen y aplicación de fondos Contabilidad de arrendamientos Imputación contable (est. teor.). M1/GURU

SISTEMAS EXPERTOS EN EL DOMINIO DEL ANÁLISIS DE ESTADOS FINANCIEROS<sup>32</sup>

SISTEMA	REFERENCIA PRINCIPAL	SUBDOMINIO. HERRAMIENTA
AIDE AFIN ALFEX ANALYSIS ANIBAL ANSWERS CHARIS COSIE CREDIT MANAGER FINEX FINEXPERT / FINEXPRO FSA (FINANCIAL STATE ANALYZER) FYNSYM-EXPERT PCBAL PRÉFACE-EXPERT SAFIR SAGE (Sistema de ANAL. Y GESTION EMPRESARIAL) SYMEDE VENTURE EXPERT (sin nombre) (sin nombre)	Degos 1991 Díaz y Navarro 1993 Connell 1987 D'Hoeraene 1990 Eritel 1991 Flesher/Martin 1987 Degos 1991 Pinson 1989 Prado Lorenzo 1991 Kerschberg/Dickinson 1988 Schaefer 1987/Degos 1991  Mui y McCarthy 1987 D'Hoeraene 1990 Multimedia 1993 Senicourt 1987 Pinson 1989  Sanz Portell 1991 Fredouet 1988 D'Hoeraene 1990 Rodríguez 1991 Sena y Smith 1987	Análisis de estados financieros. LISP/APL Análisis de estados financieros. Análisis salud financiera compañía. PROLOG Análisis de estados financieros. Análisis inteligente de balances. ART Análisis financiero de balances. Análisis de estados financieros. ALCEE Análisis de estados financieros. Análisis de estados financieros. GURU Análisis de estados financieros. PROLOG Análisis estad. fin. Personal Consultant +  Análisis de estados financieros. KEE/Lisp Análisis de estados financieros. Análisis de balances Análisis de estados financieros. GURU Análisis de estados financieros  Análisis de estados financieros. ADS Análisis de estados financieros. GURU Diagnóstico financiero de balanc. TIRS/ESE Análisis de estados financieros. ESE/TIRS Análisis de estados financier. EXPERT EDGE

<sup>31</sup> Una ampliación sobre las características generales de este dominio y una descripción de alguno de estos sistemas puede verse, por ejemplo, en:

\* O'LEARY, DANIEL E.: "Accounting Regulation-Based Expert Systems. Incluido en GARY JOHN PREVITS (1987): "Research in Accounting Regulation". Jai Press Inc, Greenwich, Connecticut, 1987.  
\* SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO (1991): "Sistemas expertos ...", op. cit.

<sup>32</sup> Una ampliación sobre las características generales de este dominio y una descripción de alguno de estos sistemas puede verse, por ejemplo, en:

\* DEGOS, JEAN-GUY: "Il y a de bons systèmes experts financiers, in n'y en a point de délicieux". La Revue du Financier, nº. 80, febrero-marzo, 1991, pp. 26-33.

\* D'HOERAENE, J.: "Progiciels d'analyse financière (tableurs et systèmes experts)". La Revue du Financier, nº. 78, diciembre, 1990, pp. 59-62.

\* PRADO LORENZO, JOSÉ MANUEL: "La aplicación de sistemas expertos al análisis de estados financieros". Incluido en "En Memoria de M<sup>a</sup>. Ángeles Gil Luezas". Editorial AC, Madrid, 1991.

\* SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Sistemas expertos en análisis de estados financieros, y en planificación financiera". Comunicación presentada en el III Congreso Internacional de Costos y I Congreso Nacional de la Asociación Española de Contabilidad Directiva (ACODI). Madrid, 21-24 de septiembre de 1993.

SISTEMAS EXPERTOS EN EL DOMINIO DE LA PLANIFICACIÓN, ANÁLISIS FINANCIERO,  
ANÁLISIS DE INVERSIONES, E INDUSTRIA DE SERVICIOS FINANCIEROS<sup>33</sup>

SISTEMA	REFERENCIA PRINCIPAL	SUBDOMINIO. HERRAMIENTA
AAFINPLAN	Phillips et al. 1990	Planificación financiera individual
ACS (ACTUARY CONSULTANT SYSTEM)	Holsapple et al 1988	Evaluac. riesgo segur. muerte, inv. y jub.
ALQ STOCK EXPERT	Keyes 1991B	
APEX Client	Thierauf 1990	Apoyo para asesoramiento financiero
ASRAV	Roy 1989	Selección riesgos seguros de vida. EXSYS
AUTHORIZER'S ASSISTANT	Newquist III 1990	Autorización de créditos
AYCO	Phillips et al. 1990	Planificación financiera individual
BUSINESS PLAN	Thierauf 1990	Planificación financiera completa
CAPITAL INVESTMENT SYSTEM	Brown/Phillips 1990	Inversiones en adquisición de equipos
CASHVALUE	Ash 1985	Evaluación de proyectos de invers. BASIC
CGX	Srinivasan et al. 1992	Ayuda concesión de créditos empresariales
CLASS (COMMERCIAL LOAN ANALYSIS SUPPORT SYS.	Duchessi et al. 1988	Evaluac. salud financiera conces. prést.
CLIENT PROFILING SYSTEM	Brown 1988	Planificación financiera individual
CLUE	Broderick et al. 1989	Riesgo de propiedad. LISP/NexpertObjet
COMPANY ANALYSER	Bolton 1993	Valoración riesgos financieros. CRYSTAL
CREDEX (CREDIT EXPERT)	Pinson 1989, 1992	Evaluación riesgo demanda de préstamos
CREDIT MANAGER	Prado 1991	Analiza el riesgo y garantías créditos
CREDESCO (CREDIT SCORING)	Alvarez 1991	Evaluación crédito al consumo ent. banc.
CRESUS	Zaccagnini et al. 1992	Gestión de tesorería
DECMAX	Blanning 1987	Análisis de inversiones
DIVERSIFIED INVESTMENT MANAGEMENT EXPERT	Mani 1992	Gestión de inversiones. PROLOG
DIRECTOR IDEAL	Yagüe 1988	Valoración riesgos operac. financieras.
EVENT	Rozenholc 1988a, b	Diagnóstico evaluación créditos bancarios
FAME	Kastner et al. 1986	Marketing financiero. OPS 5
FINANCIAL ADVISOR /MANAGEMENT ADVISOR	Bailey 1985/Connell 1987	Evaluación de proyectos de invers. LISP
FINANCIAL MANAGEMENT ASSISTANT SYSTEM	El Mernissi 1988a, b	Gestión financiera
FINANCIAL PLANNING ADVISOR (FPA)	Newquist 1990	Planificación financiera individual. KEE
FINANCIAL UPDATE ADVISOR	Newquist 1990	
FINEX	Kerschberg/Dickinson	Análisis financiero. PROLOG
FINEXPERT/ FINEXPRO (nueva versión)	Schaefer 1987	
FINPLAN	D'Hoeraene 1990/Degos 91	Análisis financiero. Personal Consultant
FINSIM	Miller/Walkwer 1988	Planificación financiera
FORECAST PRO	Klein 1988	Análisis financiero. OPTRANS/PROLOG
FOREIGN EXCHANGE ADVISOR	Keyes 1991b	
GEFI	Holsapple et al. 1988	Comercio cambio moneda extranjera
ICARE	Zaccagnini et al. 1992	Gestión financiera integrada
INNOVATOR	Lecot 1993	Reaseguro líneas personales de segur. ADS
INTEREST RATE INSIGH	Ram/Ram 1990	Evaluación nuevos productos financ. ESE
INVEST	Keyes 1991B	Tasa de interés crediticio
KABAL	Heur et al. 1988	Asesora sobre inversiones financ. DONALD
	Hartvigsen 1992	Análisis financiero en la banca. GURU

<sup>33</sup> Una ampliación sobre las características generales de este dominio y una descripción de alguno de estos sistemas puede verse, por ejemplo, en:

\* PHILLIPS, MARY ELLEN; BROWN, CAROL E. y NIELSON, NORMA L.: "Personal Financial Planning with Expert Systems". *Management Accounting [EE.UU.]*, vol. 78, nº. 3, septiembre, 1991, pp. 29-33.

\* PHILLIPS, M. E. y BROWN, C. E.: "A Survey ...", op. cit., pp. 351-353.

\* SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Sistemas expertos en análisis de estados financieros, y en planificación financiera". Comunicación presentada en el III Congreso Internacional de Costos y I Congreso Nacional de la Asociación Española de Contabilidad Directiva (ACODI). Madrid, 21-24 de septiembre de 1993.

SISTEMAS EXPERTOS EN EL DOMINIO DE LA PLANIFICACIÓN, ANÁLISIS FINANCIERO,  
ANÁLISIS DE INVERSIONES, E INDUSTRIA DE SERVICIOS FINANCIEROS (Continuación)

SISTEMA	REFERENCIA PRINCIPAL	SUBDOMINIO. HERRAMIENTA
LE COURTIER	Newquist 1990	Asesoramiento cartera de acciones
LENDING ADVISOR	Keyes 1991 E	Predecir rendimto. prést. bancarios
LOAN ADVISOR	Shaw y Gentry 1988	Evaluación solicitudes de crédito
MAGOKORO PLANNING SERVICE	Fortuna 1992	Asesoramiento inversiones sobre seguros
MARBLE	Shaw y Gentry 1988	Evaluac. riesgo solicit. prést. comerc.
MLA (MORTGAGE LOAN ANALYZER)	White 1988	Pred. rendto. préstamos bancarios
OBJETIVE FINANCIAL SYSTEMS	Brown 1988	Planificación financiera individual
PALLADIAN FINANCIAL ADVISOR	Thierauf 1990	Planificación financiera individual
PERSONAL FINANCIAL ANALYSIS	Phillips et al. 1990	Planificación financiera personal
PERSONAL FINANCIAL PLANNER	Brown 1988	Planificación financiera individual
PERSONAL FINANCIAL PLANNING SYSTEM (PFPS)	Brown 1988	Planificación financiera individual
PERSONAL FINANCIAL STRATEGIES (PFS)	Brown 1988	Planificación financiera individual
PLANMAN	McKell/Jenkins 1988	Planificación financiera indiv. Leng. C
PLANMASTER	Fortuna 1992, 1993	Planificación financiera
PLANPOWER	APEX 1986	Planificación financiera indiv. LISP
PORTFOLIO ADVISOR	Holsapple et al. 1988	Diseño de cartera de valores.
PORT-MAN	Chan et al. 1989	Asesor. de cartera de valores. Leng. XL
PREFACE-EXPERT	Senicourt 1987	Previsiones financiera. GURU
PROFILING	Thierauf 1990	Planificación financiera individual
RASF	Zhangxi 1989	
SAFIR	Methlie 1993	Asesoramiento financiero. OPRANS EXPERT
TAREX	Friedman et al. 1991	Evaluac. y clasif. riesgos seguros. FFAST
UNDERWRITING ADVISOR(UA)	Rowe 1993	Reaseguros líneas comerciales
XVENTURE	Sullivan/Reeve 1988	Análisis de inversiones. Expert 4
(sin nombre)	Mockler 1989	Planificación de inversiones individ. M1
(sin nombre)	Mockler 1989	Planificación de inversiones fabric. M1
(sin nombre)	Archer y Peer 1992	Exenciones present. formular. IRS. Varios
(sin nombre)	Wallingford/Sticklen1992	Planes para adquisición de capital. CSRL

SISTEMA	REFERENCIA PRINCIPAL	SUBDOMINIO. HERRAMIENTA
AAFINPLAN	Brown 1991	Planific. impuesto renta personal
ACCI	Roycroft 1984	Cierre de compañías. ADVISER
ADVISOR	Holsapple/Whinston 1987	Establecer cuota de ventas. GURU
ALIEN	Brown 1988	Imptº. sobre la renta personal
ASK DAN ABOUT YOUR TAXES	Brown 1988	Imptº. sobre la renta personal
BUSINESS ADVISOR: TAXATION-COT	Brown 1988	Cuest. espec. en imptos. corporativos
BUSINESS ADVISOR: TAXATION-PAYE	Brown 1988	Cuest. espec. en imptos. corporativos
BUSINESS ADVISOR: TAXATION-VAT	Brown 1988	Cuest. espec. en imptos. corporativos
CANADIAN TAX TOOL	Brown 1988	Impuesto sobre la renta personal
CAPITAL ESPERT SYSTEM	Brown 1988	Planific. financiera corporativa
CLINTE	Brown 1988	Planific. fiscalidad internacional
COBRA	Brown 1991	Comprobación cumplimiento fiscalidad
CORPORATE FEDERAL & STATE TAX PLANNING	Brown 1988	Planific. fiscal corporativa general
CORPORATE TAX ANALYSIS TOOL	Brown 1988	Planific. fiscal corporativa general
CORPTAX	Connell 1987	Reorganización social. BASIC
COTES	Brown et al. 1988c	Fiscalidad propiedad constructiva
DIRECTORS-TRANSACTIONS	Evens 1986	Préstamos a los directores. CRYSTAL
EXEMPTAX	Brown 1991	Comprobación cumplimiento fiscalidad
EXPATAX	Connell 1987	No residentes. APES
EXPATTAX	Daniels/Van de Horst 1989	Expatriac. pag. impts. en P. Baj. Xi Plus
EXPERTAX	Shpilberg et al. 1986	Planif. fiscal corpor. gener. LISP/Qshell
GOLDEN PARACHUTES	Brown 1991	Comprobación cumplimiento fiscalidad
INCOME TAX ISSUES OF PREFERRED SHARES	Brown 1991	Impuesto sobre la renta personal
INSURANCE EXPERTAX	Brown 1988	Planif. fisc. corporita especial ind.
INTERNATIONAL TAX ADVISORY SYSTEM	Brown 1991	Planificación fiscal internacional
INTERNATIONAL TAX PLANNING SYSTEM	Brown 1988	Fiscalidad internacional. KEE
INVESTOR	Baccouche 1987	Selección inversiones imponibles
IRS (15 SEs del Internal Revenue Service)	Brown y Strit 1988	15 sistemas expertos para las distintas etapas de la planificación del IRS
MANAGEMENT ADVISOR	Brown 1988	Planificación financiera corporativa
OILS & GAS EXPERTAX	Brown 1988	Planif. fisc. corporativa especial ind.
PANIC	Brown 1991	Comprobación cumplimiento fiscalidad
PAYE	Torsun 1986/Torsun 1991	Legislación fiscal renta en el RU. PROLOG
PDS	Brown 1988	Cuest. espec. en imptos. corporativos
PEAT/1040	Brown 1988	Impuesto sobre la renta personal. EXYS
PEAT/EXPATRIATE	Brown 1991	Impuesto sobre la renta personal

<sup>34</sup> Una ampliación sobre las características generales de este dominio y una descripción de alguno de estos sistemas puede verse, por ejemplo, en:

\* BROWN, CAROL E.: "Tax Expert Systems in Industry and Accounting". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 3, junio, 1988, pp. 9-16.

\* BROWN, CAROL E. y STREIT, IRVA KAY: "A Survey of Tax Expert Systems". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 2, marzo, 1988, pp. 6-12.

\* BROWN, CAROL E., BLACK, ROBERT, BUEHLER, STEVE y ROGERS, TED: "Artificial Intelligence: Application in Taxation". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 4, septiembre, 1988, pp. 3-10.

\* KARLINSKY, STEWART S. y O'LEARY, DANIEL E.: "Tax-Based Expert Systems: A First Principles Approach". Incluido en O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 163-184.

\* MCCARTHY, WILLIAM E. y OUTSLAY, EDMUND: "An Analysis of the Applicability of Artificial Intelligence Techniques to Problem-Solving in Taxation Domains". Accounting Horizons, vol. 3, junio, 1989, pp. 14-27.

\* PHILLIPS, M. E. y BROWN, C. E. (1993): "A Survey ...", op. cit., pp. 346-351.

SISTEMAS EXPERTOS EN EL DOMINIO DE LA FISCALIDAD (Continuación)

SISTEMA	REFERENCIA PRINCIPAL	SUBDOMINIO. HERRAMIENTA
PERSONAL FINANCIAL ANALYSIS	Brown 1991	Planif. impuesto renta personal
PREFERRED SHARES	Brown 1991	Comprobación cumplimiento fiscal
RIC CHECKLIST	Brown 1988	Planif. fisc. corporativa especial ind.
SECTION 302 (b)	Karlinski/O'Leary 1988	Sección 302 (b)(2) del IRC (EE.UU.).BASIC
SECTION 318 (a)	Karlinski/O'Leary 1988	Sección 318 (a) del IRC (EE.UU.). PROLOG
SECTION 367	Brown 1991	Comprobación cumplimiento fiscal
SEIT	Zaccagnini et al. 1992	Impuesto de circulación vehículos
SFAS96	Brown 1988	Cuest. espec. en imptos. corporativos
TA (TAX ADVISOR)	Connell 1987	Asesora sobre propiedad construct. PROLOG
TAXADVISOR	Michaelsen 1984	Planificación imptos. individual. EMYCIN
TAXCUT 1	Brown 1988 991	Ley impuesto renta
TAX EXEMPT ORGANIZATIONS	Brown 1988	Planif. fisc. corporativa especial ind.
TAXMAN	McCarty 1977	Reorganización social. LISP
TAXPERT	Black y Grudnitski 1991	Cubre varios códigos del IRC(EEUU).VP Info
TAX SOFTWARE	Brown 1988	Imptº. sobre la renta personal
UCR ADVISOR	Brown 1991	Comprobación cumplimiento fiscalidad
US TAX PLANNING & TAX PROVISION CHECK LIST	Brown 1991	Planificación fiscal corporativa
VAT	Brown 1988	Cuest. espec. en imptos. corporativos
VATIA	Tindall 1988	Asesora s/. legislación IVA. CRYSTAL
WORLD TAX PLANNER	Brown 1988	Planificación fiscal internacional

SISTEMAS EXPERTOS EN EL DOMINIO DE LA ENSEÑANZA DE LA CONTABILIDAD Y LA AUDITORÍA<sup>35</sup>

SISTEMA	AUTOR(ES) o REFERENCIA PRINCIPAL	SUBDOMINIO. HERRAMIENTA
ANSWERS	Blocher et al 1993	Revisión analítica en auditoría
(sin nombre)	Böer y Livnat 1990	Contabilidad arrendamientos
(sin nombre)	Booker et al. 1986	Opinión Nº. 21 del APB s/tasas interés
(sin nombre)	Dorr et al. 1988	Evaluación del control interno
(sin nombre)	Eining y Dorr 1991	Impacto de los SE en la adquis. conoc.
(sin nombre)	Hartherly/Frases 1988	Fusiones y adquisic. empresas s/SSAP 23
TAXPRO	Hye/Nar 1993	
(sin nombre)	King y McAulay 1991	Análisis desviaciones costes estándares
XPR	Michell 1988, 1993	Análisis control de gestión. PROLOG

<sup>35</sup> Cfr. SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Integración del ordenador y de la tecnología de la información en la enseñanza de la Contabilidad". Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, pp. 55-73. Publicado también en las revistas: Partida Doble, nº. 15, septiembre, 1991, pp. 64-71, y Técnica Contable, nº. 515, noviembre, 1991, pp. 625-634, 646.

### 1.3. Enfoques de investigación en el desarrollo de los sistemas expertos relacionados con la contabilidad.

Existen varios enfoques de investigación en el desarrollo de los sistemas expertos relacionados con la contabilidad.

Chandler establece dos enfoques en las investigaciones desarrolladas hasta la fecha sobre los sistemas expertos relacionados con la contabilidad:<sup>36</sup>

- 1º. El enfoque de los sistemas expertos basados en reglas.
- 2º. El enfoque de los sistemas expertos inductivos.

El enfoque de los sistemas expertos basados en reglas (ver Figura 1) se inicia a nivel universitario, en el campo relacionado con la fiscalidad, con los trabajos de McCarty [TAXMAN],<sup>37</sup> y Michaelsen [TAXADVISOR],<sup>38</sup> y continúa en el campo de la auditoría apoyado por el Programa "Oportunidades de Investigación en Auditoría" de Peat Marwick Foundation,<sup>39</sup> con los trabajos de Dungan y Chandler [AUDITOR],<sup>40</sup> y de Hansen y Messier [EDP-XPRT].<sup>41</sup> En todos

---

<sup>36</sup> Cfr. CHANDLER, JOHN S.: "Expert Systems in Auditing: Lessons from the 80's for the 90's". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

<sup>37</sup> Cfr. McCARTY, L. THORNE: "Reflections on Taxman: An Experiment in Artificial Intelligence and Legal Reasoning". Harvard Law Review, vol. 90, nº. 5, marzo, 1977, pp. 837-893.

<sup>38</sup> Cfr. MICHAELSEN, ROBERT H.: "An expert system for federal tax planning". Expert Systems, vol. 1, nº. 2, octubre, 1984, pp. 149-167.

<sup>39</sup> Cfr. PEAT MARWICK FOUNDATION RESEARCH OPPORTUNITIES IN AUDITING PROGRAM. Interim Report, 1987.

<sup>40</sup> Cfr.

\* DUNGAN, CHRISTOPHER WRIGH: "A Model of an Audit Judgement in the Form of an Expert System". Ph dissertation, Department of Accounting, University Illinois at Urb, Urbana, Illinois, 1983.

\* DUNGAN, CHRIS W. y CHANDLERS, JOHN S.: "Auditor: a microcomputer-based expert system to support auditors in the field". Expert Systems, vol. 2, nº. 4, octubre, 1985, pp. 210-221.

estos sistemas expertos la representación del conocimiento se realizó por medio de reglas de producción del tipo "Si-Entonces".

Al demostrarse la viabilidad de estos sistemas expertos, estos estudios de investigación dieron lugar a nuevas investigaciones, ampliándose el campo de trabajo. Las investigaciones a nivel académico se centraron en el análisis de los procesos de decisión. Son de destacar en esta línea los trabajos de Gal [INTERNAL-CONTROL-ANALYZER],<sup>42</sup> de Biggs y Selfridge [GC-X],<sup>43</sup> de Meservy, Bailey y Johnson [ARISC],<sup>44</sup> y de Steinbart [AUDITPLANNER],<sup>45</sup> todos ellos en el campo de la auditoría. Paralelamente, se empezaron a desarrollar por algunas de las grandes empresas de auditoría los primeros sistemas expertos comerciales, centrándose, principalmente, en la solución de problemas prácticos. Así, por ejemplo, Coopers & Lybrand abordó el tema de la planificación fiscal corporativa relacionada con la auditoría (Shpilberg et al. [EXPERTAX]),<sup>46</sup> mientras que Peat Marwick centró sus investigaciones en el área de la evaluación de

---

<sup>41</sup> Cfr.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A knowledge-based expert system for auditing advanced computer systems". *European Journal of Operational Research*, septiembre, 1986, pp. 371-379.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A Preliminary Investigation of EDP-XPRT". *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, vol. 6 nº. 1, otoño, 1986, pp. 109-123.

<sup>42</sup> Cfr. GAL, G.: "Using Auditor Knowledge to Formulate Data Model Constraints: An Expert System for Internal Control Evaluation". Unpublished Ph.D. Dissertation, Michigan State University, 1985.

<sup>43</sup> Cfr. BIGGS, S. F. y SELFRIDGE, M.: "GC-X: A Prototype Expert System for the Auditor's Going Concern Judgment". Working Paper, University of Connecticut, enero, 1986.

<sup>44</sup> Cfr. MESERVY, RAYMAN D., BAILEY, ANDREW D., Jr. y JOHNSON, PAUL E.: "Internal Control Evaluation: A Computational Model of the Review Process". *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, vol. 6, nº 1, otoño, 1986, pp. 44-74.

<sup>45</sup> Cfr. STEINBART, PAUL J.: "The Construction of a Rule-Based Expert System as a Method for Studying Materiality Judgments". *Accounting Review*, enero, 1987, pp. 97-116.

<sup>46</sup> Cfr.

\* SHPILBERG, DAVID et al. (1986): "ExperTAX: And ...", op. cit.

\* SHPILBERG, DAVID y GRAHAM, LYNFORD E. (1986): "Developing ExperTAX ...", op. cit.

los préstamos bancarios (Kelly, Willingham y Ribar [CFILE<sup>47</sup> / LOAN PROBE<sup>48</sup>]). Las diferencias entre la línea de investigación académica y la línea de investigación empresarial fueron muy importantes.

A raíz de las anteriores investigaciones surgieron tres nuevas líneas de investigación. La primera se centró en el desarrollo de nuevos sistemas comerciales por algunas de las más importantes empresas multinacionales de contabilidad de contabilidad y auditoría (e.g., Mui y McCarthy (1987) [-FSA]).<sup>49</sup> La segunda línea de investigación se realizó a nivel académico como una continuación de las investigaciones académicas anteriores, y en la cual se hizo un llamamiento al establecimiento de agendas de investigación en esta área. Son de destacar en esta línea los trabajos de Bailey et al,<sup>50</sup> que desarrollan un nuevo marco para estudiar el procesamiento humano de la información en auditoría integrado con las tecnologías de la IA, y los trabajos de Gal y Steinbart,<sup>51</sup> que sugirieron el uso de los sistemas expertos para mejorar los sistemas de información contable y para mejorar la toma de decisiones. Paralelamente a la línea anterior, surgió una tercera línea de investigación, también

---

<sup>47</sup> Cfr. KELLY, KIRK P., RIBAR, GARY S. y WILLINGHAM, JOHN J.: "Interim Report on the Development of an Expert System for the Auditor's Loan Loss Evaluation". Incluido en RAJENDRA P. SRIVASTAVA y N. ALLEN FORD [Eds.]: "Auditing Symposium VIII. Proceedings of the 1986 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems". School of Business, University of Kansas. Lawrence, Kansas, 1986, pp. 167-181.

<sup>48</sup> Cfr.

\* WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S. (1988): "Development of ...", op. cit.  
\* WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S. (1988): "Expert Systems ...", op. cit.

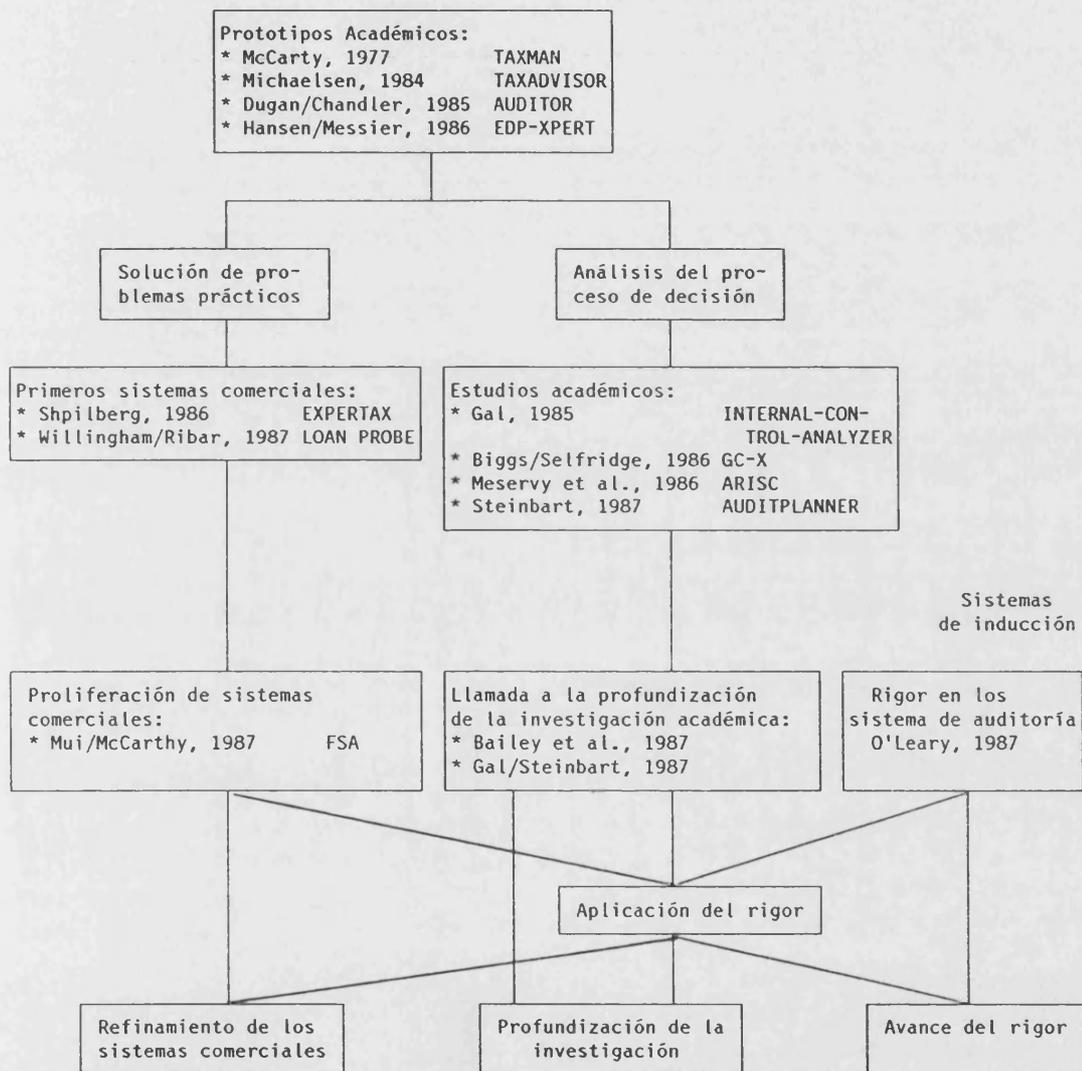
<sup>49</sup> Cfr. MUI, CHUNKA y MCCARTHY, WILLIAM E.: "FSA: Applying AI Techniques to the Familiarization Phase of Financial Decision Making". IEEE Expert, vol. 2, nº. 3, otoño, 1987, pp. 33-41.

<sup>50</sup> Cfr. BAILEY, ANDREW D., Jr., KACKENBRACK, KARL, DE, PRABUDDHA y DILLARD, JESSE: "Artificial Intelligence, Cognitive Science, And Computational Modeling In Auditing Research: A Research Approach". Journal of Information Systems, vol. 1, nº. 2, primavera, 1987, pp. 20-40.

<sup>51</sup> Cfr. GAL, GRAHAM y STEINBART, PAUL: "Artificial Intelligence and Research in Accounting Information Systems: Opportunities and Issues". Journal of Information Systems. otoño, 1987, pp. 54-62.

académica, encabezada por Daniel E. O'Leary,<sup>52</sup> que pretendía un mayor rigor en la construcción y validación de los sistemas expertos basados en reglas.

Figura 1. Enfoque de los sistemas expertos basados en reglas



Fuente: CHANDLER, JOHN S.: "Expert Systems in Auditing: Lessons from the 80's for the 90's". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

<sup>52</sup> Cfr. O'LEARY, DANIEL E.: "Validation of Expert Systems - With Applications to Auditing and Accounting Expert Systems". Decision Sciences, vol. 18, nº. 3, 1987, pp. 468-486.

El enfoque de los sistemas expertos inductivos (ver Figura 2) surgió, a raíz de las investigaciones académicas anteriores, como consecuencia del enorme esfuerzo que representaba la adquisición del conocimiento. Se empezaron a construir sistemas expertos basados en ejemplos que deducían las reglas por medio de un procedimiento inductivo. Los primeros prototipos, surgidos en el ámbito académico, fueron realizados por Braum y Chandler,<sup>53</sup> sobre predicción del comportamiento de la bolsa de valores, y por Messier y Hansen,<sup>54</sup> sobre predicción de la mora y de la quiebra de las empresas.

En este enfoque también aparecieron dos líneas de investigación, la práctica y la académica. La práctica se centró en la solución de los problemas prácticos y la académica en el análisis de los procesos de decisión. La línea práctica derivó en nuevos sistemas comerciales y la académica en nuevas líneas de investigación que profundizaron en el rigor científico. Son de destacar los trabajos realizados por Shaw y Gentry [LOAN ADVISOR/MARBLE],<sup>55</sup> sobre la evaluación de créditos.

---

<sup>53</sup> Cfr. BRAUN, HELMUT M. y CHANDLER, JOHN S.: "Predicting Stock Market Behavior Through Rule Induction: An Application of the Learning-from-example Approach". *Decisión Sciences*, vol. 18, nº 3, verano, 1987, pp. 415-429.

<sup>54</sup> Cfr. MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Inducing rules for Expert System development: An example using default and bankruptcy data". *Management Science*, nº. 12, diciembre, 1988, pp. 1403-1415.

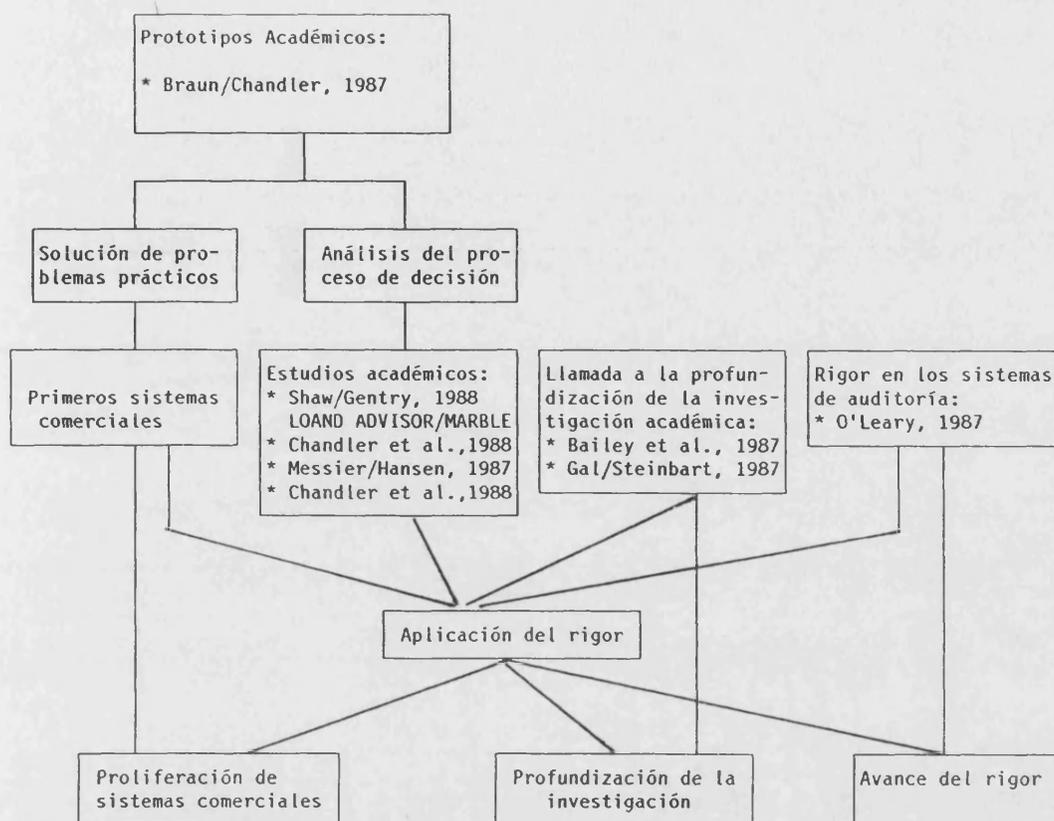
<sup>55</sup> Cfr.

\* SHAW, MICHAEL J. y GENTRY, JAMES A.: "Using an Expert System with Inductive Learning to Evaluate Business Loans". *Financial Management*, vol. 17, nº. 3, otoño, 1988, pp. 45-56

\* SHAW, MICHAEL J. y GENTRY, JAMES A.: "Using inductive learning for assessing firm's financial health". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

\* SHAW, MICHAEL J. y GENTRY, JAMES A.: "Inductive Learning For Risk Classification". *IEEE Expert*, vol. 5, nº. 1, febrero, 1990, pp. 47-53.

Figura 2. Enfoque de los sistemas expertos inductivos



Fuente: CHANDLER, JOHN S.: "Expert Systems in Auditing: Lessons from the 80's for the 90's". Includo en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

White<sup>56</sup> establece también otras dos enfoques de investigación, aun algo distintos a los anteriores. Estos enfoques son:

- 1º. La aproximación del "resultado final".
- 2º. La aproximación del "modelo cognoscitivo".

El enfoque del "resultado final" corresponde a los sistemas expertos probados en el área y desarrollados por

<sup>56</sup> Cfr. WHITE, CLINTON E., Jr.: "The Maturing of Expert Systems in Accounting and Auditing". Includo en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

los practicantes. Los sistemas expertos desarrollados bajo este enfoque se centran en resolver el problema correctamente, pero sin hacer caso de los procesos cognoscitivos utilizados por el experto. Esta es la orientación que siguieron los primeros sistemas expertos relacionados con la contabilidad, desarrollados por los académicos y practicantes que intentaron reconstruir el conocimiento de los expertos, normalmente auditores pertenecientes a importantes empresas de auditoría. Dentro de este enfoque de investigación se podrían citar, por ejemplo, los siguientes sistemas expertos: CFILE<sup>57</sup> /LOAND PROBE,<sup>58</sup> EXPERTAX<sup>59</sup>, FSA<sup>60</sup>.

El enfoque del "modelo cognoscitivo" se centra en la comprensión y modelización de los procesos cognoscitivos del razonamiento del experto a lo largo de las diversas fases de resolución de un problema o de la emisión de un juicio. Este enfoque está ejemplificado en unos cuantos sistemas expertos prototipos desarrollados académicamente; se podría citar, por ejemplo, los siguientes sistemas expertos: ARISC,<sup>61</sup> AUDITPLANNER,<sup>62</sup> AUDITOR,<sup>63</sup> GC-X;<sup>64</sup> otro ejemplo de este enfoque es la investigación realizada por Biggs et al. sobre los procesos de toma de decisiones de los auditores informá-

---

<sup>57</sup> Cfr. KELLY, KIRK P. et al. (1986): "Interim Report ...", op. cit.

<sup>58</sup> Cfr.

\* WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S. (1988): "Development of ...", op. cit.

\* WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S. (1988): "Expert Systems ...", op. cit.

<sup>59</sup> Cfr.

\* SHPILBERG, DAVID et al. (1986): "ExpertAX: And ...", op. cit.

\* SHPILBERG, DAVID y GRAHAM, LYNFORD E. (1986): "Developing ExpertAX ...", op. cit.

<sup>60</sup> Cfr. MUI, CHUNKA y MCCARTHY, WILLIAM E.: "FSA: Applying ...", op. cit.

<sup>61</sup> Cfr. MESERVY, RAYMAN D. et al. (1986): "Internal Control ...", op. cit.

<sup>62</sup> Cfr. STEINBART, PAUL J. (1987): "The Construction ...", op. cit.

<sup>63</sup> Cfr.

\* DUNGAN, CHRISTOPHER WRIGH (1983): "A Model ...", op. cit.

\* DUNGAN, CHRIS W. y CHANDLERS, JOHN S. (1985): "Auditor: a ...", op. cit.

<sup>64</sup> Cfr. BIGGS, S. F. y SELFRIDGE, M. (1986): "GC-X: A ...", op. cit.

ticos en la evaluación de los controles de los sistemas avanzados de proceso de datos electrónico.<sup>65</sup>

#### **1.4. Características generales de los sistemas expertos en contabilidad.**

Del análisis de los distintos ejemplos de sistemas expertos que hemos estudiado deducimos que, tal como indicamos en el epígrafe I-2.2, una de las características más importantes de los sistemas expertos es que tratan de solucionar problemas de dominios muy específicos, debido a las limitaciones tecnológicas del *hardware* y del *software*, y a las dificultades para incorporar el sentido común en la base de conocimiento del sistema. Incluso, dentro de un mismo dominio, la forma de tratar el problema y los aspectos que se intentan resolver con el sistema suelen ser distintos. Por lo tanto, debido a este hecho, la comparación entre los distintos sistemas que existen sólo puede referirse a aspectos parciales, tales como: el dominio, el área funcional, el tipo de tarea que realizan, la metodología utilizada en la adquisición del conocimiento, el método de representación del conocimiento, el razonamiento utilizado, las herramientas de desarrollo utilizada, etc. Veamos, a continuación, algunos de estos aspectos.

**El tipo de tarea que realizan.** Entre los distintos tipos de tareas en las que se pueden aplicar los sistemas expertos (i.e., interpretación, predicción, diagnóstico, diseño, planificación, control, etc.),<sup>66</sup> las tareas de diagnóstico son las más utilizadas en el campo de la

---

<sup>65</sup> Cfr. BIGGS, STANLEY F., MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "A Descriptive Analysis of Computer Audit Specialists' Decision-Making Behavior in Advanced Computer Environments". *Auditing: A Journal of Practice and Theory*, vol. 6, nº. 2, primavera, 1987, pp. 1-21.

<sup>66</sup> Cfr. HAYES-ROTH, FREDERICK et al. (1983): "An Overview ...", op. cit., pp. 13-16.

contabilidad, especialmente en los dominios de auditoría y fiscalidad.

Una característica importante del diagnóstico en las actividades empresariales, y especialmente en auditoría, es la semejanza con el diagnóstico médico. En la gestión de la empresa, al igual que en medicina, se trata de identificar los síntomas o datos observables con el fin de determinar el estado patológico del organismo estudiado; es decir, en el caso de la empresa sería el análisis de los estados financieros y la recomendación de una serie de soluciones para mejorar los puntos deficientes).<sup>67</sup> Igualmente, en auditoría también se realiza un diagnóstico de la contabilidad y de los estados financieros, con el fin de establecer un diagnóstico de la razonabilidad de la información contenida en los datos financieros y poder emitir una opinión sobre los mismos.<sup>68</sup> Ejemplos de sistemas expertos centrados en la solución de problemas de diagnóstico son el AUDITOR,<sup>69</sup> y EDP-XPERT<sup>70</sup> y el TAXADVISOR,<sup>71</sup>

**Adquisición del conocimiento.** La técnica más utilizada en contabilidad para adquirir el conocimiento de los expertos contables son los cuestionarios, las entrevistas y el análisis de protocolos verbales (ver epígrafe § I-4.2). También se han utilizado conchas de sistema experto, en las

---

<sup>67</sup> Cfr. OGER, BRIGITTE: "De l'analyste financier au système-expert: quelques réflexions sur la modélisation de l'expertise financière". Revue Française de Comptabilité, nº. 185, diciembre, 1987, p. 51.

<sup>68</sup> Cfr. ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J.: "Decision Support and Expert Systems in Auditing: A Review and Research Directions". Accounting and Business Research, primavera, 1987, pp. 173-185.

<sup>69</sup> Cfr.

\* DUNGAN, CHRISTOPHER WRIGH (1983): "A Model ...", op. cit.

\* DUNGAN, CHRIS W. y CHANDLERS, JOHN S. (1985): "Auditor: a ...", op. cit.

<sup>70</sup> Cfr.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr. (1986): "A knowledge-based ...", op. cit.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr. (1986): "A Preliminary ...", op. cit.

<sup>71</sup> Cfr. MICHAELSEN, ROBERT H. (1984): "An expert ...", op. cit.

que por medio de ejemplos se adquiere y refina el conocimiento del experto. Este enfoque lo utilizó Steinbart en la construcción del AUDITPLANNER.<sup>72</sup>

**Representación del conocimiento.** Las reglas de producción es la forma más utilizada para representar el conocimiento en los sistemas expertos de contabilidad y auditoría. La razón principal de que se hayan utilizado más las reglas de producción que otros métodos se debe a que el conocimiento contable y de auditoría adopta la forma de reglas. Ejemplos de sistemas expertos que utilizan las reglas de producción para representar el conocimiento son: el AUDITOR,<sup>73</sup> y el EDP-XPART,<sup>74</sup> el TAXADVISOR<sup>75</sup> y el AUDITPLANNER.<sup>76</sup>

Las redes semánticas se han utilizado muy poco para representar el conocimiento en los sistemas expertos de contabilidad y finanzas. Sin embargo, también existen algunos sistemas que han utilizado esta técnica para representar el conocimiento. Los ejemplos más significativos son: el TAXMAN<sup>77</sup> y AUDITOR'S ASSISTANT.<sup>78</sup>

---

<sup>72</sup> Cfr. STEINBART, PAUL J. (1987): "The Construction ...", op. cit.

<sup>73</sup> Cfr.

\* DUNGAN, CHRISTOPHER WRIGH (1983): "A Model ...", op. cit.

\* DUNGAN, CHRIS W. y CHANDLERS, JOHN S. (1985): "Auditor: a ...", op. cit.

<sup>74</sup> Cfr.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr. (1986): "A knowledge-based ...", op. cit.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr. (1986): "A Preliminary ...", op. cit.

<sup>75</sup> Cfr. MICHAELSEN, ROBERT H. (1984): "An expert ...", op. cit.

<sup>76</sup> Cfr. STEINBART, PAUL J. (1987): "The Construction ...", op. cit.

<sup>77</sup> Cfr. McCARTY, L. THORNE (1977): "Reflections on ...", op. cit.

<sup>78</sup> Cfr. SHAFER, GLENN, SHENOY, PRAKASH P. y SRIVASTAVA, RAJENDRA P.: "AUDITOR'S ASSISTANT: A Knowledge Engineering Tool For Audit Decision. Incluido en SRIVASTAVA, RAJENDRA P. y REBELE, JAMES E. [Eds.]: "Auditing Symposium IX. Proceedings of the 1988 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems. 19-20 May 1988". Division of Accounting, School Business, University of Kansas, Lawrence, Kansas, 1988.

La representación del conocimiento en forma de marcos (*frames*) ha sido muy poco utilizada en los sistemas expertos de contabilidad tradicionales. Sin embargo, en las investigaciones actuales ya se empiezan a construir algunos sistemas expertos utilizando este método como forma de representación del conocimiento. El ejemplo más significativo de sistemas expertos en contabilidad que han utilizado los *frames* para representar el conocimiento es el EXPERTAX.<sup>79</sup>

Keller et al.<sup>80</sup> también presenta unos ejemplos elementales de representación del conocimiento contable y de auditoría por medio de *frames*.

McCarthy y Rockwell<sup>81</sup> están utilizando los marcos (*frames*) para representar el conocimiento en un sistema basado en el conocimiento que ayuda en las decisiones de compra. El sistema se denomina REAL (REA Logistics systems).

McCarthy y Rockwell<sup>82</sup> también han utilizado las *frames* en el sistema REACH, un sistema experto de la segunda generación, que integra distintos tipos de conocimientos (heurísticos y no heurísticos). Es una herramienta automatizada de ingeniería del conocimiento, basada en la tecnología CASE (Computer-Aided Software Engineering). Este sistema ayuda al analista de bases de datos contables en las fases de diseño conceptual.

---

<sup>79</sup> Cfr.

\* SHPILBERG, DAVID et al. (1986): "ExpertAX: And ...", op. cit.

\* SHPILBERG, DAVID y GRAHAM, LYNFORD E. (1986): "Developing ExpertAX ...", op. cit.

<sup>80</sup> Cfr. KELLER, CARL E., Jr. et al. (1990): "What Can ...", op. cit., pp. 16-17.

<sup>81</sup> Cfr. MCCARTHY, WILLIAM E. y ROCKWELL, STEPHEN R.: "Database Instantiation of Transaction Templates in an Expert System". Working paper, Michigan State University, 1989.

<sup>82</sup> Cfr. MCCARTHY, WILLIAM E. y ROCKWELL, STEPHEN R.: "The Integrated Use of First-Order Theories, Reconstructive Expertise, and Implementation Heuristics in an Accounting Information System Design Tool". Working paper, Michigan State University, 1989.

**Herramienta utilizada en su desarrollo.** Sobre la herramienta de desarrollo utilizada para construir los sistemas expertos puede consultarse el Anexo B2, donde se hace un comentario de algunas de las principales herramientas que existen en el mercado y donde se citan algunos de los sistemas expertos de contabilidad que se han construido con ellas.

## CAPITULO 2. SISTEMAS EXPERTOS EN AUDITORÍA.

### 2.1. Aumento creciente del interés por los sistemas expertos en auditoría.

Desde mediados de los ochenta existe un creciente interés por el desarrollo de los sistemas expertos en el campo de la auditoría, tanto por los investigadores académicos de la contabilidad en las universidades como por las grandes empresas multinacionales de contabilidad y auditoría. Los trabajos publicados sobre el tema se han centrado principalmente en tres grandes subcampos de la auditoría:

#### 1. Auditoría externa,<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> En el campo de la auditoría financiera, pueden verse, por ejemplo, los siguientes trabajos:

- \* BICKERSTAFF, MOLLIE: "Expert Systems for the Auditor". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.
- \* CUMMINGS, BARBARA K. y APOSTOLOU, NICHOLAS G.: "Expert Systems in Auditing: An Emerging Technology", Internal Auditing, vol. 3, otoño, 1987, pp. 3-10.
- \* CHANDLER, JOHN S.: "Expert Systems in Auditing: Lessons from the 80's for the 90's". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.
- \* CHU, GRACE T.: "Expert Systems in Computer Based Auditing". The EDP Auditor Journal, vol. 1, 1989, pp. 25-33.
- \* DESKIN, JANE y VERMEER, JACQUES M.: "Building Expert Systems for Auditors: Unpaved Road to Promising Horizons". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.
- \* DILLAR, JESSE F.: "Discussant's Comments on: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984.
- \* FORD, JOHN C.: "Expert systems in auditing". Edpacs, diciembre, 1988, pp. 4-9.
- \* FORD, JOHN C.: "Expert systems in auditing". Expert Systems: Planning/Implementation/Integration, vol. 1, primavera, 1989, pp. 49-54.
- \* HARTMAN, WIM: "Expert Systems; Impact on the Auditing Profession". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.
- \* ISKANDAR, MAI y McMANN, PAUL: "Expert Systems in Auditing: Advantages and Applications". The EDP Auditor Journal, vol. 4, 1989, pp. 41-51.
- \* JACOB, VARGUESE S. y BAILEY, ANDREW D. Jr.: "A decision process approach to expert systems in auditing". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- \* MCCARTHY, WILLIAM E., DENNA, ERIC, GAL, GRAHAM y ROCKWELL, STEPHEN R.: "Expert Systems and AI-based Decision Support in Auditing: Progress and Perspectives". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol 1, nº. 1, enero, 1992, pp. 53-63.
- \* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984.
- \* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Auditing: The State of the Art". Auditing: A Journal of Practice & Theory, otoño, 1987, pp. 94-105.
- \* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Review of Expert Systems in Auditing". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol 2, núms. 1 y 2, primavera-verano, 1989, pp. 7-11.

2. Auditoría interna<sup>2</sup> y
3. Auditoría informática.<sup>3</sup>

Existe también otro área de la auditoría, la auditoría gubernamental o del sector público, que, aunque hasta la fecha se han desarrollado muy pocos sistemas expertos, sin embargo, es un campo potencial muy interesante.<sup>4</sup>

A nivel institucional el interés sobre el tema también ha sido muy importante. Así, por ejemplo, en EE.UU., el American Institute of Certified Public Accountants (AICPA)

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Expert Systems in Auditing". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993, pp. 215-220.

\* SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Sistemas expertos en auditoría". Actas del V Encuentro de Profesores Universitarios de Contabilidad. Sevilla, 27-29 de mayo de 1993. Publicado también en la revista Técnica Contable, núms. 536-537, agosto-septiembre, 1993, pp. 529-544 y 560.

\* SRIRAM, RAM S. y SRINIVASAN, S.: "Review of knowledge-based systems and auditing", Journal of Accounting and EDP, vol. 5, otoño, 1989, pp. 9-13.

\* van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A.: "Expert Systems in Auditing". Macmillan Publishers, Globe Book Services, London, 1990.

\* WRIGHT, WILLIAM F.: "Discussant's Comments on: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984.

<sup>2</sup> En el campo de la auditoría interna, pueden verse, por ejemplo, los siguientes trabajos:

\* BROWN, CAROL E. y PHILLIPS, MARY ELLEN: "Expert Systems for Internal Auditing". Internal Auditor, vol. 48, nº. 4, agosto, 1991, pp. 23-28.

\* CUMMINGS, WILLIAM, LAUER, JOACHIM y BAKER, RICHARD: "Expert Systems in Internal Auditing". Internal Auditing, verano, 1988, pp. 49-64.

\* FLESHER, DALE L. y MARTIN, CINDY: "Artificial Intelligence". Internal Auditor, febrero, 1987, pp. 32-6.

\* MOELLER, ROBERT R.: "Artificial Intelligence: A Primer. (IIA Monograph Series)". The Institute of Internal Auditors, Research Foundation, Altamonte Springs, Florida, 1987.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1989): "Review of ...", op. cit., pp. 13-15.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1993): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 223-225.

<sup>3</sup> En el campo de la auditoría informática, pueden verse, por ejemplo, los siguientes trabajos:

\* CHU, GRACE T.: "Expert Systems in Computer Based Auditing". The EDP Auditor Journal, vol. 1, 1989, p. 30.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "Expert Systems for Decision Support in EDP Auditing". International Journal of Computer and Information Sciences, vol. 11 nº. 5, 1982, pp. 357-379.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A knowledge-based expert system for auditing advanced computer systems". European Journal of Operational Research, septiembre, 1986, pp. 371-379.

\* MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1984): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 189-196.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1989): "Review of ...", op. cit., pp. 5-7.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1993): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 213-215.

<sup>4</sup> En el campo de la auditoría gubernamental o del sector público, pueden verse, por ejemplo, los siguientes trabajos:

\* ESCOBAR PÉREZ, BERNABÉ: "La aplicabilidad de los sistemas expertos en el ámbito de la contabilidad pública". Comunicación presentada en el V Encuentro de Profesores Universitarios de Contabilidad. Sevilla, 27-29 de mayo de 1993.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1989): "Review of ...", op. cit., pp. 11-13.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1993): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 220-223.

ha creado un Comité de Investigación específico para estudiar y analizar el impacto de la inteligencia artificial y de las nuevas tecnologías de la información en la profesión contable.<sup>5</sup> El **Institute of Internal Auditors (IIA)** también ha publicado una monografía divulgativa sobre el tema.<sup>6</sup> En Gran Bretaña, el **Institute of Chartered Accountants in England and Wales (ICAEW)** también ha reconocido la importancia de los sistemas expertos para la profesión contable y ha concedido una beca de investigación al Departamento de Contabilidad y Ciencias de la Gestión de la Universidad de Southampton para que estudie las aplicaciones de los sistemas expertos en contabilidad y auditoría, y para que informe a los miembros del ICAEW sobre esta nueva tecnología y sobre cómo puede ser aplicada en el contexto contable.<sup>7</sup>

También se están organizando muchos congresos, encuentros y seminarios sobre "sistemas expertos y contabilidad" por las instituciones y empresas de contabilidad y auditoría. Así, por ejemplo, el **Instituto Holandés de Expertos Contables (NIVRA)** organizó en 1988, en Amsterdam, Holanda, una **Conferencia Internacional sobre "El uso de los sistemas expertos por los contables y auditores"**.<sup>8</sup> Otros

---

<sup>5</sup> Cfr.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)-EDP TECHNOLOGY RESEARCH SUBCOMMITTEE: "An Introduction to Artificial Intelligence and Expert Systems". AICPA-M.A.S.S.R., New York, 1987.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)-EDP TECHNOLOGY RESEARCH SUBCOMMITTEE: "Expert systems for accountants: has their time come?". Journal of Accountancy, diciembre, 1987, pp. 117, 120-5.

<sup>6</sup> Cfr. MOELLER, ROBERT R.: "Artificial Intelligence: A Primer. (IIA Monograph Series)". The Institute of Internal Auditors, Research Foundation, Altamonte Springs, Florida, 1987.

<sup>7</sup> Cfr.

\* CONNELL, N. A. D.: "Expert Systems in Accounting: A Review of Some Recent Applications". Accounting and Business Research, nº. 67, invierno, 1987, p. 224.

\* EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989, p. xiii y prólogo.

<sup>8</sup> Cfr.

\* NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): Actas del "International Conference 'Using Expert Systems by Accountants/Auditors'". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988, Holanda.

\* REVUE FRANÇAISE DE COMPTABILITÉ: "NIVRA: Les systemes experts pour l'audit", nº. 196,

ejemplos interesantes son los protagonizados por Touche Ross/Universidad de Kansas<sup>9</sup> y por los Profesores de Arthur Young,<sup>10</sup> que periódicamente organizan simposios y reuniones con el fin de tratar problemas actuales de contabilidad y auditoría, entre los cuales figura el tema de la inteligencia artificial y los sistemas expertos. Las universidades también han organizado conferencias, simposios y seminarios sobre la aplicación de los sistemas expertos en contabilidad, auditoría y finanzas. En este sentido, son de destacar los simposios que organiza periódicamente la Universidad de California del Sur sobre el tema de los sistemas expertos y la auditoría,<sup>11</sup> y, también, el "III Simposio Internacional sobre Sistemas Expertos en los Negocios, Finanzas y Contabilidad", en 1990, que reunió a investigadores académicos representantes de más de 40 universidades y de 40 compañías de EE.UU., Canadá, Inglaterra, Australia, Noruega, Finlan-

---

diciembre, 1988, p. 27.

<sup>9</sup> Cfr.

\* SRIVASTAVA, RAJENDRA P. y FORD, N. ALLEN: "Auditing Symposium VIII. Proceedings of the 1986 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems". School Business, University of Kansas, Lawrence, Kansas, 1986.

\* SRIVASTAVA, RAJENDRA P. y REBELE, JAMES E. [Eds.]: "Auditing Symposium IX. Proceedings of the 1988 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems. 19-20 May 1988". Division of Accounting, School Business, University of Kansas, Lawrence, Kansas, 1988.

<sup>10</sup> Cfr.

\* BAILEY, ANDREW D., Jr.: "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988.

\* AMER, TAREK y NELSON, MARK: "Eleventh Arthur Young Professors' Roundtable: Overview and Summary". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 9-20.

\* GAMBINO, ANTHONY J.: "Arthur Young Professors' Roundtable on preparing the future auditor". Journal of Accountancy, febrero, 1988, pp. 24, 27, 122.

<sup>11</sup> Cfr.

\* USC: "Proceedings of the USC Symposium on Expert Systems and Audit Judgment Research". University of Southern California, 1984.

\* USC: "Proceedings of the USC Symposium on Expert Systems and Audit Judgment". University of Southern California, 1986.

\* USC: "Proceedings of the USC Symposium on Expert Systems in Business, Finance, and Accounting". The University of Southern California, 1988.

Citados por:

\* SHPILBERG, DAVID, GRAHAM, LYNFORD E. y SCHATZ, HARRY: "ExperTAX: An Expert System for Corporate Tax Planning". Expert Systems, vol. 3, nº. 3, julio, 1986, p. 136.

\* SHPILBERG, DAVID y GRAHAM, LYNFORD E.: "Developing ExperTAX: An Expert System for Corporate Tax Accrual and Planning". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 6, nº 1, otoño, 1986, p. 75.

dia, Japón y Corea del Sur.<sup>12</sup>

Otra muestra del aumento del interés por los sistemas expertos en contabilidad y auditoría es el hecho de que las **6 Grandes empresas multinacionales de contabilidad y auditoría** (i.e., Arthur Andersen & Co., Coopers & Lybrand, Deloitte & Touché,<sup>13</sup> Ernst & Young,<sup>14</sup> KPMG Peat Marwick, y Price Waterhouse) —antes **8 Grandes**— hayan apostado fuerte por esta nueva tecnología,<sup>15</sup> bien desarrollando sistemas expertos para utilizarlos internamente o para ofrecerlos a sus clientes, bien apoyando investigaciones de este tipo en las diversas áreas de la auditoría (e.g., el Programa "Oportunidades de Investigación en Auditoría" de Peat Marwick Foundation<sup>16</sup>) o simplemente interesándose por la aplicación de los sistemas expertos en sectores específi-

---

<sup>12</sup> Cfr. BROWN, CAROL E.: "Conference Report: The Third International Symposium on Expert Systems in Business, Finance and Accounting". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 1, nº. 2, mayo, 1992, pp. 147-151.

<sup>13</sup> Deloitte & Touche sale de la fusión de Deloitte Haskins & Sells y Touche Ross & Co.

<sup>14</sup> Ernst & Young sale de la fusión de Ernst & Whiney y Arthur Young & Co.

<sup>15</sup> Cfr.

\* ARTHUR YOUNG PROFESSORS' ROUNDTABLE, 11TH, COLUMBUS, OHIO, 1987: "Auditor Productivity in the Year 2000". Reston, VA, 1988.

\* DELOITTE HASKINS+SELLS. MANAGEMENT CONSULTANCY DIVISION: "Profiting from Expert Systems". Deloitte Haskins+Sells, London.

\* FINK, CARL.: "Knowledge-based systems for financial executives". Financial Executives Research Foundation, Morristown, N.J., 1991.

Deloitte Haskins & Sells ha creado la División de Consultoría de Gestión para ayudar a sus clientes. El Grupo de la Tecnología de la Información de esta División ha producido una Guía para introducir a los hombres de negocios en los SE. Véase:

\* CLARKE, GORDON R. y MORRIS, ANDREW J.: "Expert Systems. A businessman's guide". Deloitte Haskins+Sells, England, 1986.

\* RIBAR, GARY S.: "Expert Systems Technology at Peat Marwick Main". *Expert Systems Review for Business and Accounting*, vol. 1, nº 1, septiembre-octubre, 1987, pp. 1 y 5.

\* WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S.: "Expert Systems Technology at KPMG". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

\* BICKERSTAFF, MOLLIE: "Expert Systems for the Auditor". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

\* INCE, DARREL: "Knowledge is power". *Accountancy*, junio, 1988, pp. 136-138.

<sup>16</sup> Cfr. PEAT MARWICK FOUNDATION RESEARCH OPPORTUNITIES IN AUDITING PROGRAM. Interim Report, 1987.

cos (e.g., Coopers & Lybrand en el sector seguros).<sup>17</sup> Una muestra de algunos de estos sistemas puede verse en el siguiente cuadro.

Sistemas expertos desarrollados por las 6 grandes empresas multinacionales de la auditoría

EMPRESA DE AUDITORÍA/ NOMBRE DEL SISTEMA	AUTORES o REFERENCIA PRINCIPAL	DOMINIO	SUBDOMINIO (ÁREA FUNCIONAL)
<b>Arthur Andersen &amp; Co.</b> AAFINPLAN EASY ELOISE FEAP (Front End Analysis and Planning) FINANCIAL DISCLOSURES FSA LRT MLA (Mortgage Loan Analyzer) PERSONAL FINANCIAL PLANNING SYSTEM RICE	Brown 1991 Brown 1991 O'Leary 1987b  van Dijk/Williams Brown 1991 Mui y McCarthy 1987 White 1988  White 1988  Brown 1988 Wilson 1988	Fiscalidad Auditoría Cont. fin.  Auditoría Auditoría Cont. fin. Auditoría  Plan. fin.  Plan. fin. Auditoría	Planificación impuesto de la renta Desarrollo del programa de auditoría Analiza los estados notariales  Planificación auditoría Cumplimiento de las revelaciones Análisis de estados financieros Formación reserva pérdida prést. banc.  Análisis de los préstamos bancarios  Planificación financiera personal Análisis riesgo planif. de la audit.
<b>Coopers &amp; Lybrand</b> ASHELL CLINTE CONTROL RISK ASSESSOR EXEMPTAX EXPATTAX EXPERTAX EXPERTEST INSURANCE EXPERTAX OIL & GAS EXPERTAX RISK ADVISOR SAMBLE SIZER STATUTORY ACCOUNTS CHECKER TAX EXEMPT ORGANIZATIONS TAREX	O'Leary/Watkins 1989 Brown 1988 Bickerstaff 1988 Brown 1991 Daniels/van der Hors Spilberg y Graham Bickerstaff 1988 Brown 1988 Brown 1988 Graham et al. 1991 Bickerstaff 1988  Brown 1991  Brown 1988 Friedman et al. 1991	Audit. int. Fiscalidad Auditoría Fiscalidad Fiscalidad Auditoría Fiscalidad Fiscalidad Auditoría Auditoría  Auditoría  Fiscalidad Seguros	Cubre todo el proceso de audit. inter. Planificación fiscal internacional Evaluación del control interno Comprobación de cumplimiento Expatriación de los contrib. P. Bajos Impuesto acumulado y planif. fiscal Pruebas sustantivas de auditoría Planif. fiscal corpor. espec. indust. Planif. fiscal corpor. espec. indust. Identificación de los riesgos auditor. Prepara el tamaño de la muestra  Cumplimiento de revelaciones  Planif. fiscal corpor. espec. indust. Riesgo financiero y médico empr. seg.
<b>Deloitte &amp; Touche</b> AUDIT PLANNING ADVISOR AUDITPLANNER AUDITPLUS CHECKGAAP FAS 96 FR SCORE INTERNAL CONTROL EXPERT THE RISK ADVISER WORLD TAX PLANNER	Brown 1991 Steinbart 1987 Garsombke/Parker 1987 Connell 1987 Brown 1991 Vinze et al. 1991  Brown 1991 Landy 1988 Brown 1988	Auditoría Auditoría Auditoría Auditoría Auditoría Auditoría  Auditoría Auditoría Fiscalidad	Desarrollo del programa de auditoría Emisión de los juicios materialidad Ayuda en todo el proceso de auditoría Cumplimiento de la legisl. mercantil Impuesto acumulado e impt. diferidos. Evaluación del riesgo de auditoría  Control interno Riesgo de cambio de propiedad Optimización fiscal internacional

<sup>17</sup> Cooper & Lybrand están haciendo sondeos de la utilización de los SE en la industria del seguro. En este sentido, véase por ejemplo:

\* COOPERS & LYBRAND: "Expert systems in the insurance industry: executive summary of a survey report". New York, 1986.

\* COOPERS & LYBRAND. MANAGEMENT CONSULTING SERVICES ADVANCED TECHNOLOGY GROUP: "Expert Systems in the Insurance Industry: 1990 Survey Report". Coopers & Lybrand, 1990.

\* WRIGHT, GEORGE y ROWE, GENE: "Expert Systems in the UK Life Insurance Industry: Current Status and Future Trends". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 2, nº. 2, abril, 1993, pp. 113 y 126.

Sistemas expertos desarrollados por las 6 grandes empresas multinacionales de la auditoría (cont.)

EMPRESA DE AUDITORÍA/ NOMBRE DEL SISTEMA	AUTORES o REFERENCIA PRINCIPAL	DOMINIO	SUBDOMINIO (ÁREA FUNCIONAL)
<b>Ernst &amp; Young</b> ANSWERS CCR/36 ADVISOR (EY/DECISION SUPPORT y DECISION SYSTEM DIRECTORS-TRANSACTIONS FLOW EVAL ICES PANIC VATIA	Flesher/Martin 1987 Brown 1991 Cummings et al.1988 Broderick 1988 Evens 1986 Brown 1991 Cummings/Apostolous Brown 1991 Tindall/Sussking1988	Auditoría Aud. inform Auditoría Auditoría Fiscalidad Auditoría Auditoría Auditoría Fiscalidad	Identificación áreas conciern. audit. Evaluación controles entorno S/36 IBM Planificación de la auditoría Planificación de la auditoría Préstamos a los directores Evaluación control interno Control internos Cuestiones especiales Legislación del IVA en Gran Bretaña
<b>Peat Marwick Main &amp; Co.</b> ALIEN AUDITOR AUDITOR'S ASSISTANT CFILE/LOAN PROBE CORPORATE TAX ANALYSIS EDP-XPERT ICE INHERENT RISK ANALYSIS IRE (INHERENT RISK EVALUATOR) PEAT/ESPATRIATE PEAT/1040 SFAS 80 SFAS 91 TICOM	Brown 1988 Dungan/Chandler 1985 Shafer et al. 1988 Kelly et al. 1986 Tool/Brown 1988 Hansen/Messier 1986 Kelly 1984 Brown 1991  Peters 1992 Brown 1991 Brown 1988 Brown 1991 Brown 1991 Bailey et al. 1985	Fiscalidad Auditoría Auditoría Auditoría Fiscalidad Auditoría Auditoría Auditoría  Auditoría Fiscalidad Fiscalidad Aud.-Fisc. Aud.-Fisc. Auditoría	Impuesto de la renta personal Evaluación provisión para insolvencias Toma de decisiones de auditoría Evaluación reservas préstamos bancar. Planificación fiscal corporativa Evaluac. controles sistemas informát. Control interno y planific. auditoría Evaluac. control interno y riesgo aud.  Evaluación del riesgo inherente Cuestiones especiales Impuesto de la renta personal Cuest. espec. fiscal. corp. SFAS #80 Cuest. espec. fiscal. corp. SFAS #91 Modelización y eval. control interno
<b>Price Waterhouse</b> APEX 2 AS/400 EXPERT CANADIAN TAX TOOL COBRA COMPAS GOLDEN PARACHUTES INTERNATIONAL TAX ADVISORY SYSTEM INTERNATIONAL TAX PLANNING SYSTEM PDS PERSONAL FINANCIAL ANALYSIS PERSONAL FINANCIAL STRATEGIES PLANET PREFERRED SHARED RIC CHECKLIST RISC ASSESSMENT SECTION 367 SYSTEMATIC US TAX PLANNING	Vinze et al. 1991 Murphy y Brown 1992 Brown 1988 Brown 1991 Brown 1991 Brown 1991  Brown 1991  Brown 1988 Brown 1988  Phillips et al. 1990  Brown 1988 Vinze et al. 1991 Brown 1991 Brown 1988 Brown 1991 Brown 1991 Brown 1991 Brown 1991	Auditoría Aud. inform Fiscalidad Aud.-Fisc. Auditoría Fiscalidad  Fiscalidad Fiscalidad Fiscalidad  Plan. fin.  Plan. fin. Auditoría Fiscalidad Fiscalidad Auditoría Fiscalidad Aud. inform Aud.-Fisc.	Selección de proced. de auditoría Evaluac. controles entorno AS/400 IBM Impuesto renta personal Cuest. espec. auditoría fiscal Desarrollo del programa de auditoría Cuest. espec. auditoría fiscal  Planificación fiscal internacional Planificación fiscal internacional Cuest. espec. fiscal. corp. SFAS # 96  Planificación financiera personal  Planificación financiera personal Evaluación del riesgo inherente Cuestiones especiales s/ fiscalidad Planificación fiscal corpor. especif. Evaluación del riesgo de auditoría Cuestiones especiales s/ fiscalidad Evaluación controles sistemas inform. Impuesto acumulado - impto. diferido

Las razones principales del atractivo de los sistemas expertos en el campo de la auditoría se deben a los siguientes motivos:<sup>18</sup>

- 1ª. El entorno de la auditoría cada vez resulta más complejo.
- 2ª. Los cambios en las Normas de Ética Profesional llevan a una mayor competición entre las empresas, resultando, como consecuencia de ello, unos honorarios de auditoría más bajos, lo cual ha llevado a las empresas a buscar tecnologías de auditoría más eficientes.
- 3ª. Hay un deseo por parte de los profesionales de la contabilidad de mejorar el consejo de los juicios de su personal dentro de la empresa.
- 4ª. Desde la perspectiva de la investigación, la metodología de los sistemas expertos proporcionan una herramienta muy útil para estudiar los procesos de decisión del auditor.
- 5ª. La pericia de los auditores son el producto más valioso de una empresa de auditoría y por este motivo es objeto de modelización.<sup>19</sup>

## 2.2. Características generales de la auditoría.

Como es obvio, no vamos a entrar en el análisis de los conceptos, características, objetivos, etc. de la auditoría,<sup>20</sup> pues la materia de estudio de este trabajo no es la

---

<sup>18</sup> Cfr. MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 94-95.

<sup>19</sup> Cfr. CONNELL, N. A. D. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., p. 225.

<sup>20</sup> Una ampliación sobre los fundamentos y características generales de la Auditoría puede verse, por ejemplo, en:

\* ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA: "La Auditoría contable". Incluido en SÁNCHEZ FERNÁNDEZ DE VALDERRAMA, JOSÉ LUIS: "Introducción a los conceptos de contabilidad superior". Ariel Economía. Barcelona, 1990, pp. 241-271.

\* ÁLVAREZ LÓPEZ, JOSÉ: "Auditoría Contable". 2ª edición. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. 1991.

auditoría sino los sistemas expertos en auditoría, pero sí estimamos conveniente dar unas ideas muy generales sobre aquellos aspectos de la auditoría que tienen relación con la aplicación de los sistemas expertos en este campo, dedicando una atención especial al proceso de la auditoría, ya que el mismo nos va a servir como una forma de clasificación de los sistemas expertos en auditoría.

### 2.2.1. Definición de auditoría.

Aunque, en general, todas las definiciones que se han formulado sobre el concepto de auditoría se centran en la idea de revisión y evaluación de los estados financieros de una entidad; sin embargo, han existido definiciones muy diversas de dicho concepto a lo largo de la historia. Así, por ejemplo, para Arens y Loebbeche:

"la auditoría es el proceso por el cual una persona competente e independiente acumula y evalúa evidencia sobre la información cuantificable relacionada con una entidad económica específica, con el propósito de determinar e informar sobre el grado de correspondencia existente entre la información cuantificable y los

---

\* ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K.: "Auditing. An Integrated Approach". Fourth edition. Prentice-Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey, 1988.

\* CAÑIBANO CALVO, LEANDRO, ARRAEZ GARCÍA, ALEJANDRO, CEA GARCÍA, JOSÉ LUIS, NOBLEJAS SÁNCHEZ-MIGALLON, ANTONIO, RODRÍGUEZ FIGUEROA, WALTER, SÁENZ DE MIERA, JOSÉ LUIS y TEJEIRO CASTANEDO, NICASIO: "Curso de Auditoría Contable". 2 tomos. Ediciones ICE. Madrid. 1983.

\* CASALS CREUS, RAMÓN, GASSO VILAFRANCA, JOSÉ M. y SORIA SENDRA, CARLOS: "Fundamentos de auditoría". Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid. 1992.

\* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M.: "Auditoría". Interamericana. México. 1987.

\* COOPERS & LYBRAND: "Manual de Auditoría". Ediciones Deusto. Bilbao, 1984.

\* INSTITUTO DE CENSORES JURADOS DE CUENTAS DE ESPAÑA: "Manual de Auditoría". Madrid.

\* LÓPEZ ALDEA, JAVIER: "Fundamentos básicos de auditoría de cuentas". Vol. 1. True and Fair. Zaragoza, 1992.

\* MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO: "Auditoría Empresarial". 2ª edición. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. 1989.

\* MONTESINOS JULVE, VICENTE (Ed.): "La Auditoría en España. Situación actual y perspectivas". Universitat de València. 1991.

\* PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL: "Manual de Auditoría y Cuentas Anuales". Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid, 1991.

\* REGISTRO DE ECONOMISTAS AUDITORES (REA): "Auditoría. Inventario de objetivos y procedimientos".

\* ROCAFORT NICOLAU, ALFREDO: "Auditoría de cuentas". Hispano Europea. Barcelona, 1983.

\* URÍAS VALIENTE, JESÚS: "Auditoría Financiera". Tebar Flores. Madrid, 1987.

criterios establecidos".<sup>21</sup>

Desde un punto de vista académico, la **American Accounting Association (AAA)**, por ejemplo, ha dado la siguiente definición de auditoría:

"La auditoría es un proceso sistemático para obtener y evaluar de manera objetiva las evidencias relacionadas con informes sobre actividades económicas y otros acontecimientos relacionados. El fin del proceso consiste en determinar el grado de correspondencia del contenido informativo con las evidencias que le dieron origen, así como determinar si dichos informes se han elaborado observando principios establecidos para el caso".<sup>22</sup>

Las dos definiciones anteriores se refieren al concepto de auditoría en sentido amplio, sin embargo, la auditoría (como veremos en el epígrafe § I-2.2.2) abarca muchos aspectos y pueden realizarse distintos tipos de auditoría. Dado que en esta tesis nos vamos a centrar, principalmente, en la aplicación de los sistemas expertos en la auditoría contable, es conveniente centrarnos en lo que se entiende por auditoría contable.

Así, desde un punto de vista profesional, el **American Institute of Certified Public Accountants (AICPA)**, por ejemplo, define la auditoría contable como:

"el examen de los estados financieros realizado por profesionales competentes e independientes, mediante la aplicación de unos procedimientos sujetos a unas normas generalmente aceptadas, con el objeto de expresar una opinión sobre la razonabilidad con que dichos estados financieros presentan la situación financiera, los resultados de sus operaciones y los cambios en su posición financiera, de conformidad con los principios de contabilidad

---

<sup>21</sup> ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., p. 1.  
Véase también:

\* SCHLOSSER, ROBERT E.: "El campo de la auditoría". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988, p. 4.

<sup>22</sup> AMERICAN ACCOUNTING ASSOCIATION: "Report of the Committee on Basis Concepts" del Auditing Concepts Committee, en Accounting Review, Volumen 47, Suplemento 1972, p. 18. [Citado por COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M.: "Auditoría". Interamericana. México. 1987, p. 5].

generalmente aceptados y aplicados con uniformidad".<sup>23</sup>

En nuestro país, a nivel oficial, la **Ley de Auditoría de Cuentas de 1988**, en su artículo 1, define la auditoría contable del siguiente modo:

"1. Se entenderá por auditoría de cuentas la actividad consistente en la revisión y verificación de documentos contables, siempre que aquélla tenga por objeto la emisión de un informe que pueda tener efectos frente a terceros".

"2. La auditoría de las cuentas anuales consistirá en verificar y dictaminar si dichas cuentas expresan la imagen fiel del patrimonio y de la situación financiera de la empresa o entidad auditada, así como el resultado de sus operaciones y los recursos obtenidos y aplicados en el período examinado de acuerdo con el Código de Comercio y demás legislación que le sea aplicable; también comprenderá la verificación de la concordancia del informe de gestión con dichas cuentas".

"3. Tanto la auditoría de las cuentas anuales y del informe de gestión como cualquier otro trabajo de revisión o verificación contable que, de acuerdo con lo establecido en el apartado 1 de este artículo, deba calificarse legalmente como auditoría de cuentas, tendrá necesariamente que ser realizado por un auditor de cuentas, mediante la emisión del correspondiente informe y con sujeción a los requisitos y formalidades establecidos en la presente Ley y a las normas técnicas de auditoría".<sup>24</sup>

Esta definición, posteriormente, se amplía y matiza en el **Reglamento de Auditoría de Cuentas de 1990**, en su artículo 1, del siguiente modo:

"1. Se entenderá por auditoría de cuentas la actividad, realizada por una persona cualificada e independiente, consistente en analizar, mediante la utilización de las técnicas de revisión y verificación idóneas, la información económico-financiera deducida de los documentos contables examinados, y que tiene como objeto la emisión de un informe dirigido a poner de manifiesto su opinión responsable sobre la fiabilidad de la citada información, a fin de que se pueda conocer y valorar dicha información por terceros".

"2. La actividad de auditoría de cuentas tendrá necesariamente que ser realizada por un auditor de cuentas, mediante la emisión del

---

<sup>23</sup> AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards Nº. 1: Codification of Auditing Standards and Procedures". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Noviembre, 1972. [Citado por ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA: "La Auditoría contable". Incluido en SÁNCHEZ FERNÁNDEZ DE VALDERRAMA, JOSÉ LUIS: "Introducción a los conceptos de contabilidad superior". Ariel Economía. Barcelona, 1990, p. 244].

<sup>24</sup> LEY 19/1988, de 12 de julio, de Auditoría de Cuentas. Artículo 1.

correspondiente informe y con sujeción a los requisitos y formalidades establecidos en la Ley 19/1988, de 12 de julio, en el presente Reglamento y en las normas técnicas de auditoría".<sup>25</sup>

En resumen, la auditoría contable tiene por objetivo la investigación y evaluación de la información contenida en los estados financieros de una entidad, realizada por profesionales cualificados e independientes, mediante la aplicación de unas normas y procedimientos establecidos generalmente aceptados, con el fin de conseguir evidencia suficiente y apropiada para lograr una base razonable que permita poder emitir una opinión sobre la fiabilidad y razonabilidad de la información contenida en los estados financieros, o en algún otro aspecto cuantificable de la entidad, de acuerdo con principios y criterios contables generalmente aceptados, que guardan uniformidad con los aplicados en el ejercicio anterior.

### 2.2.2. Tipos de auditoría.

Otro aspecto que también es muy importante para poder clasificar los sistemas expertos en el campo de la auditoría es el relativo a las clases de auditoría que existen.

Según el objetivo que se persiga, se pueden establecer las siguientes clasificaciones de la auditoría:<sup>26</sup>

a) En cuanto a la persona que la efectúa:

a.1) **Auditoría externa o independiente:** cuando la

---

<sup>25</sup> REAL DECRETO 1636/1990, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento que desarrolla la Ley 19/1988, de 12 de julio, de Auditoría de Cuentas.

<sup>26</sup> Cfr.

\* ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA (1990): "La Auditoría ...", op. cit., pp. 245-246.

\* ÁLVAREZ LÓPEZ, JOSÉ: "Auditoría Contable", op. cit., pp. 50-51.

\* CASALS CREUS, RAMÓN et al. (1992): "Fundamentos de ...", op. cit., p. 24.

\* MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO (1989): "Auditoría Empresarial". op. cit., pp. 105-106.

auditoría es realizada por profesionales independientes externos a la entidad auditada.

a.2) **Auditoría interna:** cuando la auditoría es realizada por personal de la propia entidad auditada.

b) En cuanto al proceso indagatorio:

b.1) **Auditoría general o sintética:** cuando se realiza un análisis generalizado, sin indagación de los detalles.

b.2) **Auditoría detallada o analítica:** cuando se realiza un análisis pormenorizado de todas las anotaciones contables.

c) En cuanto al tiempo:

c.1) **Auditoría continua:** si se ejecuta sin interrupción.

c.2) **Auditoría periódica:** si no se realiza de una manera continuada.

d) En cuanto a la naturaleza:

d.1) **Auditoría normal:** cuando se realiza con un objetivo regular de comprobación.

d.2) **Auditoría especial:** cuando se pretende la verificación de hechos particulares o extraordinarios.

e) En cuanto a la extensión:

e.1) **Auditoría general o total.** Cuando afecta a todo el patrimonio de la entidad.

e.2) **Auditoría parcial o limitada.** Cuando se verifican aspectos concretos.

f) En cuanto a su contenido:

f.1) **Auditoría financiera.** Cuando se centra en la revisión y verificación de los estados financieros.

ros de la entidad, con objeto de emitir un informe sobre la fiabilidad y razonabilidad de la información contenida en los estados financieros de la entidad.

f.2) **Auditoría informática.** Cuando se audita la información procesada por medios electrónicos, y se revisa y analiza la seguridad y el control de los propios sistemas informáticos. (Ver epígrafe § II-10.1).

f.3) **Auditoría de gestión.**<sup>27</sup> Cuando se realiza una evaluación de la gestión realizado por una entidad, con el fin de determinar el grado de eficacia de la organización y la eficiencia de la gerencia en el logro de los objetivos propuestos, y se indican, además, las medidas necesarias que se deben adoptar para mejorar la eficacia y eficiencia de la gestión realizada por la entidad.<sup>28</sup>

g) En cuanto al sector de la economía sobre el que se audita:

g.1) **Auditoría de entidades privadas.** Cuando la auditoría se realiza sobre entidades privadas.

g.2) **Auditoría del sector público.** Cuando la auditoría

---

<sup>27</sup> En relación con la auditoría de gestión existe todavía mucha confusión terminológica, utilizándose distintas denominaciones para referirse a este tipo de auditoría. Así, se habla de: "auditoría de gestión", "auditoría operativa u operacional", "auditoría administrativa", "auditoría de procedimientos", "auditoría de sistemas", "auditoría de eficiencia", etc.

En este sentido, véase por ejemplo:

\* ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA (1990): "La Auditoría ...", op. cit., p. 246. Distingue entre: "auditoría operacional", "auditoría administrativa", "auditoría de gestión".

\* ÁLVAREZ LÓPEZ, JOSÉ (1991): "Auditoría contable", op. cit., p. 51. Utiliza el término de "auditoría operativa", que a su vez la divide en "auditoría de sistemas" y "auditoría de gestión".

\* PRADO LORENZO, JOSÉ MANUEL: "Hacia una formulación de la auditoría no financiera: la Auditoría de Gestión". Revista Técnica. Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España, nº. 2, 1993, pp. 12-24.

<sup>28</sup> Cfr.

\* LÓPEZ DÍAZ, ANTONIO y MARTÍNEZ GARCÍA, FRANCISCO JAVIER: "Auditoría y Contabilidad de gestión". Revista Técnica. Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España, nº. 17, 1988, pp. 7-10.

\* LÓPEZ DÍAZ, ANTONIO y MARTÍNEZ GARCÍA, FRANCISCO JAVIER: "Auditoría de gestión: aspectos metodológicos". Revista Técnica. Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España, nº. 24, 1992, pp. 4-15.

se realiza sobre unidades económicas del sector público.<sup>29</sup>

### 2.2.3. Normas de auditoría.

Para una correcta realización del trabajo de auditoría y que éste tenga garantía ante terceros, el trabajo de auditoría debe estar regido por una serie de reglas básicas, emitidas por organismos competentes, a las que se deben ajustar todos los auditores que realizan una auditoría. Estas reglas básicas hacen referencia a los requisitos mínimos sobre conocimientos y capacidad técnica del auditor, principios de ética que deben regir la actuación de los auditores, metodología que debe seguirse para realizar el trabajo y forma de expresar la opinión sobre la razonabilidad de los estados financieros. Estas reglas básicas se denominan «normas de auditoría generalmente aceptadas» o simplemente «normas de auditoría».

El origen y desarrollo de las normas de auditoría ha sido paralelo al de los principios de contabilidad generalmente aceptados y ha estado vinculado al desarrollo de la profesión contable.<sup>30</sup> La primera agrupación de contadores

---

<sup>29</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en:

\* MONTESINOS JULVE, VICENTE: "La auditoría en el sector público y los órganos de control externo". Cuadernos Aragoneses de Economía, núm. 11, 1987, pp. 21-40.

\* MONTESINOS JULVE, VICENTE: "Sistemas de información, contabilidad y auditoría en el sector público". Incluido en MONTESINOS JULVE, VICENTE (Ed.): "La Auditoría en España. Situación actual y perspectivas". Universitat de València. 1991, pp. 297-314.

\* MONTESINOS JULVE, VICENTE: "El control económico financiero del Sector Público". Jornadas sobre Contabilidad y Auditoría del Sector Público". 11 y 12 de marzo de 1.992.

\* VELA BARGUES, JOSÉ MANUEL: "Concepto y principios de contabilidad pública". Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid. 1992.

<sup>30</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en:

\* CAÑIBANO CALVO, LEANDRO: "Contabilidad. Análisis de la realidad económica". ICE. Madrid, 1982, pp. 694-697.

\* TUA PEREDA, JORGE: "Subprogramas de investigación en la emisión de principios contables". Técnica Contable. Tomo XXXV, octubre, 1983, pp. 361-380.

\* TUA PEREDA, JORGE: "Principios y normas de Contabilidad". Instituto de Planificación Contable. Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid, 1983, pp. 449-489.

Véase también:

\* SERRA SALVADOR, VICENTE: "Las normas de auditoría: desarrollo institucional y contenido

que se conoce, creada con el fin de emitir principios de contabilidad y normas profesionales para regir la actuación de los contables profesionales, es el **Institute of Chartered Accountants of England and Wales (ICAEW)**, creado en 1880 en Gran Bretaña. Unos años más tarde, en 1886, se creó en los Estados Unidos de América, la **American Association of Public Accountants (AAPA)**, que a su vez, en 1916, se convirtió en el **American Institute of Accountants (AIA)**, organismo que empezó a publicar los «**Special Bulletines**» sobre normalización de las prácticas contables y un programa de procedimientos de auditoría (The Uniform Accounts). A partir de 1930, como consecuencia de la crisis de 1929, el **American Institute of Accountants (AIA)**, en colaboración con la Bolsa de New York, empieza a trabajar en la idea de emitir principios y normas con el fin de normalizar la información contable y devolver la confianza a los inversores. Fruto de estos trabajos fue la creación en 1936, por el gobierno de los EE.UU., de la **Securities and Exchange Commission (SEC)**, órgano de carácter público, dotado de autoridad específica para establecer, emitir, corregir o suprimir reglas y regulaciones relativas a los estados financieros. A partir de entonces se estableció como condición indispensable para poder cotizar las acciones de una compañía en las Bolsas de Valores que los estados financieros emitidos por dichas compañías fueran revisados por un profesional independiente, un contable público autorizado, tomando como base los principios contables emitidos por organismos con autoridad suficiente. Dicha autoridad fue reconocida por la SEC al **Committee on Auditing Procedure (CAP)** del **American Institute of Accountants (AIA)**, quien, a través de sus «**Accounting Research Bulletins (ARB)**», se encargó de emitir principios de contabilidad generalmente aceptados. La SEC, por su

---

básico". Incluido en MONTESINOS JULVE, VICENTE (Ed.): "La Auditoría en España. Situación actual y perspectivas". Universitat de València. Valencia, 1991, pp. 151-153.

\* VELA PASTOR, MANUEL y MARCO GRANELL, ALBERTO: "La Auditoría en el mundo". Alta Dirección, nº. 101, enero-febrero, 1982, pp. 11-12.

parte, emitió opiniones sobre dichos principios a través de sus «**Accounting Series Releases**». Paralelamente, empezaron a aparecer también las normas éticas y profesionales que regulaban la actuación de los auditores. En 1957, el **American Institute of Accountants (AIA)** se transformó en el **American Institute of Certified Public Accountants (AICPA)**, instituto profesional encargado de regular la profesión de auditoría y de emitir normas contables y de auditoría. En 1958, el **AICPA** creó el **Accounting Principles Board (APB)**, que sustituyó al **CAP** en la tarea de emitir normas contables, y el **Accounting Research División (ARD)**, encargado de potenciar los estudios teóricos de la contabilidad. En la década de los setenta se producen fuertes críticas sobre la falta de uniformidad y base teórica de los principios formulados por el **APB**, que culminaron, en 1972, con la creación de la **Financial Accounting Foundation**, órgano de amplia representación, en cuyo seno se creó el **Financial Accounting Standards Board (FASB)**. A partir de entonces el **FASB** sustituyó al **APB** en la tarea de emitir principios contables. Todos estos hechos fueron los que dieron lugar al nacimiento de la auditoría y a la figura del auditor como profesional cualificado para realizar dicho trabajo. Con el paso de tiempo, esta práctica se extendió por todo el mundo.

A nivel internacional, el **AICPA** es el organismo profesional emisor de normas y pronunciamientos sobre auditoría que goza de mayor prestigio, el cual ha sido y es fuente inspiración para la mayoría de los organismos emisores de normas de auditoría en el resto del mundo y para la mayoría de la literatura sobre auditoría; razón por la cual sus normas de auditoría son una referencia obligada.

En nuestro país existen en la actualidad tres organismos encargados de emitir normas de auditoría:

- \* El Instituto de Censores-Audidores Jurados de Cuentas (ICAJC),
- \* El Registro de Economistas Auditores (REA) y
- \* El Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas (ICAC).

El Instituto de Censores-Audidores Jurados de Cuentas (ICAJC) y el Registro de Economistas Auditores (REA) son organismos de carácter privado que velan por la calidad de los trabajos de auditoría realizados por sus miembros y por la representación profesional de sus afiliados. Ambos organismos emiten normas y procedimientos de auditoría con carácter vinculante para sus miembros.

A nivel oficial está el Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas (ICAC), creado por la Ley 19/1988, de 12 de julio, de Auditoría de Cuentas.<sup>31</sup> El ICAC es un organismo autónomo de carácter administrativo, adscrito al Ministerio de Economía y Hacienda, encargado de las siguientes funciones: emisión de normas de contabilidad de obligado cumplimiento, emisión de normas de técnicas de auditoría, custodia y gestión del Registro Oficial de Auditores de Cuentas (ROA), inscripción de los auditores en el ROA, sanciones disciplinarias, etc. Al ICAC también le corresponde el control y disciplina del ejercicio de la actividad de Auditoría de Cuentas regulada en esa Ley y de los auditores de cuentas. Del ICAC depende el Registro Oficial de Auditores de Cuentas (ROA), organismo encargado de ejercer el control técnico de las auditorías de cuentas.

A raíz de la publicación de la Ley 19/1988 de Auditoría de Cuentas, las normas técnicas de auditoría que utilicen los auditores inscritos en el ROA son reguladas por el ICAC.

---

<sup>31</sup> LEY 19/1988, de 12 de julio, de Auditoría de Cuentas.

Mediante el Real Decreto 302/1989, de 17 de marzo, se ha aprobado el Estatuto y la estructura orgánica del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas.

La política seguida por el ICAC para elaborar las normas de auditoría ha sido la de realizarlas conjuntamente con el Instituto de Censores Jurados de Cuentas, el Consejo General de Colegios Economistas de España y el Consejo Superior de Colegios Oficiales de Titulares Mercantiles. Por consiguiente, las normas emitidas por estos tres organismos deberán corresponder con las emitidas por el ICAC.

Las Normas Técnicas de Auditoría emitidas por el ICAC constituyen los principios y requisitos que deben observar necesariamente los auditores cuando realicen una auditoría. Estas normas son de obligado cumplimiento para los auditores de cuentas y sociedades de auditoría inscritos en el ROA. Ahora bien, sin perjuicio de lo que indiquen las normas de auditoría emitidas por el ICAC, los auditores también pueden utilizar usos y prácticas de auditoría habituales, siempre que se traten de actos que sean reiterados, constantes y generalizados por los auditores en el ejercicio de su profesión.<sup>32</sup>

Las Normas Técnicas de Auditoría del ICAC se clasifican en tres grandes grupos:<sup>33</sup>

1. Normas generales.
2. Normas sobre ejecución del trabajo.
3. Normas sobre informes.

Las normas técnicas de carácter general son las que regulan las condiciones que debe reunir el auditor de cuentas y su comportamiento en el desarrollo de la auditoría

---

<sup>32</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, del Presidente del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, por la que se publican las Normas Técnicas de Auditoría. Boletín Oficial del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Introducción a las normas técnicas de auditoría.

<sup>33</sup> Íd.

de cuentas.<sup>34</sup> Las normas generales son siete:

**1ª Norma. Formación técnica y capacidad profesional.** "La auditoría debe llevarse a cabo por una persona o personas que tengan formación técnica y capacidad profesional como auditores de cuentas, y tengan la autorización exigida legalmente".<sup>35</sup>

**2ª Norma. Independencia, integridad y objetividad.** "El auditor de cuentas durante su actuación profesional, mantendrá una posición de absoluta independencia, integridad y objetividad".<sup>36</sup>

**3ª Norma. Diligencia profesional.** "El auditor de cuentas en la ejecución de su trabajo y en la emisión de su Informe actuará con la debida diligencia profesional".<sup>37</sup>

**4ª. Norma. Responsabilidad.** "El auditor de cuentas es responsable del cumplimiento de las Normas de Auditoría establecidas, y a su vez responsable del cumplimiento de las mismas por parte de los profesionales del equipo de auditoría".<sup>38</sup>

**5ª. Norma. Secreto profesional.** "El auditor debe mantener la confidencialidad de la información obtenida en el curso de sus actuaciones".<sup>39</sup>

---

<sup>34</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 1.1.1.

<sup>35</sup> Ibid. Apartado 1.2.1.

<sup>36</sup> Ibid. Apartado 1.3.1.

<sup>37</sup> Ibid. Apartado 1.4.1.

<sup>38</sup> Ibid. Apartado 1.5.1.

<sup>39</sup> Ibid. Apartado 1.6.1.

**6ª. Norma. Honorarios y comisiones.** "Los honorarios profesionales han de ser un justo precio del trabajo realizado para el cliente".<sup>40</sup>

**7ª. Norma. Publicidad.** "El auditor no podrá realizar publicidad que tenga por objeto la captación de clientes".<sup>41</sup>

Las normas técnicas sobre ejecución del trabajo se refieren a la determinación de los medios y actuaciones que han de ser utilizados y aplicados por los auditores en la realización del trabajo de auditoría.<sup>42</sup> Las normas sobre ejecución del trabajo son tres:

**1ª Norma. Planificación.** "El trabajo se planificará apropiadamente".<sup>43</sup>

**2ª Norma. Estudio y evaluación del sistema de control interno.** "Deberá efectuarse un estudio y evaluación adecuada del control interno como base fiable para la determinación del alcance, naturaleza y momento de realización de las pruebas a las que deberán concretarse los procedimientos de auditoría".<sup>44</sup>

**3ª Norma. Evidencia.** "Debe obtenerse evidencia suficiente y adecuada, mediante la realización y evaluación de las pruebas de auditoría que se consideren necesarias, al objeto de obtener una base de juicio razonable sobre los datos contenidos en las cuentas anuales

---

<sup>40</sup> Ibid. Apartado 1.7.1.

<sup>41</sup> Ibid. Apartado 1.8.1.

<sup>42</sup> Ibid. Apartado 2.1.

<sup>43</sup> Ibid. Apartado 2.3.1.

<sup>44</sup> Ibid. Apartado 2.4.1.

que se examinan y poder expresar una opinión respecto de las mismas".<sup>45</sup>

Las normas técnicas sobre informes indican los criterios básicos que han de regir la preparación, contenido y presentación del informe de auditoría. El informe de auditoría es un documento mercantil en el que se expresa el alcance del trabajo efectuado por el auditor y su opinión sobre la razonabilidad de la información contenida en los estados financieros, de acuerdo con los principios de contabilidad generalmente aceptados.<sup>46</sup> Las normas sobre el informe de auditoría son cinco:

**1ª Norma. Conformidad con los principios de contabilidad generalmente aceptados.** "El auditor debe manifestar en el informe si las cuentas anuales contienen la información necesaria y suficiente para la interpretación y comprensión adecuada y han sido formulados de conformidad con principios y normas contables generalmente aceptados."<sup>47</sup>

**2ª Norma. Uniformidad con principios y normas de ejercicio anteriores.** "El informe expresará si los principios y normas contables generalmente aceptados guardan uniformidad con los aplicados en el ejercicio anterior".<sup>48</sup>

**3ª Norma. Adecuación de la información contenida en los estados financieros.** "El auditor debe manifestar si las cuentas anuales expresan, en todos los aspectos signi-

---

<sup>45</sup> Ibid. Apartado 2.5.1.

<sup>46</sup> Ibid. Apartado 3.1.1.

<sup>47</sup> Ibid. Apartado 3.1.2.

<sup>48</sup> Id.

ficativos, la imagen fiel del patrimonio y de la situación financiera de la entidad y de los resultados de sus operaciones y de los recursos obtenidos y aplicados".<sup>49</sup>

**4ª Norma. Opinión del auditor.** "El auditor expresará en el informe su opinión en relación con las cuentas anuales tomadas en su conjunto, o una afirmación de que no se puede expresar una opinión, y en este caso, las causas que lo impidan. Cuando se exprese una opinión con salvedades (reservas en el Texto Refundido de la Ley de Sociedades Anónimas) o desfavorable sobre las cuentas anuales, se deberán exponer las razones que existan para ello".<sup>50</sup>

**5ª Norma. Concordancia de la información contable contenida en el informe de gestión con las cuentas anuales.** "El auditor indicará en su informe si la información contable que contiene el informe de gestión concuerda con la de las cuentas anuales auditadas".<sup>51</sup>

Las normas emitidas por el ICAC, en líneas generales, son muy similares a las establecidas por el AICPA.<sup>52</sup>

---

<sup>49</sup> Id.

<sup>50</sup> Id.

<sup>51</sup> Id.

<sup>52</sup> Las normas de auditoría generalmente aceptadas establecidas por el AICPA son las siguientes:

**Normas generales.**

1. La auditoría debe de ser realizada por una persona o personas que tengan la formación técnica y competencia adecuada como un auditor.
2. En todos las materias relativas al encargo, debe mantenerse una actitud metal independiente por parte del auditor o auditores.
3. Debe ejercerse un meticuloso cuidado profesional en la realización de la auditoría y en la preparación del informe.

**Normas de trabajo de campo.**

1. El trabajo debe de estar adecuadamente planificado y los ayudantes, si hubiese alguno,

Todas estas normas de auditoría sirven para guiar la actuación del auditor a lo largo de las diversas fases del proceso de auditoría.

#### 2.2.4. Fases del proceso de auditoría.

El auditor para tener evidencia suficiente y poder emitir una opinión sobre los estados financieros de una entidad ha de seguir un proceso secuencial bastante largo y complejo. A lo largo de este proceso el auditor realiza continuamente actividades de enjuiciamiento y decisión.

Jacob y Bailey,<sup>53</sup> basándose en un trabajo anterior de

---

deben de ser debidamente supervisados.

2. Debe obtenerse una comprensión suficiente de la estructura de control interno para planificar la auditoría y determinar la naturaleza, distribución temporal, y el alcance de las pruebas que han de ser realizadas.
3. Debe obtenerse suficiente y competente material de evidencia a través de la inspección, observación, preguntas y confirmaciones, para proporcionar unas bases razonables para emitir una opinión sobre los estados financieros que se examinan.

#### Normas del informe.

1. El informe debe establecer si los estados financieros están presentados de acuerdo con los principios de contabilidad generalmente aceptados.
  2. El informe identificará aquellas circunstancias en las que tales principios no han sido observados consistentemente en el período actual en relación al período precedente.
  3. Los desgloses informativos en los estados financieros deben de ser considerados como razonablemente adecuados, a menos que sea planteado de otra forma en el informe.
  4. El informe debe de contener una expresión de la opinión en relación con los estados financieros, tomados en su conjunto, o una afirmación al efecto de que una opinión no puede ser expresada. Cuando una opinión global no pueda ser expresada, las razones de ello deberán ser planteadas. En todos los casos en donde el nombre del auditor esté asociado con unos estados financieros, el informe deberá contener una indicación clara y escueta del carácter del trabajo del auditor, si hubiese alguno, y el grado de responsabilidad que el auditor está tomando.
- Cfr. AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Codification of Statements on Auditing Standards, Numbers 1 to 69". AU Section 150.02. American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1992, pp. 7-8.  
Fuente:  
AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards Nº. 1: Codification of Auditing Standards and Procedures". Section 150. American Institute of Certified Public Accountants. New York, Noviembre, 1972.

<sup>53</sup> Cfr. JACOB, VARGUESE S. y BAILEY, ANDREW D. Jr.: "A decision process approach to expert systems in auditing". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989, pp. 157-160.

Felix y Kinney,<sup>54</sup> descomponen el proceso de formulación de la opinión del auditor en las siguientes fases:<sup>55</sup>

- a) Orientación - El auditor obtiene conocimientos sobre las operaciones del cliente y su entorno y hace una valoración preliminar del riesgo y de la materialidad;
- b) Evaluación preliminar de los controles internos;
- c) Planificación táctica de la auditoría;
- d) Elección de un plan para la auditoría;
- e) Prueba de cumplimiento de los controles;
- f) Evaluación de los controles internos basada en los resultados de las pruebas de cumplimiento;
- g) Revisión del plan de auditoría preliminar;
- h) Elección de un plan revisado para la auditoría;
- i) Realización de pruebas sustantivas;
- j) Evaluación y agregación de los resultados;
- k) Evaluación de la evidencia - Podría dar lugar a unas pruebas más exhaustivas o formar la base de la elección de la opinión por el auditor;
- l) Elección de una opinión que clasifique los estados financieros del cliente; e
- m) Informe de auditoría.

En la Figura 1 se muestra esquemáticamente las fases del proceso de auditoría.

---

<sup>54</sup> Cfr. FELIX, WILLIAM L., Jr. y KINNEY, WILLIAM R., Jr.: "Research in the Auditor's Opinion Formulation Process: State of the Art". The Accounting Review, vol. 57, nº 2, abril, 1982, pp. 245-271.

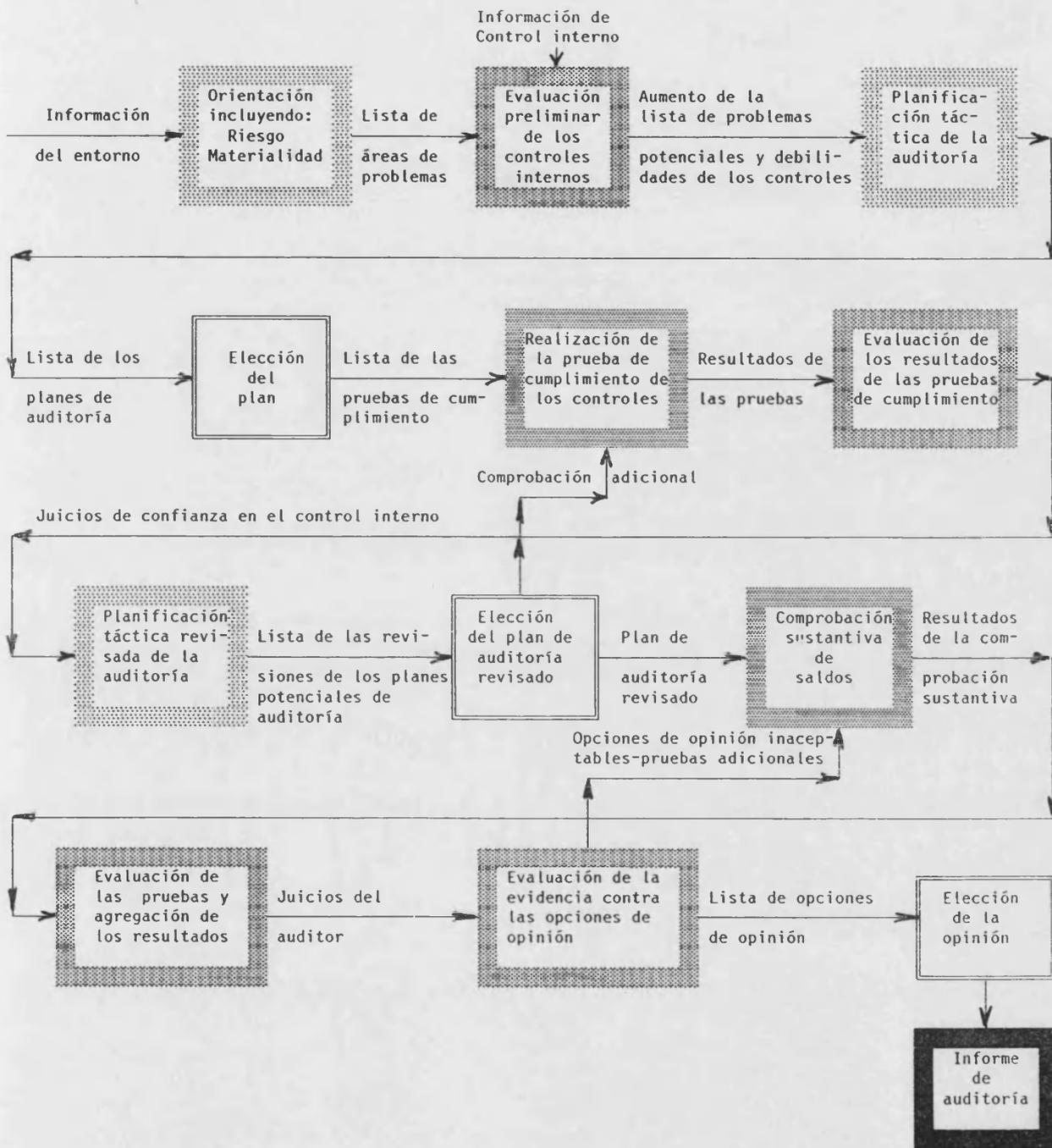
<sup>55</sup> Sobre las fases del proceso de auditoría también puede consultarse por ejemplo:  
\* MOCKLER, ROBERT J.: "Knowledge-Based Systems for Management Decisions". Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989, pp. 234-237.

Mockler divide el proceso de auditoría en las siguientes fases: (1) planificación de la auditoría, (2) programa preliminar de la auditoría, (3) procedimientos de revisión preliminares, (4) evaluación de la materialidad y del riesgo, (5) programa de auditoría modificado, (6) cumplimiento del control interno, (7) programa de auditoría modificado, (8) pruebas sustantivas, (9) revisión para perfección de la auditoría, e (10) informe de opinión de la auditoría).

\* van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 75-76 y Apéndice A, p. 173.

van Dijk y Williams, dividen el proceso de auditoría en las siguientes fases: (1) aceptación, (2) plan inicial, (3) registro, (4) programa de auditoría, (5) plan, (6) pruebas de cumplimiento, (7) pruebas sustantivas, (8) control de calidad y de progreso, (9) evaluación final, e (10) informe de auditoría.

Figura 1. El proceso de auditoría



Fuente: JACOB, VARGUESE S. y BAILEY, ANDREW D. Jr.: "A decision process approach to expert systems in auditing". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989, pp. 157-160.

(Nota: Las figuras geométricas han sido adaptadas).

Aunque el proceso de auditoría siempre es el mismo, no existe un esquema único de dicho proceso pues cada autor altera un poco el orden y pone más o menos énfasis en algunas de las fases del proceso. Hemos escogido el esquema de Jacob y Bailey por ser el que mejor se adapta al desarrollo que vamos realizar para analizar los sistemas expertos en auditoría.<sup>56</sup>

A lo largo del proceso de auditoría continuamente se toman decisiones que requieren el juicio de profesionales expertos. (En la Tabla 1 se muestran resumidas las decisiones que se toman durante el proceso de auditoría). Por lo tanto, todas las fases de dicho proceso son campos en los que se pueden utilizar los sistemas expertos.

Tabla 1. Decisiones tomadas durante la auditoría.

Fase del proceso de auditoría	Tipo de decisiones tomadas
1. Orientación	Materialidad y riesgo
2. Evaluación previa de controles	Controles que necesitan comprobación extensiva
3. Planificación táctica de la auditoría	Decisiones sobre personal, planes posibles
4. Elección del plan	Planes a realizar
5. Pruebas de cumplimiento	
6. Evaluación de controles internos	Estado de los controles sometidos a prueba
7. Revisión del plan de auditoría	Revisiones viables para el plan de auditoría
8. Elección de un plan de auditoría revisado	Planes a realizar
9. Pruebas sustantivas	
10. Evaluar pruebas y agregar resultados	Evidencia a usar
11. Evaluación de la evidencia	Opciones de opinión
12. Opinión	Opinión a expresar
13. Informe de auditoría	Forma del informe

Fuente: JACOB, VARGUESE S. y BAILEY, ANDREW D. Jr.: "A decision process approach to expert systems in auditing". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989, pp. 157-160.

<sup>56</sup> Esquemas clasificativos del proceso de auditoría parecidos pueden verse, por ejemplo, en:  
 \* ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J. y BAZAZ, MOHAMMAD S.: "Identification of Tasks for Expert Systems Development in Auditing", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 99-107.  
 \* MOCKLER, ROBERT J. (1989): "Knowledge-Based ...", op. cit., p. 235.  
 \* van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit. p. 173.

### 2.3. Aplicación de los sistemas expertos en el campo de la auditoría.

El entorno actual económico-social tan complejo y cambiante (i.e., inflación, liberalización de la economía a escala mundial, gran competencia entre empresas, fuerte desarrollo tecnológico, aparición de nuevas tecnologías de la información, ...) ha tenido una influencia muy notable en el entorno de la auditoría. El trabajo de auditoría en la actualidad es muy distinto al de épocas anteriores y, básicamente, se caracteriza por los siguientes rasgos: aumento creciente de las normas y procedimientos de auditoría para realizar el trabajo; normas y procedimientos de auditoría cada vez más complejos; cambios en las normas de ética profesional, que exigen un mayor control y una mayor calidad en la realización de los trabajos de auditoría; mayor competición entre las empresas de auditoría, resultando, como consecuencia de ello, unos honorarios de auditoría más bajos; ofrecimiento al cliente de nuevos servicios (e.g., asesoramiento fiscal, informático, ...); desarrollo de nuevos tipos de auditoría (e.g., auditoría de gestión operativa, auditoría informática, auditoría medioambiental, ...). Todas estas circunstancias han hecho que la profesión de auditoría sea cada vez más competitiva y, como consecuencia de ello, se haya visto forzada a recurrir a las nuevas técnicas y herramientas que proporciona la tecnología de la información y la inteligencia artificial, para conseguir una información más relevante y oportuna que facilite a los auditores poder tomar decisiones de una forma rápida y aumentar, por tanto, la eficacia y el nivel de calidad de la auditoría.<sup>57</sup> Entre estas nuevas tecnologías hay que destacar los sistemas expertos.

---

<sup>57</sup> Cfr. SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Sistemas expertos en auditoría". Comunicación presentada en el V Encuentro de Profesores Universitarios de Contabilidad. Sevilla, 27-29 de mayo de 1993.

La utilización de los sistemas expertos en el campo de la auditoría, especialmente en las tareas semi-estructuradas y no estructuradas,<sup>58</sup> va a permitir aumentar la eficacia de las auditorías, aumentando el nivel y calidad de las mismas, y va a ampliar los servicios ofrecidos por las empresas de contabilidad y auditoría.<sup>59</sup>

### 2.3.1. Áreas funcionales de la auditoría en las que se pueden aplicar los sistemas expertos.

La tecnología de los sistemas expertos se puede aplicar en los siguientes campos y áreas funcionales de la auditoría:<sup>60</sup>

1. **La propia auditoría.** Los sistemas expertos se pueden aplicar en la mayoría de las funciones del proceso de auditoría. En este sentido pueden aplicarse en:

- \* **Materialidad o importancia relativa.** Para analizar el grado de materialidad a aplicar en la revisión de

---

<sup>58</sup> Las tareas de auditoría estructuradas (e.g., preparación de balances, cálculo de ratios, muestreo, circularización,...) no son las adecuadas para aplicar la tecnología de los sistemas expertos, además ya se estaban mecanizando desde hace bastantes años utilizando la programación convencional.

<sup>59</sup> Cfr. GARSOMBKE, H. PERRIM y PARKER, LARRY M.: "Decision Support Systems and Expert Systems: Auditing in the Information Age". Journal of Accounting and EDP, invierno, 1987, pp. 20-22.

<sup>60</sup> Cfr.:

- \* WRIGHT, WILLIAM F. (1984): "Discussant's Comments ...", op. cit., pp. 208-209.
- \* BOOKER, JON A.; KICK, RUSSELL C y GARDNER, JOHN C.: "Expert systems in accounting: the next generation of computer technology". Journal of Accountancy, marzo, 1986, pp. 101-102, 104.
- \* AICPA (1987): "An Introduction ...", op. cit., pp. 11-12.
- \* AICPA (1987): "Expert systems ...", op. cit., pp. 120-121.
- \* BORTHICK, A. FAYE y WEST, OWEN D.: "Expert Systems - A New Tool for the Professional". Accounting Horizons, marzo, 1987, pp. 15-16.
- \* GARSOMBKE, H. P. y PARKER, L. M. (1987): "Decision Support ...", op. cit., pp. 22-24.
- \* HARTMAN, WIM (1988): "Expert Systems ...", op. cit.
- \* CHU, GRACE T. (1989): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 28-29.
- \* THIERAUF, ROBERT J.: "Expert Systems in Finance and Accounting". Quorum Books, New York, 1990, pp. 222.
- \* KELLER, CARL E., Jr., YEN, DAVID (CHI-CHUNG), HELMS, GLENN L. y WARNOCK, P. S.: "What Can Expert Systems Be Doing in Accounting?". Journal of Accounting and EDP, verano, 1990, p. 16.
- \* BROWN, CAROL E.: "Expert Systems in Public Accounting: Current Practice and Future Directions", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 3-4.
- \* ABDOLMOHAMMADI, M.J. y BAZAZ, M.S. (1991): "Identification of ...", op. cit., pp. 99-107.

la auditoría.

- \* **Análisis del riesgo de la auditoría.** Para evaluar los riesgos potenciales de la auditoría.
  
- \* **Análisis del control interno.** Para estudiar, evaluar y clasificar los controles de contabilidad internos, con el fin de diagnosticar las debilidades actuales o potenciales en las entidades auditadas. Los departamentos de auditoría interna también pueden utilizar los sistemas expertos para revisar los controles internos de unidades especializados dentro de la empresa, que tengan normas y controles distintos a los del resto de la empresa y cuenten con pocos auditores internos para que una parte de ellos se dedique a este tipo de actividades. También se pueden utilizar para evaluar el control interno de unidades operativas múltiples y alejadas pero similares (e.g., una empresa de venta que tenga varias tiendas iguales, o una empresa de construcción que tenga varias obras en marcha que requieren controles similares).<sup>61</sup>
  
- \* **Planificación de la auditoría.** Para fijar los pasos a seguir y los procedimientos de auditoría a utilizar en función de los objetivos y el alcance de la auditoría.
  
- \* **Programación del personal de auditoría.** Los SE también se pueden utilizar para programar el personal de los equipos de auditoría en las empresas de auditoría y en los departamentos de auditoría interna.

---

<sup>61</sup> Cfr. MOELLER, ROBERT R. (1987): "Artificial Intelligence ...", op. cit., p. 24.

- \* **Evaluación de evidencias.** Realización de procedimientos de revisión analíticos y estadísticos con el fin de obtener evidencia suficiente y pertinente de los estados financieros.
- \* **Selección de las normas y procedimientos de auditoría.** Codificación de las normas y procedimientos de auditoría con el fin de crear una gran base de conocimiento estandarizada para ayudar a los auditores a utilizar las normas de auditoría de un modo consistente.
- \* **Revisión analítica de las cuentas.** Para revisar los atributos de cuentas específicas (e.g., para evaluar la idoneidad de las reservas de préstamos).
- \* **Análisis de las transacciones contables.** Para ayudar los auditores en el tratamiento contable adecuado de las transacciones complejas, tales como: moneda extranjera, arrendamiento financiero, planes de pensiones, aspectos fiscales, etc.
- \* **Filtración y verificación de las transacciones.** Los sistemas expertos se pueden utilizar para filtrar y verificar las transacciones que son susceptibles de fraude y las transacciones con múltiples factores de entrada, en un entorno que cambia continuamente, ya que en ambos tipos de transacciones existe un alto riesgo de error.<sup>62</sup>
- \* **Consulta e interpretación de la regulación contable y de otras fuentes de información.** Dada la enorme cantidad de normas contables que se publican, los sistemas expertos se podrían utilizar para hacer

---

<sup>62</sup> Cfr. BROWN, C. E. y PHILLIPS, M. E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 25-28.

consultas e interpretaciones sobre múltiples fuentes de información: normas mercantiles, fiscales, laborales, etc.; principios contables generalmente aceptados (e.g., normas contables emitidos por el estado y por organismos contables públicos, tanto nacionales como internacionales, tales como el IASC, FASB, AECA, ...); reglamentos; prácticas y procedimientos de auditoría; opiniones de auditoría, etc. Los sistemas expertos facilitarían, de una forma fácil y rápida, segundas opiniones que ayudarían a los contables y auditores en la selección de la opinión correcta.

- \* **Elaboración de los estados financieros externos.** Para asegurarse de que la presentación de las cuentas anuales y cualquier tipo de estado financiero de carácter externo está de acuerdo con la normativa legal y con los principios de contabilidad generalmente aceptados.

**2. Auditoría informática:** Los sistemas expertos también se pueden aplicar en la auditoría y evaluación de los sistemas de proceso de datos electrónico y en la auditoría de los propios sistemas expertos.

**3. Contabilidad fiscal y asesoramiento tributario.** El auditor tiene que comprobar muchos aspectos fiscales que inciden sobre la contabilidad y los estados financieros de una empresa. Además, la mayoría de las empresas de auditoría también realizan asesoramiento a sus clientes sobre aspectos fiscales. Las funciones más importantes en este aspecto son:

- \* **Planificación fiscal corporativa.** Para realizar análisis especializados complejos y para proporcionar una documentación de soporte en las consultas de

planificación fiscal de una empresa.

- \* **Planificación fiscal individual.** Para minimizar el pago de impuestos a nivel individual.
- \* **Planificación fiscal internacional.** Para asesorar sobre aspectos relacionados con la fiscalidad internacional.
- \* **Asesorar sobre determinadas leyes fiscales.** Ayuda para los auditores y contables sobre determinados aspectos de las leyes fiscales: impuesto acumulado, propiedad de acciones, amortización de acciones, jubilación, fusiones de sociedades, etc.

**4. Asesoramiento de gestión:** Las empresas de auditoría también asesoran a sus clientes sobre aspectos relacionados con la gestión, distintos del campo fiscal. Por ejemplo:

- \* **Asesoramiento sobre control de gestión.** En áreas tales como el control de inventarios, control de la producción, recursos humanos, diseño de sistemas de información de gestión, etc.
- \* **Asesoría con relación a la toma de decisiones estratégicas por la dirección.** Con el fin de identificar las distintas soluciones alternativas y elegir las mejores soluciones sobre problemas tales como selección del lugar de la instalación, distribución de la instalación, fabricar o comprar un producto, valoración de proyectos, etc.
- \* **Asesoramiento sobre aspectos informáticos.** Sobre el desarrollo de sistemas informáticos, seguridad de los datos, los propios sistemas expertos, etc.

6. **Entrenamiento y formación de los auditores.** Los sistemas expertos son una herramienta muy útil para la enseñanza y formación de los auditores. Se pueden utilizar en las siguientes tareas de formación:

\* **Formación de los auditores jóvenes.** Los sistemas expertos pueden proporcionar una experiencia simulada sobre el trabajo de un auditor experto, que se puede utilizar para formar a los auditores jóvenes. Por ejemplo, un auditor joven podría ser instruido para realizar ciertas tareas prácticas ayudado por un sistema experto. El sistema experto guiaría al auditor joven de la misma manera en la que lo haría un auditor experto. El sistema dialogaría con el auditor joven y le pediría la información necesaria para realizar la tarea, le indicaría cuándo está cometiendo un error, al final de la sesión le indicaría las debilidades de la formación que es necesario subsanar; a su vez, el usuario podría preguntar al sistema, sobre la marcha, las dudas que se le surjan y sobre el procedimiento docente seguido. Las tareas prácticas podrían basarse en situaciones reales pasadas o en situaciones hipotéticas; de esta forma se conseguiría formar al auditor en un período más corto de tiempo y proporcionarle más experiencia que con la formación actual.

\* **Estar al día sobre las nuevas tecnologías.** Los sistemas expertos también se podrían utilizar para mantener al día a los auditores sobre las nuevas tecnologías. La tecnología actual sobre sistemas informáticos, como se sabe, es muy compleja y evolucionan de una forma muy rápida. Los auditores en el entorno actual se tienen que enfrentar con una gama muy amplia de sistemas informáticos que evolucionan

constantemente. Si quieren estar al día y ser competitivos deben dedicar mucho tiempo a instruirse. Para obviar este inconveniente, las empresas de auditoría podrían dedicar unos auditores única y exclusivamente a especializarse en estos temas y después introducir el conocimiento de estos especialistas en un sistema experto, que se podría utilizar para formar sobre estos temas al resto de auditores de la empresa, reduciendo, de esta forma, el tiempo y los costes de formación.<sup>63</sup>

### 2.3.2. Clasificación de los sistemas expertos en auditoría.

Tal como demuestra un estudio realizado por Jacob y Bailey<sup>64</sup> sobre 14 sistemas expertos de auditoría,<sup>65</sup> los sistemas expertos construidos hasta la fecha se han centrado en campos muy limitados del proceso de auditoría, normalmente una o dos fases de dicho proceso. (En la Figura 2 aparecen resumidos los resultados de dicho estudio).

Pues bien, dado que la mayoría de los sistemas expertos que se han construido hasta la fecha se han centrado en algún aspecto del proceso de auditoría, las fases de dicho proceso se pueden utilizar para establecer una clasificación de los sistemas expertos en auditoría.

---

<sup>63</sup> Cfr. WEBER, RON: "EDP Auditing. Conceptual Foundations and Practice". Second Edition. McGraw-Hill, New York, 1988, p. 790.

<sup>64</sup> Cfr. JACOB, V. S. y BAILEY, A. D. Jr. (1989): "A decision process ...", op. cit., p. 161.

<sup>65</sup> Los sistemas expertos analizados en este estudio fueron: AUDITPLANNER, TICOM, ARISC, ICES, INTERNAL-CONTROL ANALYZER, INTERPRETER, EDP-XPRT, DS, AUDITOR, CFILE, LOAN PROBE, EXPERTAX, AOD, GC-X.

Figura 2. Sistemas expertos de auditoría en relación con las fases de proceso de auditoría

Sistema Experto	Proceso de auditoría	Orientación	Pre-evaluación de controles internos	Planificación táctica	Evaluación de controles internos	Evaluación de la evidencia	Elección de una opción
AUDITPLANNER		X					
TICOM			X				
ARISC			X	X	X		
ICES			X	X			
INTERNAL-CONTROL ANALYZER			X				
INTERPRETER			X	X			
EDP-XPRT			X		X		
DS				X			
AUDITOR						X	X
CFILE						X	X
LOAN PROBE						X	X
EXPERTAX						X	X
AOD						X	X
GC-X						X	X

Fuente: JACOB, VARGUESE S. y BAILEY, ANDREW D. Jr.: "A decision process approach to expert systems in auditing". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989, p. 161.

Basándonos en el análisis de los sistemas expertos que se han desarrollado hasta la fecha, y teniendo en cuenta las fases del proceso de auditoría, vamos a realizar una clasificación de los sistemas expertos en auditoría. Para ello, en primer lugar, y siguiendo a O'Leary,<sup>66</sup> dividimos los sistemas expertos en auditoría en tres grandes grupos: (1) sistemas expertos en auditoría externa, (2) sistemas expertos en auditoría interna y (3) sistemas expertos en auditoría informática. Dentro del campo de la auditoría externa, se pueden clasificar siguiendo el orden establecido en las fases del proceso de auditoría. Ahora bien, como no se han desarrollado sistemas expertos en todas las fases del proceso de auditoría, los agruparemos siguiendo el orden de las fases más importantes de dicho proceso, y en las que, además, sí se han desarrollado sistemas expertos.

<sup>66</sup> Cfr. O'LEARY, DANIEL E.: "The Use of Artificial Intelligence in Accounting". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987, p. 85.

La clasificación establecida será la siguiente:

1. Sistemas expertos en auditoría externa.
  - 1.1. Materialidad y riesgo.
  - 1.2. Evaluación del control interno.
  - 1.3. Planificación de la auditoría.
  - 1.4. Obtención de la evidencia y formación de la opinión.
  - 1.5. Informe de auditoría.
  - 1.6. Otras áreas funcionales de la auditoría externa.
2. Sistemas expertos en auditoría interna.
3. Sistemas expertos en auditoría informática.

Basándonos en esta clasificación, en los epígrafes siguientes vamos a analizar las aplicaciones de los sistemas expertos en cada uno de estos dominios. Para ello, en primer lugar, analizaremos las características principales de cada dominio y, en segundo lugar, expondremos un resumen de las aplicaciones más significativas. En cada una de los sistemas expertos analizados se ofrece, cuando es posible, información sobre los siguientes aspectos: nombre del sistema experto; autor o autores e institución patrocinadora; subdominio de aplicación (breve descripción del área funcional); descripción funcional del sistema; herramienta de desarrollo utiliza, y *hardware* y *software* necesario; adquisición del conocimiento; representación del conocimiento; motor de inferencia y métodos de razonamiento que utiliza; validación del sistema; usuarios del sistema; ejemplos de pantallas de sesiones con el usuario, reglas, facilidades de explicación, etc.; estado de desarrollo, y alguna otra característica de interés. En muchos sistemas expertos falta documentación sobre el desarrollo y evolución del sistema; sobre el sistema completo; sobre los problemas de adquisición del conocimiento, implementación, validación;

sobre sus puntos fuertes y débiles, etc. La razón de esta falta de documentación, unas veces, es porque todavía están en la fase de diseño y elaboración de prototipos y, otras veces, porque hay una tendencia a no facilitar información de la investigación, ya que se considera ésta como una ventaja estratégica y competitiva para las empresas.

### **CAPITULO 3. SISTEMAS EXPERTOS EN LA FASE DE ORIENTACIÓN DE LA AUDITORÍA: LA MATERIALIDAD Y EL RIESGO.**

#### **3.1. Características generales de la fase de orientación.**

La primera fase del proceso de auditoría se centra en la **orientación**. En esta fase el auditor obtiene la información general del cliente y del tipo de industria del cliente, lo que le permite conocer las características generales del cliente y de su entorno. El auditor hace una evaluación global de la gestión de la empresa y detecta las áreas problemáticas y de riesgo. En una primera evaluación, el auditor decide sobre si está capacitado o no para realizar la auditoría, teniendo en consideración las siguientes circunstancias: el personal, el tiempo, la independencia del auditor y el alcance del trabajo a realizar.<sup>1</sup> Si decide realizar la auditoría, el auditor confecciona una lista de los aspectos que van a requerir una atención especial durante el desarrollo de la auditoría y hace una evaluación preliminar sobre el grado de materialidad con el que desea trabajar y el nivel de riesgo de auditoría deseado.<sup>2</sup>

Los factores claves de la fase de orientación son la **materialidad** y el **riesgo de auditoría**. La **materialidad** o **importancia relativa** tiene que ver con el grado de omisión o declaración errónea que pudiera influir en la opinión de una persona razonable que haya confiado en la información de los estados financieros, mientras que el **riesgo** hace referencia a que un auditor puede inconscientemente no modificar su opinión sobre los estados financieros que contengan

---

<sup>1</sup> Cfr. MOCKLER, ROBERT J.: "Knowledge-Based Systems for Management Decisions". Prentice-Hall Intern, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989, p. 234.

<sup>2</sup> Cfr. JACOB, VARGUESE S. y BAILEY, ANDREW D. Jr.: "A decision process approach to expert systems in auditing". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989, pp. 157-158.

declaraciones erróneas de importancia relativa.<sup>3</sup>

La correcta determinación de la materialidad y del riesgo de auditoría es muy importante para establecer el alcance del trabajo de auditoría a realizar. El auditor, en función de los niveles de materialidad y riesgo, y de acuerdo con la información obtenida de la evaluación preliminar de los controles internos, realiza una planificación previa de la auditoría, donde fija los procedimientos de auditoría que deberán seguirse.

En este sentido, en nuestro país, en la Introducción a las Normas de Técnicas de Auditoría, emitidas por el Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas (ICAC), al referirse al alcance de la auditoría de cuentas dice:

"El auditor determinará el alcance de su trabajo de acuerdo con las Normas Técnicas de Auditoría. Al aplicar dichas Normas Técnicas y decidir los procedimientos de auditoría, así como su extensión, el auditor utilizará su juicio profesional teniendo en cuenta, muy especialmente, los conceptos de importancia y riesgo relativos".<sup>4</sup>

Además del estudio de la materialidad y del riesgo de auditoría, para una correcta planificación de la auditoría también es muy importante realizar un buen análisis y evaluación del control interno.

Por lo tanto, los tres aspectos anteriores (i.e., materialidad, riesgo y control interno) deberán tenerse en cuenta para realizar una buena planificación de la auditoría. Sin embargo, del mayor o menor énfasis que se ponga en cada uno de estos aspectos dependerá la estrategia de la

---

<sup>3</sup> Cfr. MOCKLER, ROBERT J. (1989): "Knowledge-Based ...", op. cit., pp. 234, 236.

<sup>4</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, del Presidente del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, por la que se publican las Normas Técnicas de Auditoría. Boletín Oficial del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Introducción a las Normas Técnica de Auditoría: Alcance de la auditoría de Cuentas Anuales.

auditoría. En este sentido, existen varios enfoques para realizar la planificación de la auditoría, los cuales se basan en el mayor o menor énfasis que se ponga en uno de estos dos enfoques: (1) el mayor énfasis se pone en la fuerza de los controles internos, y (2) el énfasis se centra en el análisis y evaluación de los riesgos inherentes en la organización y negocio del cliente. El primer enfoque se centra en la seguridad que proporcionan a la auditoría los controles internos de la organización, mientras que el segundo enfoque se centra en el análisis de los riesgos para determinar los efectos potenciales que puedan tener sobre los estados financieros.<sup>5</sup>

La importancia relativa y el riesgo también tienen una relación directa con la fase de obtención de la evidencia. En esta fase el auditor, en función de los resultados obtenidos en las fases anteriores (i.e., orientación, evaluación de los controles internos y planificación de la auditoría), fija las pruebas de auditoría a realizar, con el fin de obtener evidencia suficiente y adecuada que le permita obtener un juicio razonable sobre la información contenida en los estados financieros y poder expresar una opinión sobre los mismos.

En este sentido, en nuestro país, las Normas de Técnicas de Auditoría emitidas por el ICAC, al referirse a la **Evidencia**, dicen:

"Los criterios que afectan a la «cantidad» (suficiencia) y a la «calidad» (adecuación) de la evidencia a obtener y, en consecuencia, a la realización del trabajo de auditoría, son los de «importancia relativa» y «riesgo probable». Estos criterios deben servir, asimismo, para la formación de su juicio profesional."<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Cfr. van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A.: "Expert Systems in Auditing". Macmillan Publishers, Globe Book Services, London, 1990, p. 90.

<sup>6</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.5.15.

Hay que tener en cuenta también que aunque los términos de «importancia relativa» y «riesgo probable» tienen distinto significado; sin embargo, ambas magnitudes están estrechamente relacionadas y se influyen mutuamente. En este sentido, en nuestro país, las Normas de Técnicas de Auditoría emitidas por el ICAC, dicen:

“Para la evaluación del «riesgo probable» debe considerarse el criterio de importancia relativa y viceversa, al ser interdependientes en cuanto al fin de la formación de juicio para la emisión de una opinión. Las decisiones a adoptar, basadas en tales evaluaciones, al ser también interdependientes, deben juzgarse y evaluarse en forma conjunta y acumulativa.”<sup>7</sup>

Los conceptos de materialidad y de riesgo corresponden ambos a la fase de orientación de la auditoría y están íntimamente relacionados; sin embargo, debido a que se refieren a aspectos diferentes de esta fase, es conveniente analizarlos por separado. Por lo tanto, a continuación, vamos a analizar cada uno de estos conceptos y veremos también un resumen de algunos de los sistemas expertos que se han desarrollado en esta materia.

### 3.2. Características generales de la materialidad.

Para poder emitir una opinión sobre los estados financieros de una entidad, el auditor debe tener evidencia suficiente y adecuada que le permita obtener una base de juicio razonable sobre la información contenida en dichos estados financieros. Ahora bien, el auditor no puede llegar a obtener una evidencia absoluta, pues eso le llevaría a tener que revisar todas las transacciones realizadas por el cliente y, obviamente, esa no es labor del auditor sino de la empresa. El auditor, al realizar la auditoría, no desea

---

<sup>7</sup> Ibid. Apartado 2.5.18.

obtener toda la evidencia, sino solamente la evidencia suficiente y competente que le permita expresar su opinión sobre los estados financieros. Para ello, el auditor admite un cierto grado de inseguridad en la evidencia obtenida, pero con la condición de que ese grado de inseguridad no sea importante para poder expresar su opinión sobre la razonabilidad de los estados financieros de la entidad. De esta forma reducirá considerablemente el trabajo de auditoría. Este grado de error se denomina **importancia relativa o materialidad** (también recibe las denominaciones de **importancia significativa** y de **importancia sustancial**).

El concepto de materialidad en auditoría está muy relacionado con el principio contable de **importancia relativa**.<sup>8</sup> El principio de importancia relativa es un principio de contabilidad generalmente aceptado que hace referencia a la relevancia de la información contable.

El **Plan General de Contabilidad Español** define el principio de importancia relativa del siguiente modo:

"Podrá admitirse la no aplicación estricta de alguno de los principios contables, siempre y cuando la importancia relativa en términos cuantitativos de la variación que tal hecho produzca sea escasamente significativa y, en consecuencia, no altere las cuentas anuales como expresión de la imagen fiel del patrimonio, de la situación financiera y de los resultados de la empresa".<sup>9</sup>

La **Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA)**, al tratar sobre los principios contables, define el principio de importancia relativa en los siguientes términos:

---

<sup>8</sup> Cfr. GINER INCHAUSTI, BEGOÑA: "Principios contables y auditoría". Incluido en MONTESINOS JULVE, VICENTE (Ed.): "La Auditoría en España. Situación actual y perspectivas". Universitat de València. Valencia, 1991, pp. 185-186.

<sup>9</sup> REAL DECRETO 1643/1990, de 29 de diciembre, por el que se aprueba el Plan General de Contabilidad. Primera parte: Principios contables.

"La aplicación de estos principios, así como la de los criterios alternativos que en ocasiones pudieran deducirse de ellos, debe estar presidida por la consideración de la importancia en términos relativos que los mismos y sus efectos pudieran presentar. Por consiguiente, puede ser admisible la no aplicación estricta de algún principio, siempre y cuando la importancia relativa en términos cuantitativos de la variación constatada, sea escasamente significativa y no altere, por tanto, la imagen fiel de la situación patrimonial y de los resultados del sujeto económico".<sup>10</sup>

La importancia relativa se refiere a la significación económica de ciertas partidas con relación a la totalidad de los estados financieros, pero también hace referencia a la influencia que pueda tener una partida sobre las decisiones del usuario de la información contable, dado que los usuarios pueden tener distintas expectativas sobre dicha información. Este último aspecto es el que predomina en las definiciones de materialidad o importancia relativa desde la óptica de la auditoría.<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE CONTABILIDAD Y ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS (AECA): "Principios y normas de contabilidad en España". Documento 1 de Principios Contables. AECA. Madrid. Mayo 1980. Edición revisada en 1991.

<sup>11</sup> Una ampliación sobre el tema de la materialidad desde la óptica de la auditoría puede verse, por ejemplo, en:

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards No. 47: Audit Risk and Materiality in Conducting an Audit". American Institute of Certified Public Accountants. New York, diciembre, 1983.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Codification of Statements on Auditing Standards, Numbers 1 to 69". Sección AU 312. American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1992, pp. 43-50.

\* ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K.: "Auditing. An Integrated Approach". Fourth edition. Prentice-Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey, 1988. Capítulo 8, pp. 233-241.

\* BOATSMAN, J. R. y ROBERSTON, J. C.: "Policy-Capturing on Selected Materiality Judgments". The Accounting Review, abril, 1974, pp. 342-352.

\* FINANCIAL ACCOUNTING STANDARDS BOARD (FASB): "Discussion Memorandum: An Analysis of Issues Related to Criteria for Determining Materiality". FASB. 1975.

\* FIRTH, M.: "Consensus Views and Judgment Models in Materiality Decisions". Accounting, Organizations, and Society, nº. 4, 1979, pp. 283-295.

\* HOLSTRUN, G. L. y MESSIER, W. F., Jr.: "A Review and Integration of Empirical Research on Materiality". Auditing: A Journal of Practice and Theory, otoño, 1982, pp. 45-63.

\* MAYPER, A. G.: "Consensus of Auditors' Materiality Judgments of Internal Accounting Control Weaknesses". Journal of Accounting Research, otoño, 1982, pp. 773-783.

\* MESSIER, W. F., Jr.: "The Effect of Experience and Firm Type on Materiality/Disclosure Judgments". Journal of Accounting Research, otoño, 1983, pp. 611-618.

\* MORIARITY, S. y BARROW, F. H.: "Modeling the Materiality Judgments of Audit Partners". Journal of Accounting Research, otoño, 1976, pp. 320-341.

\* MORIARITY, S. y BARROW, F. H.: "A Judgment Based Definition of Materiality". Journal of Accounting Research. Supplement 1979, pp. 114-135.

\* NEWTON, L. K.: "The Risk Factor in Materiality Decisions". The Accounting Review, enero, 1977, pp. 97-108.

\* PATILLO, J. W.: "Materiality: The (formerly) Elusive Standard". Financial Executive, agosto, 1975, pp. 20-27.

\* PATILLO, J. W.: "The Concept of Materiality in Financial Reporting". Volume 1. Financial Executives Research Foundation, 1976.

Así, por ejemplo, Arens y Loebbecke definen la materialidad del siguiente modo:

"Una declaración errónea en los estados financieros puede ser considerada material si el conocimiento de la declaración errónea afectaría a una decisión de un usuario razonable de los estados".<sup>12</sup>

En el mismo sentido, el SFAC nº 2 del FASB define la materialidad como:

"La magnitud de una omisión o declaración errónea de información contable que, a la luz de las circunstancias circundantes, hace probable que el juicio de una persona razonable que confía en la información pudiera haber sido modificado o influenciado por la omisión o declaración errónea".<sup>13</sup>

En nuestro país, las Normas Técnicas de Auditoría del ICAC definen el concepto de materialidad o importancia relativa en los siguientes términos:

"La «importancia relativa» puede considerarse como la magnitud o naturaleza de un error (incluyendo una omisión) en la información financiera que, bien individualmente o en su conjunto, y a la luz de las circunstancias que le rodean hace probable que el juicio de una persona razonable, que confía en la información, se hubiera visto influenciado o su decisión afectada como consecuencia del error u omisión. El concepto de importancia relativa, que está considerado en la emisión de principios y normas de contabilidad, necesariamente habrá de ser contemplado tanto en el desarrollo del plan global de auditoría como en el proceso de formación de la opinión técnica el auditor independiente y, consecuentemente, en las normas reguladoras de la profesión de auditoría".<sup>14</sup>

---

\* PATILLO, J. W. y SIEBEL, J. D.: "Factors Affecting the Materiality Judgment". CPA Journal, julio 194, pp. 39-44.

\* WARD, B. H.: "An Investigation of the Materiality Construct in Auditing". Journal of Accounting Research, primavera, 1976, pp. 138-152.

\* WOOLSEY, S. M.: "Approach to Solving the Materiality Problem". Journal of Accountancy, marzo, 1973, pp. 47-50.

<sup>12</sup> ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., p. 45.

<sup>13</sup> FINANCIAL ACCOUNTING STANDARDS BOARD (FASB): "Statement of Financial Accounting Concepts Nº 2: Qualitative Characteristics of Accounting Information". FASB. 1980. [Citado por ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K.: "Auditing. An Integrated Approach". Fourth edition. Prentice-Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey, 1988, p. 234].

<sup>14</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.5.16.

Esta norma técnica aparece desarrollada posteriormente con la Norma Técnica relativa al concepto de «importancia relativa».<sup>15</sup> En esta norma se analiza el concepto de importancia relativa en tres momentos distintos: (1) en la fase de planificación, (2) en la fase de ejecución del trabajo y (3) en la fase de emisión del informe. En el Anexo de dicha norma, aparecen también unos parámetros orientativos para la evaluación de la importancia relativa en la emisión del Informe de Auditoría. Los parámetros referentes a la importancia relativa en la planificación y en la ejecución del trabajo no aparecen contemplados en la norma, pero se indica que serán oportunamente desarrollados a partir de esta norma.

Hay que tener en cuenta también que el nivel de materialidad suele variar a lo largo del proceso de auditoría. En este sentido, en el proceso de auditoría siempre habrán tres tipos de niveles de materialidad: (1) la materialidad en la planificación de la auditoría, (2) la materialidad en la ejecución del trabajo y (3) la materialidad en la emisión del informe. Normalmente estos tres niveles serán distintos, debido a que la cantidad y calidad de la evidencia obtenida varía a lo largo de proceso de auditoría como consecuencia de las pruebas de auditoría realizadas.

Otra característica importante de la materialidad en auditoría es la escasez de normas generales de auditoría auténticamente autorizadas sobre dicho concepto y el poco

---

<sup>15</sup> RESOLUCIÓN de 8 de julio de 1991, del Presidente del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas por la que se publica la Norma Técnica relativa al concepto de "importancia relativa". Boletín Oficial del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas.

Un comentario sobre esta norma puede verse en GREÑO HIDALGO, ANTONIO: "Norma sobre «importancia relativa»". Primera reunión de trabajo. IX Congreso Nacional de Auditores-Censores Jurados de Cuentas. Valencia, 12 al 15 de noviembre de 1991.

consenso que existe. Aunque en un principio el FASB<sup>16</sup> fue partidario de establecer normas generales sobre materialidad. Sin embargo, actualmente, ni el FASB ni el AICPA son muy partidarios de emitir normas generales sobre materialidad, debido a las complejidades que inciden en la misma y al carácter subjetivo de este tipo de decisiones.<sup>17</sup>

Otro aspecto muy importante de la materialidad es el carácter subjetivo de la misma. Los juicios de materialidad no están sometidos a una norma fija con la que poder apoyarse, sino que más bien dependen de la apreciación subjetiva del auditor. El auditor, en función de las circunstancias que rodean el caso de auditoría que se está analizando, y en base a su experiencia profesional, estima el grado de materialidad que se debe emplear en el trabajo de auditoría. Además, una cantidad que sea considerada como material en una entidad puede no serlo en otra entidad.

### 3.3. La aplicación de los sistemas expertos en la evaluación de la materialidad.

Aunque la evaluación de la materialidad en auditoría es un tipo de tarea que reúne todos los requisitos que se recomiendan generalmente para poder desarrollar un sistema experto (i.e., las tareas requieren conocimiento especializado, existen auténticos expertos en la materia, los expertos son escasos, la pericia necesita ser localizada en distintos lugares, la mayoría de las tareas requieren soluciones heurísticas, etc.);<sup>18</sup> sin embargo, desde lo que conoce-

---

<sup>16</sup> Cfr. FINANCIAL ACCOUNTING STANDARDS BOARD (FASB): "Discussion Memorandum: An Analysis of Issues Related to Criteria for Determining Materiality. FASB. 1975.

<sup>17</sup> Cfr. ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., p. 237.

<sup>18</sup> Cfr. WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, pp. 127-134.

mos a través del análisis de la literatura sobre el tema, el único sistema experto que ha tratado el tema de la materialidad es el sistema **AUDITPLANNER**. Pasamos, pues, a ver, a continuación, un resumen de las características funcionales más importantes de este sistema.

## **AUDITPLANNER** <sup>19</sup>

**Autor o autores e institución patrocinadora:** Paul J. Steimbart, de la Universidad de Utah. Contó con el apoyo financiero de Deloitte, Haskins & Sells Foundation.

**Subdominio (área funcional):** Ayuda a los auditores sobre los juicios de materialidad en las etapas de planificación de la auditoría. El objetivo principal de la construcción de este sistema no fue la construcción de un sistema que resolviera un determinado tipo de problemas, sino investigar la forma en que la información cualitativa y cuantitativa influye en los juicios de materialidad de los auditores. Se trata, en realidad, de un modelo computacional que simula el proceso cognoscitivo del razonamiento de un experto en este tema.

**Descripción funcional del sistema:** El modelo de juicios

---

<sup>19</sup> Cfr. STEINBART, PAUL J.: "The Construction of a Rule-Based Expert System as a Method for Studying Materiality Judgments". *Accounting Review*, enero, 1987, pp. 97-116.

Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:

\* CONNELL, N. A. D.: "Expert Systems in Accounting: A Review of Some Recent Applications". *Accounting and Business Research*, nº. 67, invierno, 1987, p. 229.

\* CHU, GRACE T.: "Expert Systems in Computer Based Auditing". *The EDP Auditor Journal*, vol. 1, 1989, pp. 29-30.

\* EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989, pp. 58-59.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Review of Expert Systems in Auditing". *Expert Systems Review for Business and Accounting*, vol. 2, núms. 1 y 2, primavera-verano, 1989, p. 9.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Expert Systems in Auditing". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993, pp. 218-219.

\* van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., p. 87.

\* WHITE, CLINTON E., Jr.: "The Maturing of Expert Systems in Accounting and Auditing". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

que tiene establecido el sistema para fijar el nivel de materialidad a aplicar, se basa en dos decisiones separadas: (1) la elección de la base apropiada para calcular la materialidad y (2) la elección de una tasa de porcentaje a aplicar sobre dicha base.

A su vez, la base de materialidad se calcula teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- las características financieras del cliente,
- las necesidades percibidas de los usuarios,
- los planes del cliente para la financiación futura,
- el tipo de entidad y
- la clasificación de industria del cliente.

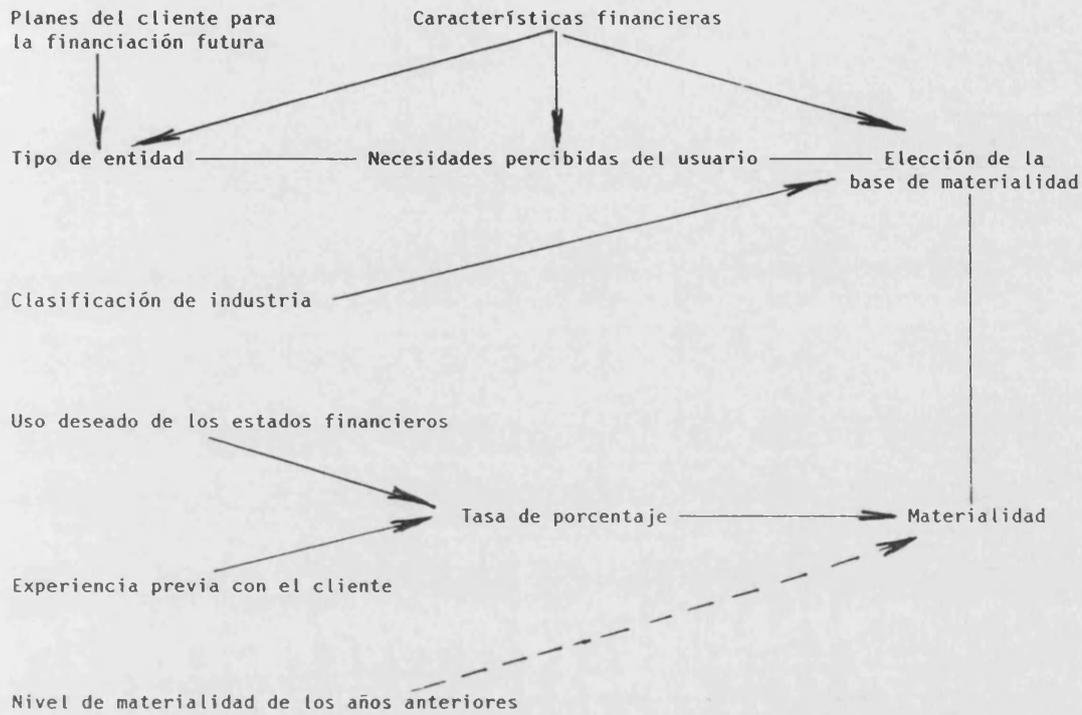
Por otra parte, la tasa de porcentaje se calcula teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- el uso deseado de los estados financieros y
- la experiencia previa con el cliente.

Por último, el nivel de materialidad se obtiene multiplicando la base de materialidad por la tasa de porcentaje. Ahora bien, este nivel de materialidad calculado puede verse modificado por el nivel de materialidad de los años anteriores (ver Figura 1).

El sistema funciona de forma interactiva con el usuario y posee facilidades de explicación y de interrogación. En el epígrafe § 3.6 de este capítulo figura un ejemplo de una sesión de muestra con el **AUDITPLANER**.

Figura 1. Modelo de juicio de materialidad



Fuente: STEINBART, PAUL J.: "The Construction of a Rule-Based Expert System as a Method for Studying Materiality Judgments". Accounting Review, enero, 1987, p. 105.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** En su construcción se utilizó el lenguaje de ingeniería del conocimiento EMYCIN. Esta concha utiliza el encadenamiento hacia atrás y tiene facilidades interrogación y explicación del razonamiento.

**Adquisición del conocimiento:** Se construyó un prototipo inicial que contenía el conocimiento sobre el dominio extraído de un libro de texto y de los manuales de auditoría de diez empresas de auditoría. En una primera etapa, se contó con la colaboración de cuatro empresa y, posteriormente, también intervino un auditor de una firma de audito-

ría, experto en la emisión de juicios de materialidad en la fase de planificación, con el fin de extraer su conocimiento y las heurísticas utilizadas para la emisión de un juicio de materialidad; de esta forma el sistema aumentó gradualmente su base de conocimiento.

El sistema prototipo se refinó a través de una serie de cinco sesiones, de medio día cada una de ellas, a través de las cuales el experto hizo funcionar el sistema con los datos de una serie de clientes actuales. Al finalizar cada sesión se editaba la base de conocimiento para ver las situaciones concretas que no se habían contemplado durante la sesión.

**Representación del conocimiento:** El conocimiento está representado por reglas de producción del tipo "Si-Entonces". Las reglas utilizan factores de certidumbre para representar el conocimiento incierto. La mayoría de las reglas tienen un factor de certidumbre de 1 asociado con sus conclusiones; esto quiere decir que las conclusiones son claramente la consecuencia de las premisas. Las reglas que poseen un factor de "-1" significan que una conclusión es muy improbable. La base de conocimiento actual tiene 95 reglas. Un ejemplo de alguna de estas reglas puede verse en las Figuras 2 y 3 que aparecen a continuación.

Figura 2. Ejemplo de regla de producción sobre la elección de la base de materialidad.

---

SI	1. los usuarios principales de los estados financieros del cliente pueden pretenden estar interesados principalmente en las medidas de la posición financiera, y
	2. la cantidad de activos es mayor a la cantidad de fondos propios de los propietarios,
ENTONCES	el juicio de materialidad debería basarse en la cantidad de los fondos propios de los propietarios.

---

Fuente: STEINBART, PAUL J.: "The Construction of a Rule-Based Expert System as a Method for Studying Materiality Judgments". Accounting Review, Enero, 1987, p. 107.

Figura 3. Ejemplo de regla de producción sobre la elección de la tasa de porcentaje

---

SI	<ol style="list-style-type: none"><li>1. los estados financieros no van a ser usados en relación con una oferta pública de los valores del cliente, y</li><li>2. los estados financieros no van a ser usados en relación con una transferencia de interés en el cliente, y</li><li>3. los estados financieros no van a ser usados en relación con una prueba de control del cliente, y</li><li>4. los estados financieros no van a ser usados para establecer algún litigio pendiente en el cual está implicado el cliente, y</li><li>5. los estados financieros no van a ser usados en relación con una investigación hecha por una agencia reguladora, y</li><li>6. el cliente no está violando o violará los convenios de deuda restrictiva realizada con las operaciones continuadas.</li></ol>
ENTONCES	una tasa de porcentaje del 5 % debería de usarse para calcular la materialidad

---

Fuente: STEINBART, PAUL J.: "The Construction of a Rule-Based Expert System as a Method for Studying Materiality Judgments". Accounting Review, enero, 1987, pp. 108-109.

**Motor de inferencia: métodos de razonamiento:** El AUDITPLANER utiliza una estrategia de control de **encadenamiento hacia atrás**, es decir desde un juicio de materialidad hasta los hechos que apoyan esta decisión. El sistema elige una base de materialidad guiado por un proceso de inferencia que hace en función de los intereses de los usuarios de los estados financieros. Las tasas de porcentaje para calcular la materialidad son sugeridas, y si existen circunstancias en las que el sistema percibe que existe un aumento del riesgo comercial, entonces el sistema modifica las tasas de porcentaje.

**Validación del sistema:** En la evaluación preliminar del AUDITPLANER intervinieron seis auditores, de los cuales tres eran directores y los otros tres eran auditores principales. Cinco auditores evaluaron dos empresas de los clientes y otro auditor evaluó una lista de trece compañías. La información se tomó de los papeles de trabajo que se había utilizado en las sesiones con el AUDITPLANER.

Los juicios del AUDITPLANER fueron comparados con el nivel de materialidad corriente utilizado en auditoría. Las soluciones dadas por el sistema fueron aceptables en ocho de las trece empresas.

En cuanto a los nivel de materialidad recomendados por el AUDITPLANER, éstos fueron más conservadores que los recomendados por los auditores. El sistema recomendó niveles más bajos de materialidad que los auditores en doce de las trece empresas.

**Usuarios del sistema:** El usuario es considerado como otro auditor cuya opiniones pueden diferir de las incorporadas en el AUDITPLANER.

**Estado de desarrollo:** Aunque este sistema era un prototipo que pretendía únicamente estudiar los juicios de materialidad de los auditores, con un refinamiento adicional el sistema se puede utilizar como ayuda a la decisión o como un instrumento de formación de los nuevos auditores.

#### OTRAS INVESTIGACIONES DE INTERÉS

Existe también un trabajo de Chong y Vinten<sup>20</sup> relacionado con la aplicación de los sistemas expertos al tema de la materialidad en auditoría. En dicho trabajo no se estudia ningún sistema experto concreto, pero se realiza un análisis de la materialidad en auditoría y se realiza una valoración de las posibilidades de utilizar los sistemas expertos en este dominio.

---

<sup>20</sup> Cfr. CHONG, H. GIN y VINTEN, GERALD: "Materiality in Auditing: Assess the Possibilities of Using an Expert System". 15th Annual Congress of the European Accounting Association. Madrid, 22-24 de abril de 1992. AECA-Caja Madrid, Madrid, 1992.

### 3.4. Características generales del riesgo de auditoría.

El entorno empresarial actual, como se sabe, es muy complejo (e.g., conexiones internacionales de la economía, crisis económica, diversificación de productos y de mercados, ...) y se encuentra sometido a múltiples riesgos. Todos los aspectos de una organización empresarial, tanto internos como externos, se ven sometidos al riesgo. Por lo tanto es necesario realizar un análisis y control de los riesgos que afectan a la empresa, ya que éstos pueden incidir sobre la información contenida en los estados financieros de la empresa. Estos riesgos pueden ser debidos a la propia complejidad del entorno, específicos de la industria o específicos de la organización.

En este apartado no vamos a entrar en el análisis de todos los riesgos a los que se ven sometidas las empresas, sino única y exclusivamente del riesgo asociado con la auditoría.<sup>21</sup> Cuando se habla del riesgo relacionado con la auditoría de los estados financieros hay que distinguir dos tipos de riesgo: (1) el riesgo de auditoría propiamente dicho y (2) el riesgo comercial. El riesgo de auditoría es el riesgo que existe de que el auditor declare que los estados financieros son razonablemente correctos y una opinión de auditoría no cualificada puede ser emitida,

---

<sup>21</sup> Una ampliación sobre el riesgo de auditoría puede verse, por ejemplo, en:

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards No. 47: Audit Risk and Materiality in Conducting an Audit". American Institute of Certified Public Accountants. New York, diciembre, 1983.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Codification of Statements on Auditing Standards, Numbers 1 to 69". Sección AU 312. American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1992, pp. 43-50.

\* ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K.: "Auditing. An Integrated Approach". Fourth edition. Prentice-Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey, 1988. Capítulo 8.

\* CUSHING, B. E. y LOEBBECKE, J. K.: "Analytical Approaches to Audit Risk: A Survey and Analysis". Auditing: Journal of Practice and Theory, vol. 3, nº 1. 1983, pp. 23-41.

\* GROBSTEIN, M. y GRAIG, P. W.: "A Risk Analysis Approach to Auditing". Auditing: A Journal of Practice and Theory, vol. 3, nº 2, 1984, pp. 1-16.

\* JIAMBALVO, J. J. y WALLER, W.: "Decomposition and Assessments of Audit Risk". Auditing: A Journal of Practice and Theory, vol. 3, nº 2, 1984, pp. 80-88.

\* LIBBY, R., ARTMAN, J. T. y WILLINGHAM, J. J.: "Process Susceptibility, Control Risk and Audit Planning". The Accounting Review, abril, 1985, pp. 212-230.

\* VERGÉS MAMÉ, ENRIQUE: "El riesgo de auditoría". Revista Técnica. Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España, nº. 3, 1993, pp. 4-11.

cuando, en realidad, son materialmente erróneos. Mientras que el **riesgo comercial** es el riesgo de que el auditor sufra algún daño como consecuencia de su relación con el cliente, aunque el informe de auditoría producido para ese cliente sea correcto.<sup>22</sup> Este último tipo de riesgo está relacionado con la responsabilidad legal del auditor.<sup>23</sup> En este capítulo nos centraremos únicamente en el riesgo de auditoría propiamente dicho, pues el riesgo comercial no tiene nada que ver con la fase de orientación de la auditoría.

Como consecuencia de la importancia que ha adquirido en la actualidad el riesgo en las empresas, han aparecido nuevas técnicas de gestión que pretenden analizar y evaluar los riesgos a los que se ven sometidas las empresas actuales. De acuerdo con esta tendencia, los auditores también han empezado a utilizar estas técnicas de gestión del riesgo para detectar los riesgos que pueden afectar a los estados financieros de la empresa y a la propia organización del negocio.

La **gestión del riesgo en auditoría** consiste en identificar el riesgo que puede resultar de los errores contenidos en los estados financieros. La identificación del riesgo de auditoría se realiza en la fase de orientación de la auditoría y es muy importante para efectuar correctamente la planificación de la auditoría, pues de ella van a depender los procedimientos y pruebas de auditoría que deberán llevarse a cabo.

---

<sup>22</sup> Cfr. ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., p. 241.

<sup>23</sup> Una ampliación sobre la **responsabilidad legal del auditor** puede verse, por ejemplo, en:

\* ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit. Capítulo 4, pp. 99-120.

\* STEIN, ALVIN M. y WOLOSKY, JOEL M.: "Responsabilidad legal". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 5, pp. 81-98.

\* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M.: "Auditoría". Interamericana. México. 1987. Capítulo 4, pp. 103-139.

De acuerdo con van Dijk y Williams, con la aplicación de las técnicas de gestión del riesgo en auditoría se obtienen dos objetivos fundamentales:<sup>24</sup> (1) mejorar sustancialmente la eficacia del enfoque de la auditoría, pues permite detectar la fuente de potenciales errores en los estados financieros y permite revisar y evaluar las potencialidades de la organización en la profundidad que indiquen los riesgos, y (2) aumentar la eficiencia en el enfoque de la auditoría, pues al utilizar estas técnicas se reducen considerablemente otros campos de trabajo de la auditoría.

La evaluación de los riesgos asociados con la auditoría siempre es muy subjetiva, pues en su determinación se suelen utilizar tanto aspectos cuantitativos (e.g., ratios financieros, análisis de tendencias ...) como cualitativos (e.g., correcta contabilización de las transacciones). La correcta identificación y evaluación de los riesgos de auditoría sólo puede ser realizada por auditores expertos, con muchos años de experiencia.

Las normas de auditoría también pueden ayudar al auditor, proporcionándole algunos indicadores para identificar los riesgos de auditoría. Sin embargo, por desgracia, existen muy pocas normas y las que existen suelen ser muy genéricas. Para paliar esta ausencia de reglas se han creado algunos modelos que permiten identificar y cuantificar los riesgos asociados con una auditoría. El modelo más utilizado para la evaluación del riesgo de auditoría es el propuesto por el AICPA en el SAS N° 47.<sup>25</sup> El modelo de riesgo de auditoría propuesto por el AICPA es un modelo conceptual que

---

<sup>24</sup> Cfr. van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., p. 91.

<sup>25</sup> Cfr.

\* AICPA (1983): "Statement on ...", op. cit.

\* AICPA (1992): "Codification of ...", op. cit., pp. 43-50.

También puede consultarse:

\* ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., pp. 241-251.

divide el riesgo de la auditoría deseado en tres tipos de riesgos: (1) el riesgo inherente, (2) el riesgo del control interno y (3) el riesgo de detección. La fórmula principal del modelo es la siguiente:

$$\text{DAR} = \text{IR} \times \text{CR} \times \text{DR}$$

donde:

DAR = Riesgo de auditoría deseado.

IR = Riesgo inherente.

CR = Riesgo de control interno.

DR = Riesgo de detección.

Arens y Loebbecke<sup>26</sup> definen estos cuatro tipos de riesgos del siguiente modo:

"Riesgo deseado. Medida de lo dispuesto que esté el auditor a aceptar que los estados financieros puedan ser materialmente declarados erróneos después de finalizar la auditoría y se haya emitido una opinión no calificada."

"Riesgo inherente. Medida de la expectativa del auditor sobre que exista un error que exceda de una cantidad tolerable en un segmento<sup>27</sup> antes de considerar la eficacia de los controles de contabilidad internos."

"Riesgo de control. Medida de la expectativa del auditor sobre que los errores que excedan de una cantidad tolerable en un segmento no serán prevenidos o detectados por la estructura de control interno del cliente."

"Riesgo de detección. Medida de lo dispuesto que esté el auditor a aceptar que la evidencia de auditoría a obtener de un segmento no logre detectar errores que excedan de una cantidad tolerable, aunque tales errores existan."

El riesgo de auditoría deseado es el riesgo que el auditor está dispuesto a asumir de que los estados financieros no sean correctamente declarados después de finalizar la auditoría y emitir una opinión no calificada.<sup>28</sup>

---

<sup>26</sup> ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...". Op. cit., p. 242.

<sup>27</sup> Un segmento se refiere a un saldo de cuentas o a una clase de saldos de cuentas o de transacciones.

<sup>28</sup> Cfr. ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., p. 243.

El **riesgo inherente** se refiere a la susceptibilidad de error material de los estados financieros, suponiendo que no hay controles de contabilidad internos.<sup>29</sup> Por lo tanto, cuando ignorando los controles internos del cliente exista una probabilidad de error alta entonces se puede afirmar que el riesgo inherente es también alto. El riesgo inherente puede ser producido por la propia actividad de la empresa o por causas externas a ella. Ahora bien, parte de este riesgo puede ser reducido utilizando un adecuado sistema de control interno; aunque no todos los riesgos se eliminan, pues no hay ningún sistema de control interno que sea infalible y, por lo tanto, siempre existirá un riesgo residual que el sistema no será capaz de detectar.<sup>30</sup>

El **riesgo de control** se refiere a valoración de si la estructura del control interno de un cliente es eficaz para prevenir o detectar errores y a la intención del auditor de hacer esa valoración a un nivel por debajo del máximo (el 100%) como parte del plan de auditoría.<sup>31</sup>

El **riesgo de detección** es el riesgo que está dispuesto a correr el auditor de no lograr encontrar errores materiales en los estados financieros aplicando procedimientos de auditoría, suponiendo que tampoco hubieran sido detectados por el sistema de control interno.<sup>32</sup>

De acuerdo con el AICPA, el auditor deberá determinar en primer lugar los niveles de riesgo de auditoría deseado, de riesgo inherente y de riesgo de control y, después, en función de los niveles de riesgo anteriores, determinará el

---

<sup>29</sup> Ibid., p. 246.

<sup>30</sup> Cfr. van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., p. 91.

<sup>31</sup> Cfr. ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (198): "Auditing. An ...", op. cit., p. 250.

<sup>32</sup> Ibid., p. 250.

nivel de riesgo de detección. Por lo tanto, el riesgo de detección se puede calcular a partir de los otros tres riesgos utilizando la siguiente fórmula:<sup>33</sup>

$$DR = \frac{DAR}{IR \times CR}$$

Los niveles de riesgo establecidos en el modelo del AICPA, también aparecen recogidos en nuestro país en las Normas Técnicas de Auditoría del ICAC, bajo los nombres de riesgo final y riesgo probable. El riesgo final figura dentro del contexto de la evaluación del control interno y se define así:

"El riesgo final del auditor es una combinación de tres riesgos diferentes. El primero está constituido por la posibilidad inherente a la actividad de la entidad de que existan errores de importancia en el proceso contable, del cual se obtienen las cuentas anuales. El segundo es la posibilidad de que existiendo estos errores de importancia no fueran detectados por los sistemas de control interno de la entidad. Finalmente existe un tercer riesgo, consistente en la posibilidad de que cualquier error de importancia que exista y no hubiera sido puesto de manifiesto por el sistema de control interno, no fuera a su vez detectado por la aplicación de pruebas adecuadas de auditoría."<sup>34</sup>

Mientras que el riesgo probable aparece en el contexto de la evidencia, y se define en los siguientes términos:

"La consideración del «riesgo probable» supone la posibilidad de que el auditor no detecte un error significativo que pudiera existir en las cuentas, por la falta de evidencia respecto a una determinada partida o por la obtención de una evidencia deficiente o incompleta sobre la misma".<sup>35</sup>

---

<sup>33</sup> Ibid., p. 242.

<sup>34</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.4.24.

<sup>35</sup> Ibid. Apartado 2.5.17.

### 3.5. La aplicación de los sistemas expertos en la evaluación del riesgo de auditoría.

La evaluación del riesgo de la auditoría es un área potencial en la que también se pueden aplicar los sistemas expertos y en la que ya se está empezando a trabajar; sin embargo, existe muy poca información publicada sobre este tipo de sistemas expertos, debido a que se encuentran en fase de diseño y experimentación.

A continuación vamos a ver algunas de las aplicaciones más significativas de sistemas expertos utilizados en la fase de análisis y evaluación del riesgo de auditoría. De todas ellas, la aplicación más importante y más documentada es el sistema **RISK ADVISOR**.

#### **RISK ADVISOR** <sup>36</sup>

**Autor/autores e institución patrocinadora:** Lynford E. Graham, Jeffrey Damens y Gerge Van Ness, todos ellos de Coopers & Lybrand.

**Subdominio (área funcional):** El **RISK ADVISOR** ayuda a los auditores a identificar y evaluar los riesgos en auditoría. El sistema puede usarse en la fase de planificación de la

---

<sup>36</sup> Cfr.

\* GRAHAM, LYNFORD E., DAMENS, JEFFREY y VAN NESS, GEORGE: "Developing Risk Advisor: An Expert System for Risk Identification". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 10, nº. 1, 1991, pp. 69-96.

\* DAMENS, JEFFREY, SITRUK, PAUL y MARTIN, NANCY: "A Vertical Application Platform for Knowledge-Based Financial Systems". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, pp. 195-205.

Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:

\* BROWN, CAROL E.: "Expert Systems in Public Accounting: Current Practice and Future Directions", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, p. 9.

\* MURPHY, DAVID y BROWN, CAROL E.: "The Uses of Advanced Information Technology in Audit Planning". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, p. 189.

\* PHILLIPS, MARY ELLEN y BROWN, CAROL E.: "A Survey of Expert Systems Used in the Practice of Public Accounting". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993, p. 344.

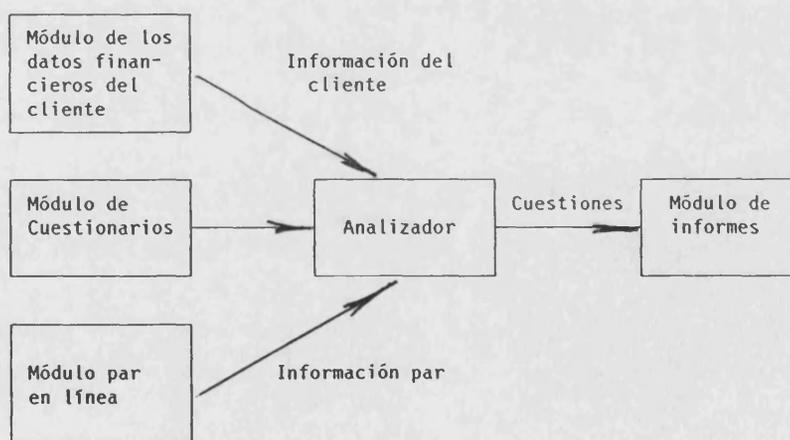
auditoría para identificar y ayudar a documentar los riesgos potenciales de la auditoría. También se puede utilizar en la fase final de la auditoría para comprobar que han sido abordados todos los temas sobre el riesgo contenidos en el plan de auditoría.

**Descripción funcional del sistema:** El funcionamiento del RISK ADVISOR se basa en el «Memorandum de Estrategia de Auditoría» que utiliza Coopers & Lybrand para identificar los riesgos en las auditorías.

La arquitectura del sistema está formado por los siguientes módulos (ver Figura 4):

1. Tres módulos para la extracción de datos:
  - Módulo de los datos financieros del cliente.
  - Módulo de cuestionarios.
  - Módulo par en línea.
2. Módulo de análisis.
3. Módulo de informes.

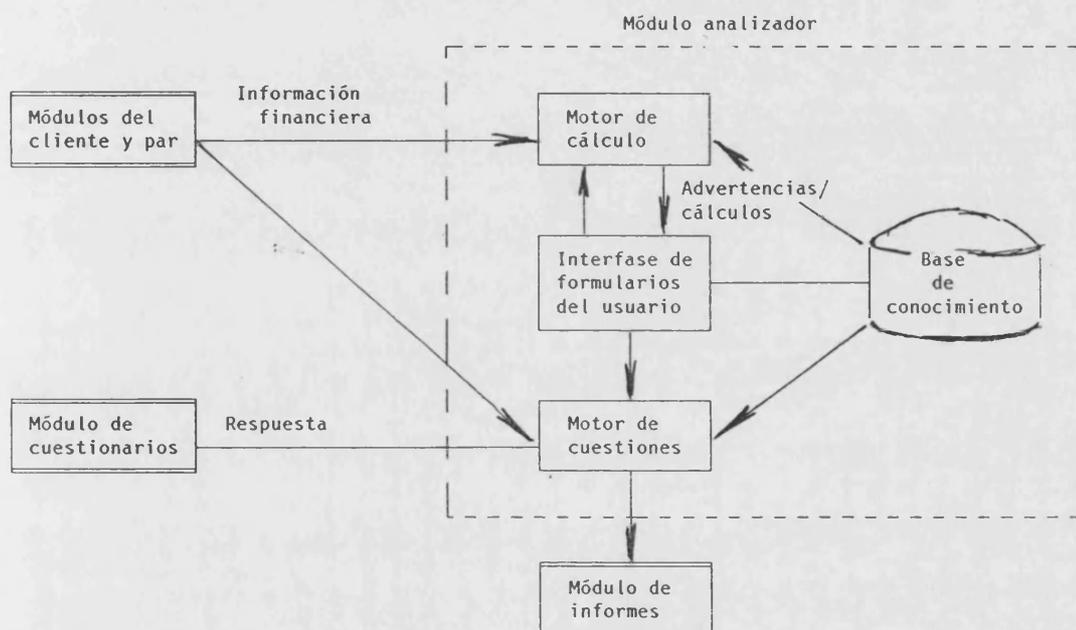
Figura 4. Módulos del Risk Advisor



Fuente: GRAHAM, LYNFORD E., DAMENS, JEFFREY y VAN NESS, GEORGE: "Developing Risk Advisor: An Expert System for Risk Identification". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 10, nº. 1, 1991, p. 81.

El **módulo de datos financieros** sirve para introducir la información financiera del cliente procedente de los balances, cuentas de resultados, presupuestos, etc. El **módulo de cuestionarios** trata sobre los cuestionarios y formularios. Estos cuestionarios se utilizan para obtener información de tipo cualitativo (e.g., ¿se utiliza el criterio de valoración LIFO?). El **módulo de datos par** permite extraer información financiera de las bases de datos.

Figura 5. Componentes del módulo analizador



Fuente: GRAHAM, LYNFORD E., DAMENS, JEFFREY y VAN NESS, GEORGE: "Developing Risk Advisor: An Expert System for Risk Identification". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 10, nº. 1, 1991, p. 82.

El **módulo de análisis**, denominado *Analyzer*, reúne y organiza los datos obtenidos por los módulos anteriores y solicita y recoge cualquier otro tipo de información adicional que sea necesaria. El **Analyzer** es el módulo principal del sistema, y está formado por seis componentes principales: (1) la interfase del usuario de los formularios, (2) la interfase del cuestionario, (3) el motor de cálculo, (3) el motor de cuestiones, (5) la base de conoci-

miento y (6) el sistema de mantenimiento de la base de conocimiento. En la Figura 5 se ilustran los componentes del módulo analizador.

Por último, el **módulo de informes** produce un informe con la lista de los temas de la auditoría y del negocio que debe considerar el auditor.

El sistema es muy amistoso con el usuario. Contiene múltiples menús y permite utilizar el ratón. La forma de presentación de las pantallas es muy parecida al sistema expertos EXPERTAX, también de Coopers & Lybrand. Se pueden realizar tareas simultáneamente en varias máquinas. La introducción de datos puede ser manual o se puede obtener electrónicamente de los archivos creados por otros programas de Coopers & Lybrand.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** La herramienta de desarrollo utilizada fue el FFAST, desarrollada por Coopers & Lybrand, en cooperación con la concha ART, de Inference Corporation. En su desarrollo se utilizó una máquina Symbolics 3620 LISP. El sistema funciona en ordenadores IBM PC o compatibles, con procesador 286 ó 386.

**Adquisición del conocimiento:** La base de conocimiento del sistema contiene el conocimiento de más de 100 miembros de los equipos de auditoría de Coopers & Lybrand, así como el conocimiento de especialistas de la empresa de otras áreas (e.g., especialistas en fusiones y adquisiciones, especialistas en pensiones, consultores de gestión, ...)

**Representación del conocimiento:** El conocimiento está representado por medio de marcos (*frames*), aunque también utiliza reglas de producción para realizar los procesos de

inferencia.

**Motor de inferencia: métodos de razonamiento:** Utiliza una estrategia de razonamiento de encadenamiento hacia adelante.

**Usuarios del sistema:** El sistema se ha diseñado para uso interno de los auditores de Coopers & Lybrand.

### OTRAS INVESTIGACIONES DE INTERÉS

Además de las investigaciones anteriores, otras investigaciones interesantes son:

\* El sistema **RICE**<sup>37</sup> (acrónimo de Risk Identification and Control Evaluation) determina los indicadores de riesgo a utilizar en la planificación de un compromiso de auditoría. El sistema está siendo desarrollado por Arthur Andersen & Co. en América y forma parte del Proyecto **FEAP (Front End Analysis and Planning)**. El sistema calcula unos indicadores de riesgo que sirve para determinar el grado de error asociado con una cuenta determinada. La información que proporciona el sistema se utiliza después por el auditor para realizar la planificación de un compromiso de auditoría.

\* El **RISK ADVISER**<sup>38</sup> (nombre abreviado de «The Change Of Ownership Risk») es un sistema experto que asesora a los

---

<sup>37</sup> Un resumen del sistema puede verse en:

\* WILSON, EDWARD, EDGE, W., FOGELGARN, L., SIMNETT, R. y GAY, G.: "Going Concern: a Prototype Expert System". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

\* van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 94 y 174.

<sup>38</sup> Cfr. LANDY, JANE: "The Change of Ownership Risk Adviser". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

socios y directores de auditoría sobre los riesgos asociados con el cambio de propiedad de un cliente de auditoría. El sistema identifica los riesgos de auditoría y recomienda las acciones que se deben tomar para evitarlos o reducirlos. Está siendo desarrollado por el **Grupo de Tecnología de la Información en Contabilidad Nacional y Auditoría de Touche Ross**. En su desarrollo se ha utilizado la concha CRYSTAL.

\* El **INHERENT RISK ANALYSIS** <sup>39</sup> es un prototipo de sistema experto para el análisis del riesgo inherente en empresas industriales y comerciales. El sistema está siendo desarrollado por el **Grupo de Investigación de Auditoría de KPMG Peat Marwick**.

\* El **RISK ASSESSMENT** <sup>40</sup> es un prototipo de sistema experto, desarrollado por Price Waterhouse, para la evaluación del riesgo inherente. Los resultados que se obtienen operando con el sistema son utilizados después como datos por el sistema experto **COMPAS** (ver epígrafe § II-5.2).

\* White <sup>41</sup> está desarrollando un sistema experto para evaluar el riesgo de auditoría de acuerdo con el modelo de riesgo de auditoría propuesto en el **SAS N.º. 47 del AICPA**.<sup>42</sup> El sistema explica, documenta y evalúa los factores y el razonamiento implicados en la valoración del riesgo de auditoría. Esta investigación pretende un triple objetivo: (1) entender los procesos de razonamiento y de juicio de los

---

<sup>39</sup> Cfr.

\* BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 3-18.

\* MURPHY, DAVID y BROWN, CAROL E. (1992): "The Uses ...", op. cit., p. 189.

<sup>40</sup> Cfr.

\* BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., 1991, p. 14.

\* MURPHY, DAVID y BROWN, CAROL E. (1992): "The Uses ...", op. cit., p. 189.

<sup>41</sup> Cfr. WHITE, CLINTON E., Jr.: "The Maturing of Expert Systems in Accounting and Auditing". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

<sup>42</sup> Cfr. AICAP (1983): "SAS No. 47: Audit risk ...", op. cit.

auditores al valorar el riesgo de auditoría, (2) construir un modelo para usar como una herramienta de educación sobre el riesgo de auditoría y (3) producir una herramienta informática que ayude en la documentación de los procesos de razonamiento sobre el riesgo de auditoría. El primer paso en su desarrollo se ha centrado en modelizar el proceso de razonamiento para el riesgo inherente. En su construcción se utilizó, en el primer prototipo, la concha VP-Expert y, en la segunda fase, la concha ESE de IBM.

\* El IRE (Inherent Risk Evaluator)<sup>43</sup> es un sistema experto que ayuda a los auditores a calcular los riesgos inherentes en el proceso de auditoría, de acuerdo con el modelo de riesgo de auditoría propuesto por el SAS N° 47 del AICPA.<sup>44</sup> El modelo no se basa en un sólo aspecto de la auditoría, sino que se centra en el análisis global de las diversas fases del proceso de auditoría. El conocimiento está representado por medio de reglas de producción. El sistema ha sido desarrollado utilizando el lenguaje LISP y corre en un ordenador portátil COMPAQ II. Este proyecto de investigación contó con el apoyo de Peat Marwick Foundation por medio de su Programa «Oportunidades de Investigación en Auditoría».

---

<sup>43</sup> Cfr.:

\* DHAR, VASANT, LEWIS, BARRY L. y PETERS, JAMES M.: "Assessing Inherent Risk During Audit Planning: A Computational Model". Research Report, Peat, Marwick, Mitchell Foundation. Enero 1987.

\* DHAR, VASANT, LEWIS, BARRY L. y PETERS, JAMES M.: "A Knowledge-Based Model of Audit Risk". A. I. Magazine, vol. 9, n° 3, otoño, 1988, pp. 56-63.

\* PETERS, J.M., LEWIS, B.L. y DHAR, V.: "Assessing inherent risk during audit planning: the development of a knowledge based model". Accounting, Organizations and Society, n°. 4, 1989, pp. 359-378.

\* PETERS, JAMES M.: "Knowledge Representation Issues in Complex Decision Domains: an Example from Inherent Audit Risk Assessment". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, n°. 1, enero, 1992, pp. 9-20.

<sup>44</sup> AICAP (1983): "SAS No. 47: Audit risk ...". Op. cit.

### 3.6. ANEXO: EJEMPLO DE SESIÓN DE MUESTRA CON EL AUDITPLANER.

Por último, vamos a ver cómo se realizaría una sesión de muestra con el sistema AUDITPLANER.

- 
1. ¿Cuál es el nombre del cliente?  
\*\* EJEMPLO
  2. ¿Cuál es el ejemplo fundamental de la línea de negocios o clasificación de industria?  
\*\* FABRICACIÓN
  3. ¿Es la primera vez que se ha auditado el Ejemplo?  
\*\* NO
  4. ¿Han habido adquisiciones bien individualmente o bien en cantidad total a un 10 % o más de los activos totales del cliente?  
\*\* NO
  5. Algunas de las siguientes preguntas le pedirán que introduzca cantidades de dólares de los estados financieros del cliente. ¿Estarán sus respuestas en términos de miles de dólares?  
\*\* SI
  6. ¿Tiene el Ejemplo alguna deuda comercializada públicamente o valores de fondos propios?  
\*\* SI
  7. ¿Cuáles serán según usted las ganancias al por menor?  
\*\* 7616
  8. ¿Cuál es la cantidad de activos corrientes?  
\*\* 5822
  9. ¿Cuál es la cantidad de pasivos exigibles?  
\*\* 3009
  10. ¿Cuál es su estimación sobre la renta anual de operaciones continuadas?  
\*\* 3786
  11. ¿Van los estados financieros a ser utilizados con una oferta pública de valores?  
\*\* NO
  12. ¿Van los estados financieros a ser utilizados con una transferencia de interés en el Ejemplo?  
\*\* NO
  13. ¿Van los estados financieros a ser utilizados con una prueba de control del Ejemplo?  
\*\* NO
  14. ¿Van los estados financieros a ser utilizados para establecer un

litigio con el Ejemplo?.

\*\* NO

15. ¿Van los estados financieros a ser utilizados con una petición hecha por una comisión reguladora?.

\*\* NO

16. ¿Cuántas deudas a largo plazo tiene el Ejemplo?.

\*\* 882

17. ¿Tiene el Ejemplo algún convenio sobre sus deudas a largo plazo o sus líneas de crédito existentes?.

\*\* SI

18. ¿Tiene el Ejemplo algún sistema de deuda que limite los dividendos a un porcentaje de las ganancias corrientes o del flujo de caja?.

\*\* NO

19. ¿Alguno de los sistemas de deuda le requieren mantener un nivel de ganancias?.

\*\* NO

20. ¿Tiene el Ejemplo o algún sistema de deuda que le requieran usar parte de su flujo de caja para retirar sus deudas?.

\*\* NO

#### RESPUESTA DEL AUDITPLANNER:

El nivel total de materialidad que se va a usar en la planificación de la extensión de los procedimientos de auditoría es 189.300.<sup>45</sup>

Las razones para los juicios de materialidad son las siguientes:

El cálculo del nivel de materialidad estaba basado en el uso de la renta de las operaciones continuadas, como base para el cálculo de la materialidad. El nivel de materialidad fue calculado utilizando una tasa de porcentaje de 0'5.

---

<sup>45</sup> Esta cifra sale de multiplicar la renta anual de las operaciones continuadas por el porcentaje de materialidad utilizado, es decir  $3786 \times 0'5$ .

## **CAPITULO 4. SISTEMAS EXPERTOS EN LA EVALUACIÓN DEL CONTROL INTERNO.**

### **4.1. Características generales del control interno.**

Dada la actual complejidad de las organizaciones empresariales (i.e., aumento de la actividad económica, descentralización, delegación de funciones y responsabilidades, proceso electrónico de los datos,...), todas las empresas requieren, en mayor o menor medida, un adecuado sistema de control interno que garantice el buen funcionamiento y supervivencia de las mismas.

Uno de los pasos preliminares que hay que realizar en el proceso de auditoría es el estudio y evaluación de los controles que tiene establecidos la empresa, con el fin de garantizar: (1) que los activos empresariales están suficientemente protegidos; (2) que todas las transacciones están debidamente autorizadas y existe una adecuada separación de deberes con el fin prevenir fraudes y errores; (3) que todas las transacciones contables se registran correctamente; (4) que la información contenida en los estados financieros es completamente fiable; (5) que los recursos de la empresa se utilizan racionalmente, de forma que posibilitan el logro de una gestión eficiente, ... Estos controles se conocen en auditoría con el nombre de **control interno**. Como resulta obvio, no vamos a entrar en un examen exhaustivo del control interno, pues ese no es el motivo del presente trabajo; sin embargo, vamos a comentar, aunque brevemente, algunos de los aspectos fundamentales del control interno<sup>1</sup> con el fin de poder analizar mejor las

---

<sup>1</sup> Una ampliación sobre el tema del control interno puede verse, por ejemplo, en:  
\* ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA: "Control y auditoría internos de la empresa". Consejo General de Colegios de Economistas. Madrid. 1988. Capítulos 4 y 5, pp. 75-101.  
\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Procedure No. 33: Auditing Standards and Procedures". American Institute of Certified Public Accountants.

aplicaciones de los sistemas expertos en el análisis y evaluación del control interno.

De acuerdo con el esquema marcado al estudiar el proceso de auditoría (ver epígrafe § II-2.2.4.), una vez

---

tants. New York. 1963. Capítulo 5, pp. 27-33.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards No. 1: Codification of Auditing Standards and Procedures". Sección 320. American Institute of Certified Public Accountants. New York, noviembre, 1972.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Professional Standards". Vol. 1. Sección 320. American Institute of Certified Public Accountants. Commerce Clearing House. 1979.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Report of the Special Advisory Committee on Internal Control". American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1979.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards No. 55: Consideration of the Internal Control Structure in a Financial Statement Audit". American Institute of Certified Public Accountants. New York, abril, 1988.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Codification of Statements on Auditing Standards, Numbers 1 to 69". Sección 319. American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1992, pp. 81-104.

\* ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K.: "Auditing. An Integrated Approach". Fourth edition. Prentice-Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey, 1988. Capítulo 9, pp. 269-316.

\* ASHTON, R. H.: "An Experimental Study of Internal Control Judgments". Journal of Accounting Research, primavera, 1974, pp. 143-157.

\* ASHTON, R. H.: "Comment: Some Observations on Auditors' Evaluations of Internal Controls". Journal of Accounting, Auditing and Finance, otoño, 1979, pp. 56-66.

\* ASHTON, R. H. y BROWN, P. R.: "Descriptive Modeling of Auditors' Internal Control Judgments: Replication and Extension". Journal of Accounting Research, primavera, 1980, pp. 267-277.

\* BIGGS, S. F. y MOCK, T. J.: "An Investigation of Auditor Decision Processes in the Evaluation of Internal Controls and Audit Scope Decisions". Journal of Accounting Research, primavera, 1983, pp. 234-255.

\* BRENNAN, PATRICK J.: "El control interno". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 13, pp. 277-303.

\* CASALS CREUS, RAMÓN, GASSO VILAFRANCA, JOSÉ M. y SORIA SENDRA, CARLOS: "Fundamentos de auditoría". Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid. 1992. Capítulo 5, pp. 61-94.

\* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M.: "Auditoría". Interamericana. México. 1987. Capítulos 7 y 8, pp. 207-273.

\* COOPERS & LYBRAND: "Manual de Auditoría". Ediciones Deusto. Bilbao, 1984. Capítulo 3, pp. 18-23; capítulo 7, pp. 66-79; capítulo 8, pp. 80-117.

\* GROLLMAN, WILLIAM K. y COLBY, ROBERT W.: "Internal Control for Small Businesses". Journal of Accountancy, diciembre, 1978, pp. 64-67.

\* INSTITUTO DE CENSORES JURADOS DE CUENTAS DE ESPAÑA: "Manual de Auditoría". Instituto de Censores Jurados de Cuentas. Madrid. 1982. Capítulo 5, pp. 41-80.

\* JOHNSON, K. P. y JAENICKE: "Evaluating Internal Control". John Wiley & Sons, 1980.

\* LOEBBECKE, JAMES K. y ZUBER, GEORGE R.: "Evaluating Internal Control". Journal of Accountancy, febrero, 1980, pp. 49-56.

\* MAUTZ, ROBERT K., KELL, WALTER G., MAHER, MICHAEL W., MERTEN, ALAN G., REILLY, RAYMOND R., SEVERAMCE, DENNIS G. y WHITE, BERNARD J.: "Internal Control in U.S. Corporations: The State of the Art". New York. Financial Executives Research Foundation. 1980.

\* MAUTZ, R. K. y MINI, D. L.: "Internal Control Evaluation and Audit Program Modification". The Accounting Review, abril, 1966, pp. 283-291.

\* MAUTZ, R. K. y WINJUM, J.: "Criteria for Management Control Systems". Financial Executive Research Foundation. 1980.

\* MIOTTO, N. J.: "Evaluating Internal Accounting Controls". Management Accounting [EE.UU.], julio, 1980, pp. 15-18.

\* RECKERS, P. M. J. y TAYLOR, M. E.: "Consistency in Auditors' Evaluations of Internal Accounting Controls". Journal of Accounting, Auditing and Finance, otoño, 1979, pp. 42-55.

\* REGISTRO DE ECONOMISTAS AUDITORES (REA): "Auditoría. Inventario de objetivos y procedimientos". Capítulo 4, pp. 41-64.

\* RITTENBERG, L. E. y MINER, D. L.: "Performing Cost/Benefit Analyses of Internal Controls". Internal Auditor, febrero 1981, pp. 56-64.

\* TROTMAN, K. T., YETTON, P. W. y ZIMMER, I. R.: "Individual and Group Judgments of Internal Control Systems". Journal of Accounting Research, primavera, 1982, pp. 286-292.

realizada una valoración preliminar de la materialidad y del riesgo de auditoría, la segunda fase del proceso de auditoría consiste en realizar un estudio y evaluación de los controles internos del sistema contable de la empresa. El estudio y evaluación de estos tres factores (i.e., materialidad, riesgo de auditoría y control interno) va a servir como base para determinar la naturaleza y el alcance de la auditoría y, en función de los resultados de dicha evaluación, fijar la planificación de la auditoría, que se concretará en una serie de pruebas y procedimientos de auditoría a realizar.

**El American Institute of Certified Public Accountants (AICPA), en su segunda norma de trabajo de campo, indica:**

"Debe obtenerse una comprensión suficiente de la estructura de control interno para planificar la auditoría y determinar la naturaleza, distribución temporal y el alcance de las pruebas que han de ser realizadas".<sup>2</sup>

En nuestro país, el **Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas (ICAC)**, sigue claramente la misma orientación que el **AICPA**. Así, en su **norma técnicas 2ª sobre ejecución del trabajo de auditoría**, indica:

"Deberá efectuarse un estudio y evaluación adecuada del control interno como base fiable para la determinación del alcance, naturaleza y momento de realización de las pruebas a las que

---

<sup>2</sup> Cfr.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards No. 55: Consideration of the Internal Control Structure in a Financial Statement Audit". American Institute of Certified Public Accountants. New York, abril, 1988.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Codification of Statements on Auditing Standards, Numbers 1 to 69". Sección AU 319.01. American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1992, p. 81.

El SAS Nº 55 revisó la segunda norma de trabajo de campo y reemplazó a la anterior Sección AU 320, configurando un nuevo marco conceptual sobre la estructura del control interno. Con anterioridad al SAS Nº 55, la segunda norma de trabajo de campo decía:

"Hay que realizar un estudio y evaluación adecuado del control interno existente como base de confianza en el mismo y para la determinación de la extensión resultante de las pruebas a las que se van a limitar los procedimientos de auditoría".

[Cfr. AICPA (1972): SAS Nº. 1, Sección AU 320.01].

deberán concretarse los procedimientos de auditoría".<sup>3</sup>

Como se pone claramente de manifiesto, al analizar las normas del ICAC y la literatura existente sobre el tema del control interno, la fuente inspiradora en todos ellos son las normas emitidas por el AICPA.

La definición de control interno más extendida es la del AICPA. El AICPA define el control interno como:

"el plan de organización y todos los métodos y medidas coordinados adoptados dentro de una empresa para salvaguardar sus activos, comprobar la exactitud y fiabilidad de sus datos contables, promover la eficiencia operativa y fomentar la adhesión a las políticas administrativas prescritas".<sup>4</sup>

A partir de la definición dada por el AICPA, otros organismos internacionales han desarrollado definiciones que en lo fundamental coinciden con ella. Así, por ejemplo, la International Federation of Accountants (IFAC), en su Norma de auditoría nº 6, da la siguiente definición:

"El sistema de control interno es el plan organizativo y el conjunto de métodos y procedimientos adoptados por la dirección, para intentar cumplir sus objetivos y asegurar, en la medida de lo posible, el adecuado y eficaz desarrollo de su actividad, incluido el cumplimiento de las políticas gerenciales, la custodia de los activos, la prevención y detección de fraudes y errores, la precisión e integridad de los registros contables y la oportuna preparación de información financiera relevante".<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, del Presidente del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, por la que se publican las Normas Técnicas de Auditoría. Boletín Oficial del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Apartado 2.4.1.

<sup>4</sup> Cfr.

\* AICPA (1963): "Statement on ...". Op. cit., p. 27.

\* AICPA (1972): "Statement on ...". Op. cit., Sección 320.09.

<sup>5</sup> Citado por MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO: "Auditoría Empresarial". 2ª edición. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. 1989, p. 192.

Véase también:

\* ÁLVAREZ LÓPEZ, JOSÉ: "Auditoría contable". 2ª edición. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. 1991, p. 83.

\* PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL: "Manual de Auditoría y Cuentas Anuales". Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid, 1991, p. 164.

En nuestro país, el ICAC presenta una definición que está en línea con la ofrecida por el AICPA y entiende el control interno del modo siguiente:

"El control interno comprende el plan de organización y el conjunto de métodos y procedimientos que aseguren que los activos están debidamente protegidos, que los registros contables son fidedignos y que la actividad de la entidad se desarrolla eficazmente y se cumplen según las directrices marcadas por la Dirección".<sup>6</sup>

En resumen, un sistema de control interno efectivo esta formado por el conjunto de métodos y procedimientos establecidos por la dirección con el fin de: (1) salvaguardar sus activos y registros contables, (2) garantizar la exactitud y fiabilidad de los datos contables, (3) promover la eficiencia operativa y (4) fomentar la adhesión a las políticas prescritas por la dirección. Veamos, pues, a continuación, brevemente, cada uno de estos aspectos.

En primer lugar, un sistema de control interno debe **salvaguardar todos los activos** de la empresa, presentes y futuros, evitando que se produzcan robos, pérdidas, fraudes, errores y negligencias, y debe garantizar, también, que los activos se utilizan de una forma normal, que las adquisiciones de nuevos activos han sido realizadas con la autorización correspondiente y a los precios normales del mercado, etc.

En segundo lugar, un sistema de control contable debe **garantizar la exactitud y fiabilidad de los datos contables**, es decir, que la información contable es verdadera, oportuna, que no contiene errores ni negligencias y que está de acuerdo con los principios de contabilidad generalmente aceptados.

---

<sup>6</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, Normas Técnicas de Auditoría, Op. cit. Apartado 2.4.3.

En tercer lugar, un sistema de control interno debe **promover la eficiencia operativa de la organización empresarial**. Debe asegurar que todas las políticas y normas dictadas por la dirección de la empresa se cumplen y van encaminadas a una mejor utilización de los recursos de la organización, con el fin de evitar la pérdidas de esfuerzos humanos y materiales. También debe asegurar que se revisan los objetivos previstos para las distintas operaciones y programas, que se sanean las estructuras improductivas, que se renuevan los activos obsoletos, etc.

Y, por último, un sistema de control interno debe **fomentar el respeto y la adhesión a las políticas empresariales establecidas**. Debe asegurar que las instrucciones de la gerencia han sido bien definidas, resultan apropiadas y son suficientemente claras para que puedan ser interpretadas correctamente y aplicadas por el personal de la empresa, de forma que fomenten el respeto y la adhesión a las políticas establecidas por la dirección.

En cuanto a la **estructura del control interno**, hemos de indicar que tradicionalmente, ésta se ha dividido en dos tipos de controles: (1) los **controles administrativos** y (2) los **controles contables**.

El AICPA, en la **Sección 320 del SAS N° 1**, definía estos controles del siguiente modo:

"El control administrativo comprende, pero no se limita, el plan de organización y los procedimientos y registros que están relacionados con los procesos de decisión que llevan a la autorización de las transacciones por parte de la dirección. Dicha autorización representa una función de dirección asociada directamente con la responsabilidad de lograr los objetivos de la organización, a la vez que constituye el punto de partida para

establecer el control contable de las transacciones".<sup>7</sup>

"El control contable comprende el plan de organización y los procedimientos y registros que están relacionados con la protección de los activos y la fiabilidad de los registros financieros y, por consiguiente, está diseñado para proporcionar seguridad razonable de que:

- a. Las transacciones se ejecutan de acuerdo con la autorización general o específica de la dirección.
- b. Las transacciones se registran siempre que sea necesario: (1) para permitir la preparación de los estados financieros de conformidad con los principios de contabilidad generalmente aceptados o con cualquier otro criterio aplicable a tales estados, y (2) para mantener el control sobre los activos.
- c. El acceso a los activos se permite únicamente de acuerdo con la autorización de la dirección.
- d. El control registrado de los activos se compara con los activos existentes a intervalos razonables y se toman las medidas apropiadas con respecto a cualquier diferencia".

En este aspecto, el ICAC sigue, también, la misma orientación que el AICPA y divide el control interno en dos tipos de controles: (1) los **controles contables** y (2) los **controles administrativos**. En este sentido manifiesta:

"a) Los controles contables comprenden el plan de organización y todos los métodos y procedimientos cuya misión es la salvaguarda de los bienes activos y la fiabilidad de los registros contables.  
b) Los controles administrativos se relacionan con la normativa y los procedimientos existentes en una empresa vinculados a la eficiencia operativa y al acatamiento de las políticas de la Dirección y normalmente sólo influyen indirectamente en los registros contables".<sup>8</sup>

La división del control interno en controles contables y controles administrativos se hace con el propósito de

---

<sup>7</sup> Cfr.

\* AICPA (1972): "Statement on ...", op. cit., Sección 320.27.

\* AICPA (1979): "Professional Standards", op. cit., Sección 320.27.

<sup>8</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, Normas Técnicas de Auditoría, Op. cit. Apartado 2.4.5.

identificar el alcance de la evaluación del control interno. De estos dos controles, es evidente que el auditor independiente, al realizar una auditoría en una empresa, debe centrarse básicamente en los controles contables, pues son los que tienen una repercusión directa en la preparación de la información contable. Sin embargo, si el auditor considera que ciertos controles administrativos pueden ser importantes, y pueden repercutir en la fiabilidad de la información contable, deberá efectuar, también, una evaluación de los mismos.<sup>9</sup>

Con la aparición del SAS N° 55,<sup>10</sup> el AICPA cambió el marco conceptual de la estructura del control interno de una auditoría de estados financieros, reemplazando la anterior Sección 320 del SAS N° 1 por la Sección 319.<sup>11</sup> De acuerdo con este nuevo marco conceptual, la estructura de control interno de una entidad está formada por el conjunto de políticas y procedimientos establecidos por la dirección que proporcionan seguridad razonable de que los objetivos específicos de la entidad serán logrados.<sup>12</sup> La estructura de control interno consta de tres elementos: (1) el entorno del control, (2) el sistema contable y (3) los procedimientos del control.<sup>13</sup>

## 1. El entorno del control.

El entorno del control se refiere al efecto colectivo

---

<sup>9</sup> Ibid. Apartado 2.4.6.

<sup>10</sup> AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards No. 55: Consideration of the Internal Control Structure in a Financial Statement Audit". American Institute of Certified Public Accountants. New York, abril, 1988.

<sup>11</sup> Cfr. AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Codification of Statements on Auditing Standards, Numbers 1 to 69". Sección 310. American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1992, pp. 81-126.

<sup>12</sup> Cfr. AICPA (1992): "Codification of ...", op. cit., Sección 319.06, p. 82.

<sup>13</sup> Cfr. AICPA (1992): "Codification of ...", op. cit., Sección 319.08, p. 82.

de los diversos factores para establecer, realzar o mitigar la efectividad de las políticas y los procedimientos de control interno establecidos por la dirección. Entre tales factores se incluyen:<sup>14</sup>

- \* La filosofía de la dirección y el estilo operativo,
- \* la estructura organizativa de la entidad,
- \* el funcionamiento del consejo de administración y sus comités, particularmente el comité de auditoría,
- \* los métodos de asignación de autoridad y responsabilidad.
- \* los métodos de control de la dirección para la supervisión y el seguimiento de la ejecución, incluyendo la auditoría interna.
- \* las políticas y prácticas de personal.
- \* las diversas influencias externas que afectan a las operaciones y prácticas de una entidad, tales como las inspecciones de los organismos de control bancarios".

## 2. El sistema contable.

El **sistema contable** consiste en el conjunto de métodos y registros establecidos por la dirección para identificar, reunir, analizar, clasificar, registrar e informar de las transacciones de una entidad y para mantener el control de los activos y obligaciones relacionados. Para que un sistema contable sea efectivo ha de satisfacer los siguientes objetivos:<sup>15</sup>

- \* identificar y registrar todas las transacciones válidas.
- \* describir sobre una base oportuna las transacciones con

---

<sup>14</sup> AICPA (1992): "Codification of ...", op. cit., Sección 319.09, pp. 82-83.

<sup>15</sup> AICPA (1992): "Codification of ...", op. cit., Sección 319.10, p. 83.

suficiente detalle para permitir la clasificación adecuada de las transacciones para la información financiera.

- \* medir el valor de las transacciones de manera que permitan la grabación de su valor monetario adecuado en los estados financieros.
- \* determinar el período en el cual las transacciones han ocurrido para permitir la grabación de las transacciones en el período de contabilidad adecuado.
- \* presentar adecuadamente las transacciones y desgloses relacionados en los estados financieros.

En este sentido, Arens y Loebbecke<sup>16</sup> consideran que para evitar errores en los registros contables, un sistema de control interno se debe apoyar en el sistema contable de la empresa y debe proporcionar seguridad razonable de que:

1. **Las transacciones registradas son válidas (validez).** Un sistema de control interno no debe permitir la inclusión de transacciones ficticias o inexactas en los registros contables.
2. **Las transacciones están autorizadas adecuadamente (autorización).** Una transacción no autorizada puede resultar una transacción fraudulenta y puede tener un efecto devastador o destructivo para los activos de la empresa.
3. **Las transacciones existentes han sido registradas (integridad).** Los procedimientos del cliente deben evitar que se produzcan omisiones en el registro de las transacciones.
4. **Las transacciones son valoradas adecuadamente (valoración).** Una estructura de control interno adecuada debe incluir procedimientos que eviten los errores de cálculo y de registro de las transacciones en las

---

<sup>16</sup> ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., pp. 272-273.

diversas etapas del proceso de registro.

5. Las transacciones están clasificadas correctamente (clasificación). Se deben clasificar las cuentas de acuerdo con el plan de cuentas del cliente si se quiere que los estados financieros sean planteados adecuadamente.
6. Las transacciones han sido registradas en el tiempo oportuno (distribución en el tiempo). El registro de las transacciones realizado antes o después del momento en que tuvieron lugar aumenta la probabilidad de fallos al registrar las transacciones o de registrarlas por una cantidad impropia. Si la transacción se registra después de finalizar el período, los estados financieros pueden ser declarados erróneos.
7. Las transacciones están incluidas adecuadamente en los registros subsidiarios y resumidas correctamente (transcripción<sup>17</sup> y sumarización). Cuando las transacciones contables se registran en libros diarios y mayores subsidiarios (o auxiliares) hay que garantizar que el pase a los diarios y mayores generales se realiza adecuadamente, y que los resúmenes contenidos en los mismos son correctos.

El ICAC, por su parte, considera que:

“Los objetivos del sistema de control interno de tipo contable se deben relacionar con cada una de las etapas por las que discurre una transacción. Las etapas más importantes relativas a una transacción comprenden su autorización, ejecución, registro y finalmente la responsabilidad respecto a la custodia y salvaguarda de los activos que, en su caso, resulten de dicha transacción, con el fin de que las mismas hayan sido ejecutadas y que se encuentren clasificadas en las cuentas apropiadas. En particular, la autorización de las transacciones es una función de la Dirección asociada directamente con su responsabilidad por alcanzar los

---

<sup>17</sup> Entendido en el sentido de que han sido pasadas correctamente del diario al mayor.

objetivos".<sup>18</sup>

### 3. Los procedimientos de control.

Los **procedimientos de control** son las políticas y procedimientos, además de los subelementos del entorno de control y del sistema contable, que la dirección tiene establecidos para lograr sus objetivos específicos. Generalmente, los **procedimientos de control** se clasifican en cinco categorías,<sup>19</sup> que tienen que ver con:

- \* la autorización adecuada de las transacciones y actividades.
- \* la segregación de funciones que reducen las oportunidades para permitir a cualquier persona estar en una posición tanto de perpetrar como de ocultar errores o irregularidades en el curso normal de sus deberes — Asignar a gente diferente las responsabilidades de la autorización de las transacciones, grabación de las transacciones y la custodia de los activos.
- \* diseño y uso de los documentos y registros adecuados para ayudar a garantizar la grabación adecuada de las transacciones y acontecimientos, tales como la supervisión del uso de documentos de embarque prenumerados.
- \* protecciones adecuadas sobre el acceso a los activos y registros y el sobre el uso de los mismos, tales como medios garantizados y autorización para acceder a los programas informáticos y a los ficheros de datos.
- \* comprobaciones independientes sobre la realización y valoración adecuada de las cantidades registradas, tales como comprobaciones administrativas, reconciliaciones, comparaciones de los activos con los controles registrados, controles programados de ordenador,

---

<sup>18</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, Normas Técnicas de Auditoría, Op. cit. Apartado 2.4.9.

<sup>19</sup> Cfr. AICPA (1992): "Codification of ...", op. cit., Sección 319.11, pp. 83-84.

revisión de la dirección de los informes que resumen el detalle de los saldos de las cuentas (e.g., un balance de comprobación viejo de cuentas a cobrar), y revisión del usuario de los informes generados por el ordenador.

En este sentido, de acuerdo con el **Manual de Auditoría del Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España** los principios en los que se basa un sistema de control interno<sup>20</sup> se pueden resumir en:

**a. Definición de responsabilidades.** Todo buen sistema de control interno debe estar basado en el principio de que cada persona o grupo de personas dentro de la Entidad tiene debidamente fijadas sus responsabilidades, para poder cumplir con independencia sus funciones.

**b. Segregación de funciones.** El sistema debe estar ideado de modo que los errores, intencionados o no, puedan ser descubiertos. Para poder alcanzar este propósito las funciones de cada persona deben estar lo suficientemente separadas con el fin de que un error no pueda ser ocultado ni encubierto por la propia persona que lo cometió, ni haya duda en cuanto a la determinación de la persona responsable.

**c. Comprobación del trabajo por persona distinta de la que lo realiza.** La eliminación de la oportunidad de ocultar errores según se comenta en el punto anterior, hace necesario que las comprobaciones sean encomendadas a personas distintas de aquellas que están en posición de cometerlos.

**d. Autorización y control del registro de las operaciones.** Toda operación debe ser autorizada por persona distinta de aquella que materialmente la realiza. La

---

<sup>20</sup> INSTITUTO DE CENSORES JURADOS DE CUENTAS DE ESPAÑA (1982): "Manual de ...", op. cit., pp. 43-44.

persona que la autoriza debe tener autoridad para ello, y la ejecutante debe realizarla de acuerdo con los términos de la autorización.

Las operaciones se deben registrar por las cantidades y en las fechas en que se han realizado y se reflejarán en las cuentas adecuadas. Todas las operaciones, que sea posible, deben estar debidamente justificadas mediante documentación externa a la Entidad.

**e. Restricciones a la disponibilidad de los bienes de Activo.** La protección de los bienes de Activo requiere que la disponibilidad de los mismos se limite al personal autorizado. Esta puede ser de dos tipos: Acceso indirecto a través de la preparación de documentos que autoricen el uso o disposición de los mismos, y acceso físico directo.

**f. Comparación periódica de los registros con los bienes físicamente existentes.** El objeto de esta comparación es llegar a establecer en cada momento la realidad de los bienes de la Entidad".

Ahora bien, la aplicabilidad de los factores que afectan al entorno del control, de los métodos y registros del sistema contable y de los procedimientos de control que una entidad puede establecer deberán ser considerados en el contexto de:<sup>21</sup>

- el tamaño de la entidad.
- sus características de organización y propiedad.
- la naturaleza de su negocio.
- la diversidad y complejidad de sus operaciones.
- sus métodos de procesamiento de la información.
- sus requisitos legales y reguladores aplicables.

---

<sup>21</sup> Cfr. AICPA (1992): "Codification of ...", op. cit., Sección 319.12, p. 84.

Un resumen de los elementos y subelementos de la estructura de control interno, discutidos anteriormente, pueden verse en la Figura 1.

Figura 1. Elementos y subelementos de la estructura de control interno

Control del entorno	Sistema contable	Procedimientos de control
Subelementos entorno del control: * la filosofía de la dirección y estilo operativo * la estructura organizativa * el comité de auditoría * los métodos para comunicar la asignación de autoridad y responsabilidad * los métodos de control de la dirección * la función de auditoría interna * las políticas y procedimientos de personal * la influencias externas	Objetivos que deben ser satisfechos: * validez * autorización * integridad * valoración * clasificación * distribución temporal * transcripción y * sumariación	Categorías de procedimientos de control: * adecuada separación de funciones * procedimientos adecuados para la autorización * documentos y registros adecuados * control físico de activos y registros * comprobaciones independientes de la ejecución

Fuente: ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K.: "Auditing. An Integrated Approach". Fourth edition. Prentice-Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey, 1988, p. 281.

Una vez vistos los aspectos fundamentales de la estructura del control interno, vamos a pasar a analizar las características básicas del estudio y evaluación del control interno. Es decir, para poder realizar una adecuada planificación de la auditoría el auditor debe poseer una adecuada comprensión de la estructura de control interno de la entidad.

El estudio y evaluación del control interno es una tarea muy importante para el auditor pues, antes de iniciar el proceso de planificación de la auditoría, tiene que tomar una decisión sobre si puede confiar o no en el sistema de control interno que posee la empresa y, en caso afirmativo, sobre el grado de confiabilidad del mismo, porque de ello van a depender el alcance y el tipo de las pruebas de auditoría a realizar, así como el momento en que deberán realizarse las mismas. Cuanto mayor sea el grado de confia-

bilidad en los controles internos de la empresa, menor será el alcance de las pruebas y procedimientos de auditoría que deberán realizarse. Esta decisión es muy importante, pues una evaluación incorrecta del sistema de control interno repercutirá negativamente en el trabajo del auditor. En este sentido, Pereda plantea estos dos extremos:

"- Si se considera que el control interno es bueno cuando realmente no lo es, las pruebas de cumplimiento detectarán el que no es satisfactorio y el auditor, que tenía previsto realizar menos pruebas sustantivas, tendrá que cambiar el programa de auditoría con dedicación de más tiempo no previsto.

- Si se considera que el control interno es malo cuando realmente es bueno, las pruebas de cumplimiento detectarán que es satisfactorio y el auditor, que tenía previsto realizar más pruebas sustantivas, y que estará realizando más de las necesarias, originará pérdida de eficiencia".<sup>22</sup>

El estudio y evaluación del control interno se realiza en dos fases. En primer lugar se realiza una **revisión preliminar del sistema**, con el fin de conocer y comprender los procedimientos y métodos establecidos por la entidad. En segundo lugar, se realizan una serie de pruebas, fijadas por el propio auditor, llamadas **pruebas de cumplimiento**, con el fin de asegurarse de que los controles se encuentran en uso, son eficaces y están operando tal como se diseñaron.<sup>23</sup>

La **revisión del sistema** consiste en obtener información sobre la organización y procedimientos de control que tiene establecidos la empresa. La forma más inmediata de efectuar una evaluación del funcionamiento del control interno de una empresa, consiste en realizar una indagación y observación directa del funcionamiento de la organización. También es conveniente llevar a cabo una revisión de los manuales y

---

<sup>22</sup> PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL (1991): "Manual de ...", op. cit., p. 176.

<sup>23</sup> Cfr. RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.4.10.

procedimientos de contabilidad. Sin embargo, aunque, evidentemente, estos métodos son necesarios realizarlos no son suficientes para llegar a una buena evaluación del control interno. Es preciso, además, recurrir a una serie de métodos o procedimientos estandarizados de evaluación del control interno, que permiten una realización más eficiente del trabajo y dejan constancia en los papeles de trabajo del auditor de haber realizado la evaluación.

Los métodos o procedimientos de evaluación de control interno<sup>24</sup> más utilizados son:

- a) **Método descriptivo.** También se conoce como método de los memorándums. Consiste en realizar una descripción detallada de las características del sistema. Se describen los procedimientos, documentos, registros, archivos, personas y departamentos que intervienen en cada transacción. Este método presenta un inconveniente, debido a que no todas las personas saben expresar correctamente sus ideas y, por lo tanto, pueden quedar algunos aspectos del control que no queden descritos.
  
- b) **Método de los cuestionarios de control interno.** Consiste en una especie de encuesta, presentada bajo la forma de preguntas estructuradas, relativa a aspectos básicos del sistema. Estos cuestionarios suelen contener las siguientes columnas: preguntas, respuestas ("sí", "no", y "no aplicable") y observaciones. Las respuestas negativas ponen de manifiesto la ausencia de

---

<sup>24</sup> Cfr.:

\* ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA: "La Auditoría contable". Incluido en SÁNCHEZ FERNÁNDEZ DE VALDERRAMA, JOSÉ LUIS: "Introducción a los conceptos de contabilidad superior". Ariel Economía. Barcelona, 1990, pp. 253-254.

\* ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...". Op. cit., pp. 288-290 y 297-301.

\* BRENNAN, PATRICK J. (1988): "El control ...". Op. cit., pp. 286-291.

\* PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL (1991): "Manual de ...". Op. cit., pp. 170-174.

\* ROCAFORT NICOLAU, ALFREDO: "Auditoría de cuentas". Hispano Europea. Barcelona, 1983, pp. 136-141.

control en esos aspectos. Los cuestionarios ayudan a los auditores a asegurarse de que todos los puntos principales del control han sido considerados. Sin embargo, en muchas ocasiones, resultan demasiado rígidos, por lo que deberán adaptarse a las circunstancias particulares de cada auditoría. Este método es muy utilizado por los auditores, especialmente por las empresas de auditoría, que ya tienen establecidos modelos de cuestionarios estandarizados que recogen todas las partes del ciclo de la auditoría.

**c) Método de flujogramas.** Consiste en representar gráficamente todo el proceso de operaciones administrativas y contables, indicando los documentos básicos que se deben utilizar, los departamentos de donde emanan y por donde circulan, las operaciones que se realizan con ellos y las personas que intervienen en cada operación. Los flujogramas permiten conocer el flujo de operaciones que tienen lugar dentro del sistema y muestran si existe o no separación de deberes, y cuándo y dónde se producen la autorización, ejecución, registro y verificación de cada una de las transacciones.

Con el fin de que la revisión no resulte muy pesada y compleja, se suele realizar el estudio del sistema de control interno dividiéndolo en tipos o ciclos de transacciones contables (i.e., inmovilizado, inversiones, préstamos, existencias, disponible, cuentas a cobrar, cuentas a pagar, nóminas, gastos, ventas e ingresos, etc.).<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse en:

\* ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit.,  
\* CAÑIBANO CALVO, LEANDRO, ARRAEZ GARCÍA, ALEJANDRO, CEA GARCÍA, JOSÉ LUIS, NOBLEJAS SÁNCHEZ-MIGALLON, ANTONIO, RODRÍGUEZ FIGUEROA, WALTER, SÁENZ DE MIERA, JOSÉ LUIS y TEJEIRO CASTANEDO, NICASIO: "Curso de Auditoría Contable". 2 tomos. Ediciones ICE. Madrid. 1983.  
\* CASALS CREUS, RAMÓN et al. (1987): "Fundamentos de ...". Op. cit.  
\* INSTITUTO DE CENSORES JURADOS DE CUENTAS DE ESPAÑA (1992): "Manual de Auditoría", op. cit.  
\* REGISTRO DE ECONOMISTAS AUDITORES (REA): "Auditoría. Inventario ...", op. cit.

Una vez realiza la revisión preliminar del sistema de control interno, a continuación, se realizan las **pruebas de cumplimiento**. De acuerdo con el ICAC, la finalidad de las pruebas de cumplimiento consiste en "proporcionar al auditor una seguridad razonable de que los procedimientos relativos a los controles internos están siendo aplicados tal como fueron establecidos".<sup>26</sup> Las pruebas de cumplimiento solamente se utilizarán cuando se confía en el sistema de control interno de la empresa, en función de la revisión preliminar efectuada, pues en caso contrario no tiene sentido su utilización. Cuando las pruebas de cumplimiento detecten puntos débiles en el control interno, entonces deberán realizarse otro tipo de pruebas, llamadas **pruebas sustantivas**, que tienen un mayor alcance y son mucho más exhaustivas que las pruebas de cumplimiento, con el fin de obtener evidencia suficiente para poder emitir una opinión sobre la fiabilidad y razonabilidad de la información contenida en los estados financieros. Cuanto mayor sea el número de errores detectados en el sistema de control interno con las pruebas de cumplimiento, mayor deberá de ser el alcance y el número de pruebas sustantivas a realizar. Las pruebas sustantivas se realizan en la etapa posterior de obtención de la evidencia. La extensión de las pruebas de cumplimiento se puede realizar sobre bases subjetivas o sobre bases estadísticas. Cuando se basan en métodos estadísticos, la forma más utilizada es el **muestreo estadístico**.<sup>27</sup>

---

<sup>26</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.4.14.

<sup>27</sup> Una ampliación sobre el muestreo estadístico aplicado en auditoría puede verse, por ejemplo, en:

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards Nº. 39: Audit Sampling". American Institute of Certified Public Accountants. New York, junio, 1981.

\* ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., capítulo 12, pp. 389-429, y capítulo 14, pp. 467-508.

\* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M. (1987): "Auditoría", op. cit., capítulo 10, pp. 334-371.

\* PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL (1991): "Manual de ...", op. cit., capítulo 12, pp. 179-188.

\* PUJOL BATLLE, IGNASI y ORIENT GINER, PASCUAL F.: "Evaluación del control interno: Revisión al proceso del muestreo de atributos". Revista Técnica del Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España. Nº 19, 1989, pp. 12-20.

Una vez realizado el estudio preliminar del sistema de control interno y realizadas, si proceden, las pruebas de cumplimiento, se realiza una evaluación del mismo. La evaluación del sistema de control interno tiene un carácter muy subjetivo y requiere siempre del juicio profesional de un auditor experto, pues las posibles combinaciones de los controles pueden ser muy amplias y no existe una normativa completa a la que atenerse.

Con el fin de ayudar en esta etapa tan crítica, el ICAC, siguiendo al AICPA, establece el siguiente planteamiento conceptual lógico para la **evaluación del control interno**, que consiste en aplicar, a cada tipo significativo de transacciones y a los respectivos activos involucrados en la auditoría, los siguientes criterios:<sup>28</sup>

- a) Considerar los tipos de errores e irregularidades que puedan ocurrir.
- b) Determinar los procedimientos de control interno que puedan prevenir o detectar errores o irregularidades.
- c) Determinar si los procedimientos necesarios están establecidos y si se han seguido satisfactoriamente.
- d) Evaluar cualquier deficiencia, es decir, cualquier tipo de error o irregularidad potencial no contemplada por los procedimientos de control existentes, para determinar:
  1. La naturaleza, momento de ejecución o extensión de los procedimientos de auditoría a aplicar, y
  2. las sugerencias a hacer al cliente.

---

\* REA: "Auditoría. Inventario ...", op. cit., pp. 73-82.

\* SUÁREZ SUÁREZ, ANDRÉS S.: "La moderna auditoría. Un análisis conceptual y metodológico". McGraw-Hill. Madrid. 1990. Capítulo 5, pp. 45-63.

\* ZUBER, GEORGE R. y AKRESH, ABRAHAM D.: "Muestreo estadístico". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 19, pp. 409-457.

<sup>28</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, Normas Técnicas de Auditoría, Op. cit. Apartado 2.4.20.

Los dos primeros apartados se realizan por medio de cuestionarios, resúmenes de procedimientos, flujogramas, etc. El tercer apartado se lleva a cabo durante la revisión del sistema y la realización de las pruebas de cumplimiento. El último apartado se logra cuando se hace el juicio profesional en la evaluación de la información obtenida en los apartados precedentes.<sup>29</sup>

De acuerdo con el ICAC, "la revisión que haga el auditor del sistema de control interno y sus pruebas de cumplimiento deben relacionarse con cada uno de los objetivos que se pretenden alcanzar mediante la evaluación del sistema".<sup>30</sup> En este sentido, "la evaluación de controles internos contables hecha por el auditor para cada tipo significativo de transacciones, debe dar lugar a una conclusión respecto a si los procedimientos establecidos y su cumplimiento son satisfactorios para su objetivo. Los procedimientos y su cumplimiento deben considerarse satisfactorios si la revisión del auditor y sus pruebas no revelan ninguna situación que se considere como una deficiencia importante para su objetivo".<sup>31</sup>

También es conveniente señalar, tal como indicamos al estudiar el riesgo de auditoría (ver epígrafe § II-3.4), que la evaluación del control interno está estrechamente relacionada con el riesgo de la auditoría, concretamente con el riesgo de control, es decir, el riesgo relacionado con la posibilidad de que existiendo errores de importancia no fueran detectados por los sistemas de control interno de la empresa.<sup>32</sup>

---

<sup>29</sup> Ibid. Apartado 2.4.21.

<sup>30</sup> Ibid. Apartado 2.4.22.

<sup>31</sup> Ibid. Apartado 2.4.23.

<sup>32</sup> Ibid. Apartado 2.4.24.

Por último, una vez realizado el proceso de revisión y evaluación del control interno, el auditor comunicará a la dirección las debilidades significativas encontradas en el control interno.<sup>33</sup> Ésta comunicación debería ir acompañada, en la medida de lo posible, de un informe en el que se indique las mejoras que se pueden realizar en el sistema de control interno de la empresa.

#### **4.2. La aplicación de los sistemas expertos en la evaluación del control interno.**

La automatización de las tareas de control interno es una de las tareas más sencillas del proceso de auditoría, debido a que los flujos de las transacciones contables en las empresas suelen estar bastante estandarizados, como consecuencia de la normalización contable. Tanto en los manuales de auditoría como en las guías sobre normas y procedimientos de auditoría, editados por la mayoría de los colegios profesionales y empresas de auditoría, existen normas y procedimientos predefinidos muy estructurados para realizar el estudio y evaluación del control interno.

Las tareas estructuradas de control interno han sido automatizadas, desde hace ya bastante tiempo, por las empresas de auditoría y por las empresas informáticas, utilizando la programación convencional. Actualmente existen en el mercado muchos programas informáticos que, partiendo de la información contenida en los sistemas contables del cliente, permiten realizar automáticamente muchas tareas relacionadas con el control interno, tales como: elaboración de cuestionarios y de diagramas de flujo, generación de

---

<sup>33</sup> Ibid. Apartado 2.4.27.

El desarrollo de esta norma ha quedado regulado por la RESOLUCIÓN de 16 de marzo de 1993, del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, por la que se hace pública la "Norma Técnica de Auditoría sobre obligación de comunicar las debilidades significativas de control interno". Boletín Oficial del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, nº. 12, marzo, 1993.

documentos sobre los controles y procedimientos de la organización, realizar muestreos estadísticos, etc.

Sin embargo, el avance más significativo se está produciendo con la aplicación de los sistemas expertos en las tareas de control interno que tiene un carácter semi-estructurado o no estructurado. Aunque en los procesos de decisión sobre el análisis y evaluación del control interno suelen haber muchas tareas de tipo estructurado, también existen muchas tareas que son muy complejas y subjetivas, que requieren múltiples juicios de naturaleza cualitativa. En este tipo de tareas semi-estructuradas o no estructuradas intervienen muchas variables, algunas de ellas difícilmente cuantificables. Además, en muchas ocasiones los auditores tienen que tomar decisiones en situaciones en las que la información es incompleta e incierta. Por todas estas razones, no es conveniente utilizar la programación convencional, pues es muy rígida; mientras que los sistemas expertos se adaptan muy bien a este tipo de tareas.

De un análisis de la literatura sobre el tema, se observa que dentro del campo de la auditoría, sin lugar a dudas, el **control interno** es la fase del proceso de auditoría en la que más sistemas expertos se han desarrollado hasta la fecha, probablemente debido a que esta fase, a pesar de su naturaleza subjetiva, suele tener partes del proceso de decisión muy estandarizadas y bastante bien estructuradas.

A continuación vamos a ver algunas de las aplicaciones de sistemas expertos relacionadas con el estudio y evaluación del control interno.

**ARISC (Auditor Response to Identified Systems Controls).<sup>34</sup>**

**Autor o autores e institución patrocinadora:** Rayman D. Meservy, de la Universidad de Carnegie-Mellon; Andrew D. Bailey, Jr., de la Universidad del Estado de Ohio, y Paul E. Johnson, de la Universidad de Minnesota. Este programa de investigación contó con el apoyo de Peat, Marwick & Mitchell Foundation y del Artificial Intelligence Research Center de la Universidad de Minnesota.

**Subdominio (área funcional):** Este sistema simula los procesos de decisión de los auditores en la evaluación del control interno dentro el ciclo de compras/cuentas a pagar/pagos efectuados.

**Descripción funcional del sistema:** Esta investigación se centró más en el estudio de las cuestiones cognoscitivas (i.e., de las cuestiones relacionadas con la comprensión y modelización de los procesos de pensamiento de los auditores expertos) que en la construcción de un sistema experto que resolviera este tipo de problemas. Para diseñar el sistema se investigaron las estrategias que utilizan los auditores experimentados cuando evalúan los sistemas de controles de contabilidad internos.

La investigación se centró en las tareas de estudio y evaluación de control interno en el ciclo de compras/cuentas a pagar/pagos efectuados, tal y como se venía realizando en las industrias de fabricación, ventas al por mayor y venta al por menor. Se analizaron dos temas concretos: (1)

---

<sup>34</sup> Cfr. MESERVY, RAYMAN D., BAILEY, ANDREW D., Jr. y JOHNSON, PAUL E.: "Internal Control Evaluation: A Computational Model of the Review Process". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 6, nº 1, otoño, 1986, pp. 44-74.

Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Auditing: The State of the Art". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 7, nº 1, otoño, 1987, pp. 99-100.

\* van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A.: "Expert Systems in Auditing". Macmillan Publishers, Globe Book Services, London, 1990, pp. 109 y 177-178.

identificar las debilidades del sistema de control interno y (2) hacer recomendaciones de los controles específicos para realizar las pruebas de cumplimiento.

Los procesos de decisión que realizaban los auditores fueron formalizados en un programa informático. La salida que proporcionaba el programa consistía en un rastreo del modelo, el cual incluía recomendaciones de los controles que debían ser sometidos a pruebas de cumplimiento. El sistema también proporcionaba una lista de las cuestiones que debían ser incluidas en la carta a la dirección.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** En el desarrollo del programa informático se utilizó la concha GALEN, desarrollado en la Universidad de Minnesota. Esta concha permite conexiones con programas escritos en lenguaje LISP. Esta utilidad permite enlazar con los papeles de trabajo del auditor.

**Adquisición del conocimiento:** El conocimiento se adquirió de un auditor experto (un director de auditoría). El método de investigación para adquirir el conocimiento se basó: (1) en la observación de una pequeña muestra de auditores en activo efectuando la tarea de evaluar los controles internos, utilizando la técnica de los protocolos concurrentes (pensamiento en voz alta), y (2) en extensas entrevistas con los auditores en activo.

**Representación del conocimiento:** El conocimiento está representado en reglas de producción del tipo "Si-Entonces". El sistema contiene aproximadamente 300 reglas. En la concha GALEN algunas de estas reglas pueden representar 6 ó más reglas de producción en otros sistemas. El sistema contiene también meta-reglas.

**Motor de inferencia: métodos de razonamiento:** El motor de inferencia de la concha GALEN presenta, entre otras, las siguientes características: permite particionar la base de conocimiento, permite buscar por un conjunto jerárquico de objetivos y se puede utilizar tanto el encadenamiento hacia adelante como el encadenamiento hacia atrás.

**Validación del sistema:** Los resultados del sistema fueron comparados con los resultados del experto y de tres directores de auditoría. Todas las soluciones fueron evaluadas de nuevo por otros tres auditores. Tanto en la construcción del modelo como en su posterior validación se contó con la colaboración de Peat Marwick, Mitchell & Co., que permitió la utilización de papeles de trabajo reales de la empresa.

En la validación se examinaron cuatro áreas del proceso del sistema: (1) la generación de hipótesis, (2) los procesos de solución del problema, (3) el tratamiento de las entradas y (4) las líneas de razonamiento. De éstas comparaciones se dedujo que los resultados del modelo eran como los del experto y muy similares a las soluciones dadas por los otros auditores.

**INTERNAL-CONTROL-ANALYZER.**<sup>35</sup>

**Autor o autores e institución patrocinadora:** Graham Francis Gal, de la Universidad del Estado de Michigan.

**Subdominio (área funcional):** El sistema ayuda al auditor en la evaluación de los controles de contabilidad inter-

---

<sup>35</sup> Cfr. GAL, G.: "Using Auditor Knowledge to Formulate Data Model Constraints: An Expert System for Internal Control Evaluation". Ph.D. Dissertation, Michigan State University, 1985.

Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:

\* MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., p. 101.

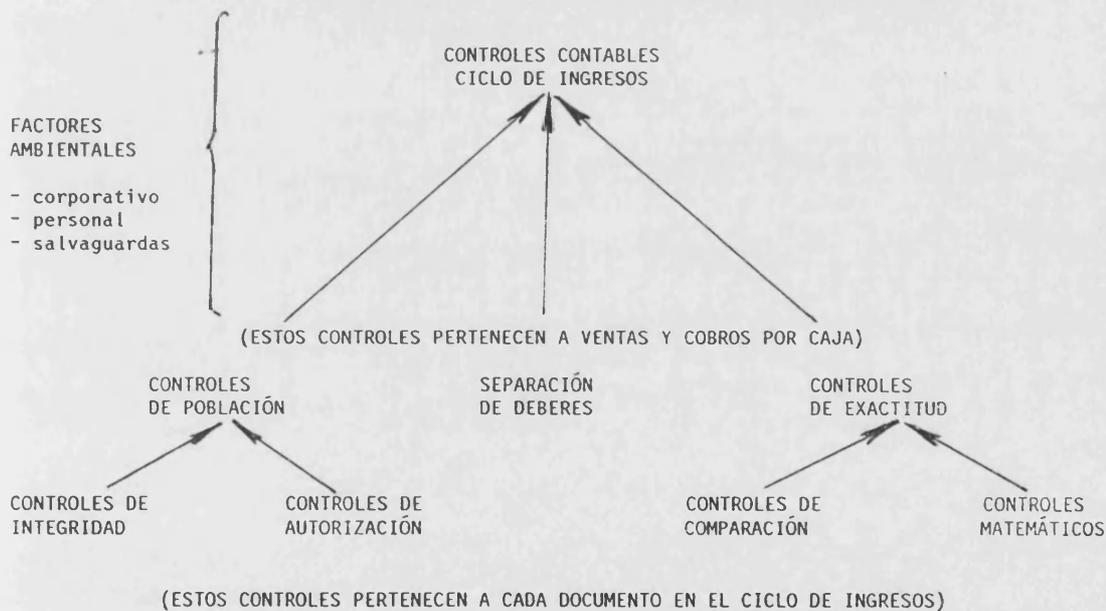
\* van DIJK, J. C. y WILLIAMS, P. A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 110 y 177.

nos en el ciclo de ingresos en un entorno de base de datos.<sup>36</sup>

**Descripción funcional del sistema:** La información que utiliza el sistema para analizar los controles contables internos se extrae de la base de datos fuente del cliente. El diseño de la base de datos se basa en el **modelo REA** (ver epígrafe § I-1.1).

El sistema realiza la evaluación de los controles internos de un sistema contable basándose en el cumplimiento o no de una serie de objetivos, organizados jerárquicamente (ver Figura 2).

Figura 2. Resumen general de la evaluación de los controles contables



Fuente: GAL, G.: "Using Auditor Knowledge to Formulate Data Model Constraints: An Expert System for Internal Control Evaluation". Ph.D. Dissertation, Michigan State University, 1985, pp. 129 y 131.

<sup>36</sup> Una ampliación sobre las características de los controles de contabilidad internos en un entorno de base de datos puede verse en GAL, GRAHAM y McCARTHY, WILLIAM: "Specification of Internal Accounting Controls in a Database Environment". Computers & Security 4, 1985, pp. 23-32.

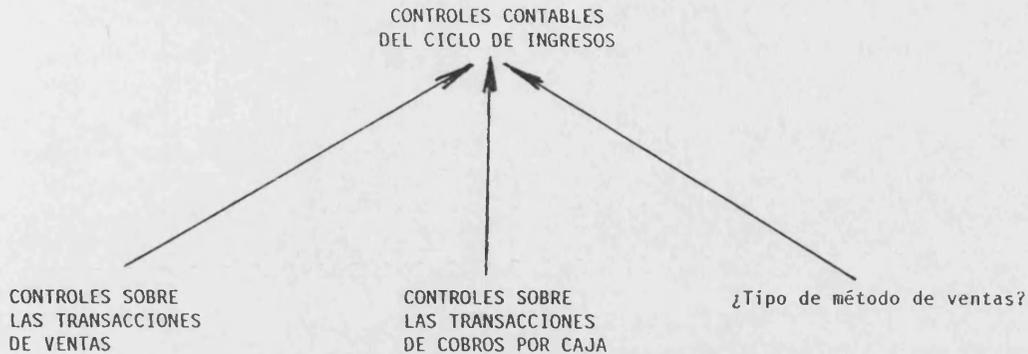
El objetivo principal del sistema consiste en verificar si los controles contables en el ciclo de ingresos son suficientes. La evaluación global de los controles contables en el ciclo de ingresos viene determinada por la presencia (o ausencia) de controles relacionados con la captación de la información de la transacción.

Sobre estos controles influyen factores de tipo ambiental. Los factores ambientales se pueden clasificar en tres grupos: (1) factores corporativos, (2) factores de personas y (3) salvaguardas particulares. Entre los factores corporativos figuran: el grado de centralización, la presencia de un equipo de auditoría interna, el nivel dentro de la estructura corporativa que los equipos de auditoría interna informan y el grado de participación de la dirección en el diseño de los sistemas de información de la empresa. Los factores de personal se refieren a las políticas corporativas sobre contratación, formación y supervisión de los empleados. Los controles de salvaguarda están relacionados con la protección de los documentos y registros financieros fuentes. Todos los factores ambientales afectan a las decisiones en cada nivel de la jerarquía, pero tienen un mayor efecto en las decisiones de más alto nivel.

El objetivo principal del sistema, verificar la suficiencia del control contable, depende de tres tipos de subobjetivos: (1) los controles de población, (2) los controles de exactitud y (3) la separación de deberes. A su vez, estos controles dependen de otros subobjetivos inferiores. Así, los controles de población dependen de que se cumplan los controles de integridad y de autorización y los controles de exactitud dependen de los controles de comparación y los controles matemáticos. El modelo de evaluación del control interno del sistema puede verse resumido en las Figuras 3-6.



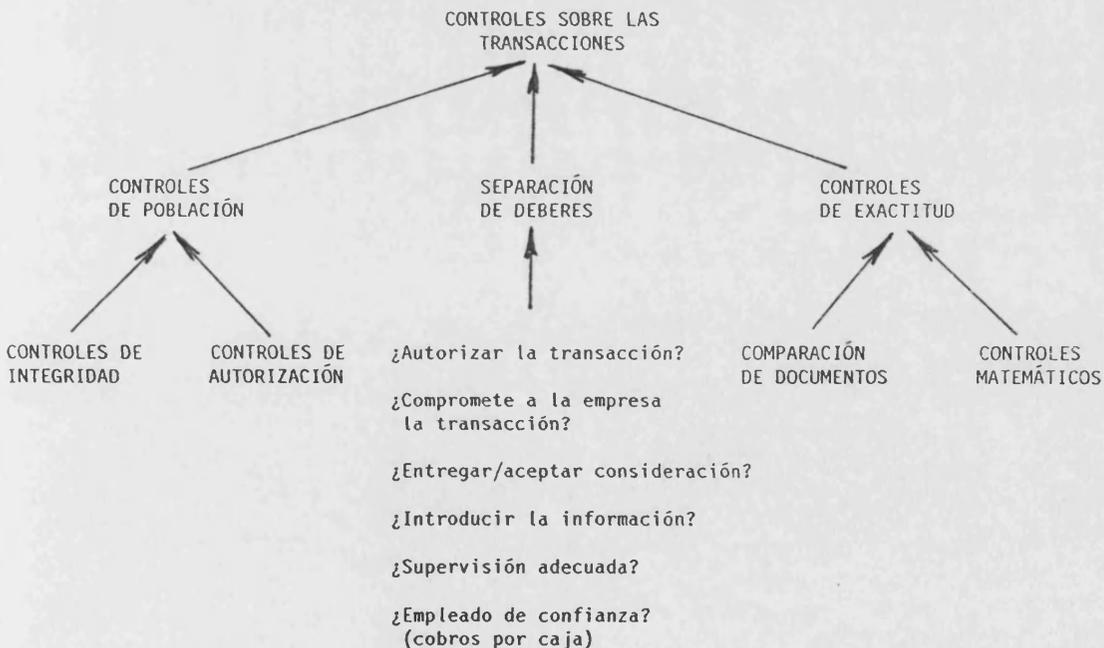
Figura 3. Evaluación de los controles contables del ciclo de ingresos



Fuente: GAL, G.: "Using Auditor Knowledge to Formulate Data Model Constraints: An Expert System for Internal Control Evaluation". Ph.D. Dissertation, Michigan State University, 1985, p. 134.

La Figura 3 indica que el objetivo principal del sistema, el llegar a la conclusión de que los controles contables en el ciclo de ingresos son suficientes, se basa en tres hechos: (1) los controles sobre las transacciones de ventas, (2) los controles sobre las transacciones de cobros por caja y (3) el tipo de método de ventas utilizado.

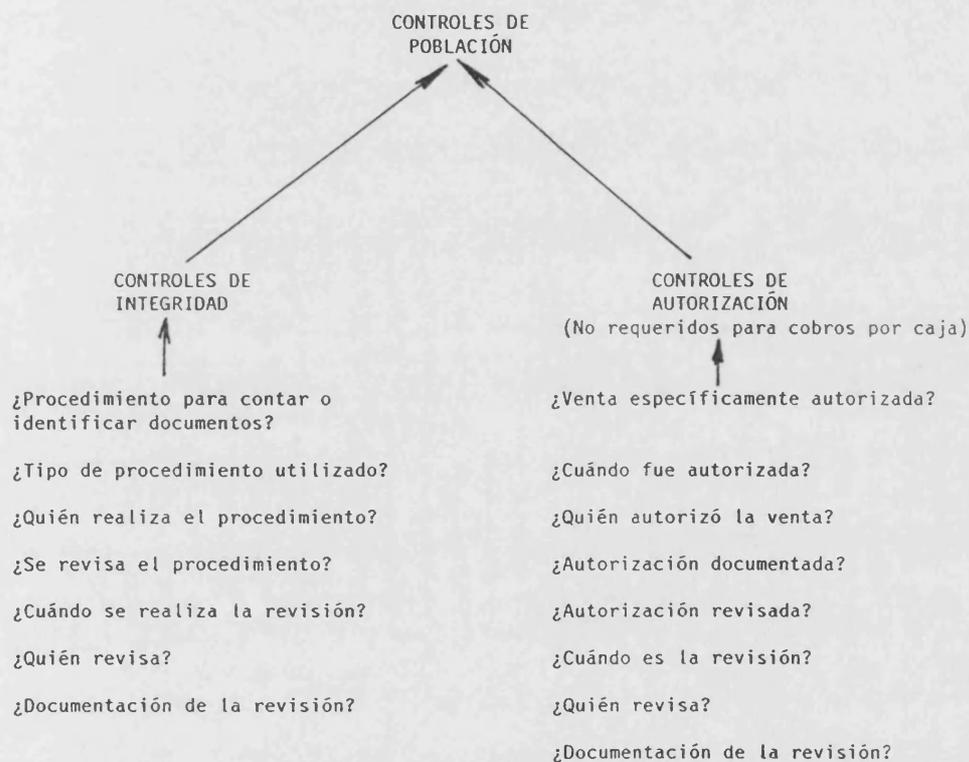
Figura 4. Factores que afectan a los controles sobre las transacciones



Fuente: GAL, G.: "Using Auditor Knowledge to Formulate Data Model Constraints: An Expert System for Internal Control Evaluation". Ph.D. Dissertation, Michigan State University, 1985, p. 137.

La Figura 4 indica los tres factores que son examinados para determinar si los controles sobre la recogida de la información sobre las transacciones de ventas son efectivos. La evaluación de los controles de población y de integridad requiere, a su vez, fijar subobjetivos en otros controles. Sin embargo, la evaluación de los factores que afectan a la separación de deberes no requiere ningún control adicional.

Figura 5. Factores que afectan a los controles de población

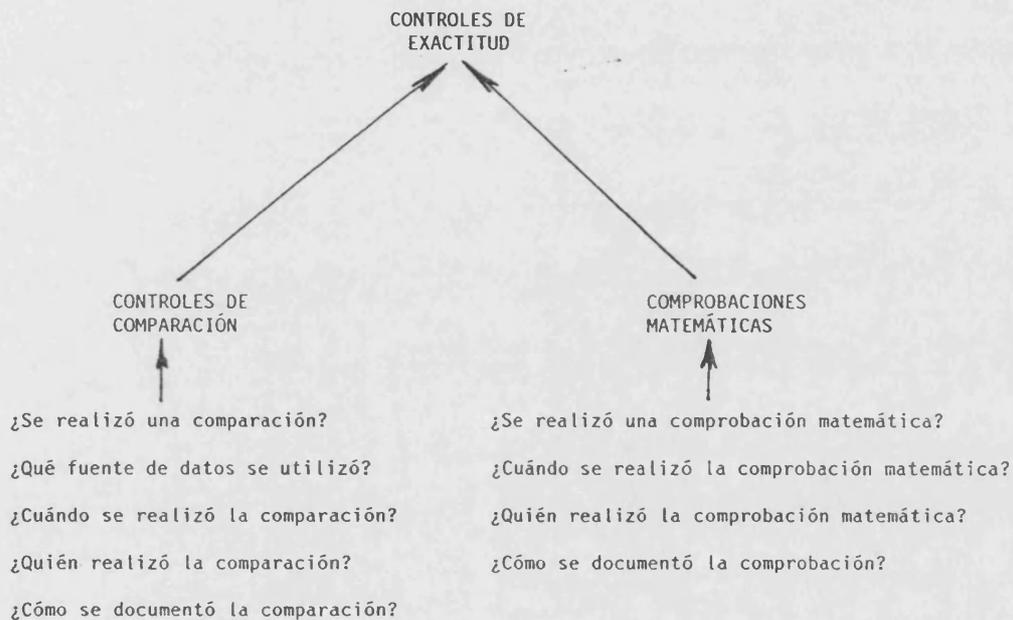


Fuente: GAL, G.: "Using Auditor Knowledge to Formulate Data Model Constraints: An Expert System for Internal Control Evaluation". Ph.D. Dissertation, Michigan State University, 1985, p. 141.

Los controles de población para ventas garantizan la validez de las transacciones de ventas. Estos controles se basan en dos tipos de controles: los controles de integridad y los controles de autorización.

Los controles de exactitud hacen referencia a la corrección de la información contenida en las ordenes de venta, informes de expedición y facturas. La evaluación de estos documentos se basa en dos tipos de controles: los controles de comparación y los controles matemáticos.

Figura 6. Factores que afectan a los controles de exactitud



Fuente: GAL, G.: "Using Auditor Knowledge to Formulate Data Model Constraints: An Expert System for Internal Control Evaluation". Ph.D. Dissertation, Michigan State University, 1985, p. 146.

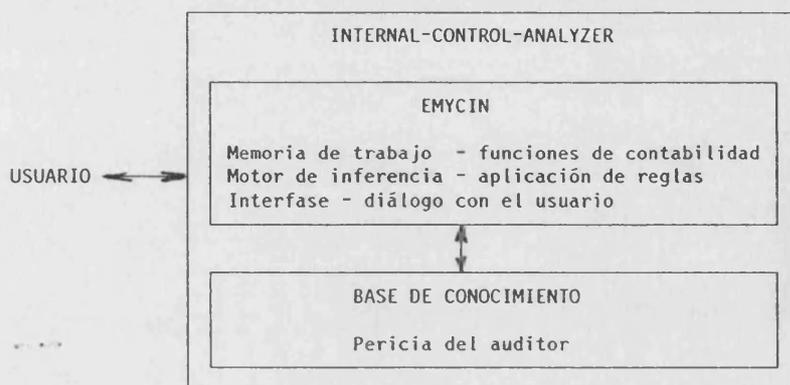
Con respecto a la evaluación de los controles sobre las transacciones de cobros por caja, éstos son muy parecidos a los de las transacciones de ventas, por lo que no vamos a hacer ningún comentario.

El sistema funciona de forma interactiva y amistosa con el usuario. Posee también la habilidad para responder a preguntas, tanto durante una sesión de consulta con el sistema como después de la evaluación de una caso particular. Cuando el sistema está solicitando información es posible preguntar al sistema ¿POR QUÉ? y el sistema responde

con una explicación.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** En su construcción se utilizó el lenguaje de ingeniería del conocimiento EMYCIN. La relación entre el EMYCIN y los otros componentes del sistema se pueden ver en la Figura 7.

Figura 7. Componentes del INTERNAL-CONTROL-ANALYZER



Fuente: GAL, G.: "Using Auditor Knowledge to Formulate Data Model Constraints: An Expert System for Internal Control Evaluation". Ph.D. Dissertation, Michigan State University, 1985, p. 94.

La razón de la elección del EMYCIN se debió a dos motivos: (1) que el EMYCIN ya había sido utilizado con éxito como herramienta en varios dominios, incluido contabilidad (e.g., TAXADVISOR, AUDITPLANNER), y (2) la similitud de la tarea de diagnóstico médico con la tarea de estudio y evaluación del control interno—el EMYCIN se creó precisamente como consecuencia de la construcción del sistema experto de diagnóstico médico MYCIN (ver Anexos A2 y B2).<sup>37</sup>

**Adquisición del conocimiento:** El conocimiento se adquirió empezando con el conocimiento de los libros de texto y, posteriormente, se refinó con el conocimiento de un

<sup>37</sup> GAL, G. (1985): "Using Auditor ...", op. cit., p. 95.

auditor experto, utilizando una serie de situaciones de auditoría actuales.

**Representación del conocimiento:** El sistema utiliza dos tipos de conocimientos: (1) declarativo y (2) procedimental. El conocimiento declarativo está representado en la forma de tripletes: contexto, parámetro y valor (e.g., CLIENTE: NOMBRE: XYZ CORP.). El conocimiento procedimental se representa utilizando reglas de producción del tipo SITUACIÓN—>ACCIÓN. Una muestra de estas reglas puede verse en la Figura 8.

El sistema permite también el fenómeno de la incertidumbre. El EMYCIN admite en las reglas y parámetros un grado de incertidumbre utilizando los factores de certidumbre (FC). Los factores de certidumbre representan el grado subjetivo de creencia que se tiene en una declaración. Los FC pueden variar entre (-1), que representa completa certidumbre que la declaración no es verdadera, y (+1), que representa completa certidumbre que la declaración es verdadera.

Figura 8. Ejemplos de reglas de producción

Regla 101

- SI: 1) Hay un control de población para contar o identificar los cheques del cliente, y  
2) Hay un procedimiento para revisar la integridad de los cheques del cliente, y  
3) La persona que realiza el procedimiento que cuenta o identifica los cheques del cliente no es la persona que revisa la integridad de los cheques del cliente.
- ENTONCES: Está claro (1.0) que los controles límite sobre la integridad de los cheques del cliente es efectiva.

Regla 73

- SI: 1) Las funciones implicadas en las transacciones de ventas en el límite están adecuadamente separadas, o  
2) Las funciones implicadas en las transacciones de ventas en el límite son adecuadamente supervisadas.
- ENTONCES: Está claro (1.0) que las responsabilidades para las funciones límite implicadas con las transacciones de ventas están adecuadamente separadas o supervisadas.

Fuente: GAL, G.: "Using Auditor Knowledge to Formulate Data Model Constraints: An Expert System for Internal Control Evaluation". Ph.D. Dissertation, Michigan State University, 1985, p. 106

**Motor de inferencia: métodos de razonamiento:** El EMYCIN utiliza un procedimiento de inferencia controlado por los objetivos, también llamado de encadenamiento hacia atrás.

**Validación del sistema:** El proceso de verificación del sistema fue muy informal y consistió en evaluar por parte de un auditor las decisiones del sistema sobre una selección de casos de auditoría actuales. La verificación consistió en un examen de tres aspectos: (1) los datos que se utilizaron, (2) la línea de razonamiento o forma utilizada para llegar a una conclusión y (3) el nivel de certidumbre ligado con la decisión.

Según el auditor, las evaluaciones del sistema fueron adecuadas en cuanto a la adquisición de los datos y en cuanto a la línea de razonamiento que resultó del uso de esos datos, pero el factor de certidumbre determinado por el sistema, en general, fue muy diferente al que se le había asignado en principio. La falta de acuerdo en los factores de certidumbre se debió a dos cosas. Primero, a que habían factores del entorno que estaban incluidos en los ejemplos de auditoría que no estaban incluidos en la base de conocimiento del prototipo normal y, segundo, a que parece ser que los auditores no emiten estos juicios de auditoría utilizando factores de certidumbre, sino que lo hacen en términos de decisión dicotómica, es decir, los controles son o fiables o no fiables.<sup>38</sup>

---

<sup>38</sup> Cfr. MESERVY, RAYMAN D. et al. (1986): "Internal Control ...", op. cit.

**TICOM** (acrónimo de **The Internal Control Model**).<sup>39</sup>

El **TICOM** surgió como consecuencia de las investigaciones realizadas por Bailey y su equipo de colaboradores sobre el diseño y evaluación de los sistemas de control interno en relación con el desarrollo de **Sistemas de Información para Oficinas (OIS)**.<sup>40</sup>

**Autor o autores e institución patrocinadora:** Fue desarrollado por Andrew D. Bailey Jr., Gordon Leon Duke, Chen-en Ko, Rayman D. Meservy, todos ellos de la Universidad de Minnesota; James Gerlach, de la Universidad de British Columbia, y Andrew B. Whinston de la Universidad de Purdue. Este proyecto de investigación contó con una subvención de

---

<sup>39</sup> Cfr.

\* BAILEY, ANDREW D., Jr., GERLACH, JAMES H., McAFEE, R. PRESTON y WHINSTON, ANDREW B.: "An OIS Model for Internal Accounting Control Evaluation". *ACM Transactions on Office Information Systems*, vol. 1, nº. 1, enero, 1983, pp. 25-44. En este artículo Bailey et al. ponen el énfasis en el desarrollo lógico-matemático del modelo.

\* BAILEY, ANDREW D., Jr., DUKE, GORDON LEON, GERLACH, JAMES, KO, CHE-EN, MESERVY, RAYMAN D. y WHINSTON, ANDREW B.: "TICOM and the Analysis of Internal Controls". *The Accounting Review*, vol. LX, nº. 2, abril, 1985, pp. 186-201. En este artículo Bailey et al. ponen el énfasis en la descripción funcional del modelo.

Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:

\* CONNELL, N. A. D.: "Expert Systems in Accounting: A Review of Some Recent Applications". *Accounting and Business Research*, nº. 67, invierno, 1987, p. 228.

\* CUMMINGS, BARBARA K. y APOSTOLOU, NICHOLAS G.: "Expert systems in auditing: an emerging technology", *Internal Auditing*, vol. 3, otoño, 1987, pp. 6-7.

\* CHU, GRACE T.: "Expert Systems in Computer Based Auditing". *The EDP Auditor Journal*, vol. 1, 1989, p. 30.

\* EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989, pp. 57-58.

\* MICHAELSEN, ROBERT y MICHIE, DONALD: "Expert systems in business". *Datamation [EE.UU.]*, noviembre, 1983, pp. 242.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Review of Expert Systems in Auditing". *Expert Systems Review for Business and Accounting*, vol 2, núms. 1 y 2, primavera-verano, 1989, p. 9.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Expert Systems in Auditing". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993, p. 218.

\* van DIJK, J. C. y WILLIAMS, P. A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 110 y 177.

<sup>40</sup> Cfr. BAILEY, ANDREW D., Jr. et al. (1983): "An OIS ...", op. cit.

A los OIS, Bailey también los denomina **Sistemas de Información de Oficina Inteligentes (Intelligent Office Information Systems)**. Los OIS son sistemas de información que integran la representación de los conocimientos, el procesamiento del lenguaje natural, la gestión de la información, la resolución de problemas y otras capacidades destinadas a ayudar a lograr los objetivos empresariales. Los OIS se diferencian de los Sistemas de Información Contables (AIS), los Sistemas de Información de Gestión (MIS), los Sistemas de Ayuda a la Decisión (DSS) y otros sistemas, en su énfasis en la integración de todos los componentes necesarios para apoyar y dirigir al personal administrativo.

Sobre este tema véase también BAILEY, ANDREW D., Jr., WHINSTON, ANDREW B. y ZACARIAS, PRUDENCE TANGCO: "Knowledge Representation Theory and the Design of Auditable Office Information Systems", *Journal of Information Systems*, vol. 3, primavera, 1989, pp. 1-28.

Peat Marwick, Mitchell Foundation.

**Subdominio (área funcional):** El TICOM es un sistema basado en ordenador que ayuda a los auditores en el proceso de diseño, análisis y evaluación de los sistemas de control interno.

**Descripción funcional del sistema:** El TICOM es una herramienta analítica basada en el ordenador que ayuda a los auditores a modelizar el sistema de control interno de una empresa, y, una vez modelizado éste, permite a los auditores interrogar al sistema sobre los aspectos del modelo resultante, con el fin de evaluar el sistema de control interno de la empresa.

El TICOM trabaja en dos fases:<sup>41</sup>

1. el diseño o descripción de un sistema de control interno de contabilidad, y
2. la evaluación del modelo resultante, ayudado por las capacidades de procesamiento de consultas del programa TICOM.

En la primera fase el usuario introduce los detalles relativos a los procedimientos del control interno, utilizando un lenguaje de descripción del control interno. En la segunda fase el usuario interroga al sistema utilizando un lenguaje de procesamiento de consultas.

El TICOM esta compuesto por dos conjuntos de programas interrelacionados:<sup>42</sup>

---

<sup>41</sup> Cfr.:

\* BAILEY, ANDREW D. et al. (1985): "TICOM and...", op. cit., p. 187.

\* BAILEY, ANDREW D. et al. (1989): "Knowledge Representation...", op. cit., p. 3.

<sup>42</sup> Id.

1. El compilador de Lenguaje Descriptivo de Control Interno (Internal Control Descriptive Language) [ICDL],  
y
2. el procesador de consultas.

El lenguaje descriptivo de control interno (ICDL) ayuda en la fase de desarrollo del modelo de control interno de contabilidad y el procesador de consultas ayuda en la fase de evaluación del sistema. El lenguaje descriptivo de control interno (ICDL) ayuda a los auditores a realizar las especificaciones de descripción de los sistemas de control interno, y está diseñado para que pueda ser utilizado de forma similar a los organigramas funcionales (ver Figura 9).

Figura 9

Descripción de la tarea del ICDL para una actividad realizada por un empleado en el departamento de almacenes

REPRESENTACIÓN EN FORMA DE FLUJOGRAMA

MANDATOS ICDL DEL TICOM



```

GET REQUISITION-1 FROM REQUISITION SUPPLY;

ASSIGN SOURCE, DATE, ITEMIZED-DESCRIPTION
OF REQUISITION-1;

TRANSFER REQUISITION-1 TO MANAGER;
WAIT FOR REQUISITION-1;

IF REQUISITION-1 APROVAL NOT EQ AUTHORIZATION-
CODES THEN REVIEW;

ELSE
COPY REQUISITION-1 GIVING REQUISITION-2,
REQUISITION-3
TRANSFER REQUISITION-3 TO ACCOUNTS-PAYABLE
TRANSFER REQUISITION-2 TO PURCHASING CLERK
PUT REQUISITION-1 INTO REQUISITION-FILE
END-IF;

END TASK
  
```

Fuente: BAILEY, ANDREW D., Jr., DUKE, GORDON LEON, GERLACH, JAMES, KO, CHE-EN, MESERVY, RAYMAN D. y WHINSTON, ANDREW B.: "TICOM and the Analysis of Internal Controls". The Accounting Review, abril, 1985, p. 193.

Figura 10. Mandatos ICDL para describir las tareas de oficina individuales

Mandatos	Descripción
ASSIGN lista-atributo OF objeto	Especifica los atributos de un objeto particular que vayan a ser valores asignados.
MODIFY lista-atributo OF objeto	Especifica los atributos de un objeto particular que vayan a ser valores reasignados.
DESTROY lista-objeto	Especifica los objetos que van a ser destruidos.
IF expresión-booleana THEN instr. verdaderas ELSE instrucciones falsas END IF	Especifica una expresión booleana, una comparación simple o compuesta cuya verdad determina el conjunto disjunto de instrucciones que se realizarán luego.
TRANSFER lista-objeto TO agente	Especifica que los objetos de datos listados tienen que ser transferidos a otro agente o unidad organizativa.
WAIT FOR lista-objeto	Especifica que el proceso del agente está bloqueado hasta que se reciben los objetos listados.
PUT lista-objeto INTO almacén	Especifica que los objetos listados tienen que ser dispuestos en el almacén designado.
GET lista-objeto FROM almacén	Especifica que los objetos listados tienen que ser sacados del almacén designado.
COPY objeto-objetivo GIVING duplic. lista-objeto	Especifica que el objeto del objetivo tiene que ser copiado creando los objetos duplicados designados.
TASK	Especifica el inicio de una tarea.
END-TASK	Especifica el final de una tarea.
REVIEW	Indica el entrapamiento de un error o una discrepancia por la cual no se especifica ningún procedimiento de oficina, para el manejo de la excepción.

Fuente: BAILEY, ANDREW D., Jr., DUKE, GORDON LEON, GERLACH, JAMES, KO, CHE-EN, MESERVY, RAYMAN D. y WHINSTON, ANDREW B.: "TICOM and the Analysis of Internal Controls". The Accounting Review, abril, 1985, p. 193.

El ICDL consta de cuatro componentes principales: (1) los agentes, (2) los objetos, (3) los almacenes y (4) los mandatos. Los **agentes** son los actores del sistema de información que llevan a cabo una tarea y pueden ser individuos, grupos, divisiones o subsistemas. Los **objetos** son las cosas (abstracciones) que manipula el sistema de información (e.g., formularios, registros, activos u otras abstracciones contables). La responsabilidad para manipular

un objeto se asigna siempre a un agente. Los **almacenes** son facilidades de almacenamiento para los objetos (e.g., ficheros). Los **mandatos** son las ordenes que utiliza el sistema para describir las tareas individuales (ver Figura 10).

Una sesión de consulta con el TICOM está dividida en dos fases. En la primera fase, el usuario introduce la información relativa a los procedimientos de control interno, utilizando el lenguaje descriptivo de control interno (ICDL), en lugar de los flujogramas y de la descripción narrativa. A continuación, una vez que el modelo ha sido escrito utilizando el ICDL, se compila el modelo en un formato legible para el ordenador. Esta nueva forma se llama **representación interna**. El TICOM compila el modelo escrito en ICDL en un **modelo orientado a las prioridades**. Los modelos orientados a prioridades representan al sistema de control interno como un conjunto de tareas, cuyas secuencias de ejecución permisibles están limitadas por una serie de restricciones de prioridad, es decir, se deben reunir ciertas condiciones para poder llevar a cabo la acción siguiente.<sup>43</sup> El modelo se puede representar también por medio de grafos, donde se indican los puntos de control y los flujos de los datos (ver Figura 11).

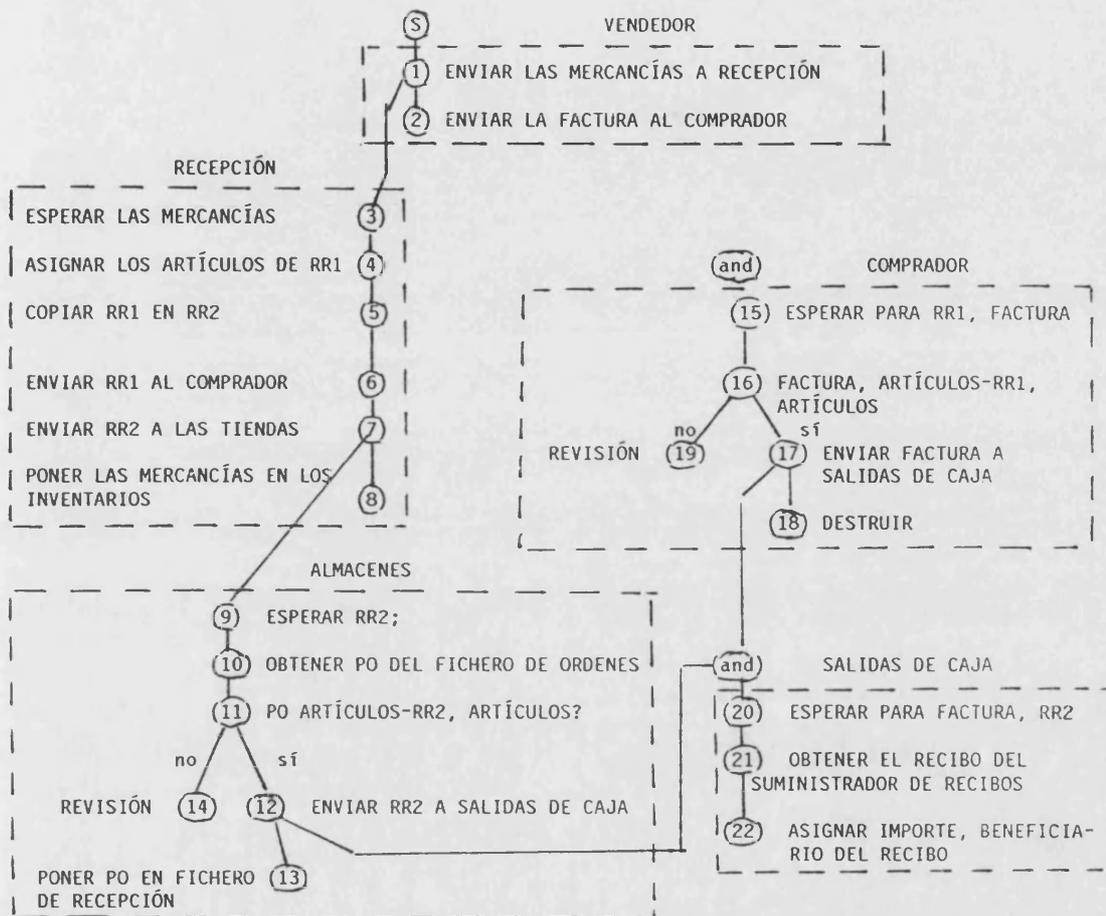
Además de la representación en forma de grafos, se utiliza una formulación lógico-matemática basada en la teoría de conjuntos y en la lógica de primer orden.<sup>44</sup>

---

<sup>43</sup> Esto se parece a los organigramas funcionales, donde se sigue un orden de prioridad establecido en las flechas.

<sup>44</sup> Una ampliación del modelo básico puede verse en BAILEY, ANDREW D., Jr. et al. (1983): "An OIS ...", op. cit.

Figura 11. Grafo representativo de un fragmento de un sistema de compras



ABREVIATURAS:

- RR1 - INFORME DE RECEPCIÓN-1
- RR2 - INFORME DE RECEPCIÓN-2
- PO - ORDEN DE COMPRA
- (and)- OPERADOR LÓGICO (Y)

Fuente: BAILEY, ANDREW D., Jr., DUKE, GORDON LEON, GERLACH, JAMES, KO, CHE-EN, MESERVY, RAYMAN D. y WHINSTON, ANDREW B.: "TICOM and the Analysis of Internal Controls". The Accounting Review, abril, 1985, p. 195.

Una vez que el modelo ya está compilado, en una segunda fase, el usuario puede empezar a interrogar al sistema utilizando el **procesador de consultas** para ver si se cumplen o no los controles fijados en el modelo.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** El TICOM fue desarrollado utilizando el lenguaje de programación PASCAL, sobre un ordenador Cyber 720 de Control Data Corporation.

**Estado de desarrollo:** El TICOM ha tenido varias versiones y todavía se están añadiendo nuevas técnicas con el fin de mejorar sus posibilidades. La primera versión del TICOM, conocida como **TICOM-II**,<sup>45</sup> no era realmente un sistema experto sino un sistema de ayuda a la decisión, aunque ya se utilizaban algunas técnicas de la inteligencia artificial como la representación del conocimiento y la simplificación gráfica. Sin embargo, las siguientes versiones del TICOM ya son realmente un sistema experto. Así, la siguiente versión, el **TICOM-III**,<sup>46</sup> ya se puede considerar un sistema experto, aunque todavía está muy limitado en su funcionalidad.

Actualmente están desarrollando la versión **TICOM-IV**,<sup>47</sup> donde introducen nuevas técnicas, tales como: los sistemas de manipulación directa, la programación orientada a objetos y la representación gráfica basada en objetos. El TICOM-IV lleva asociado el **modelo IGITA (Interactive Graphics**

---

<sup>45</sup> Cfr.

\* BAILEY, ANDREW D., Jr. et al. (1983): "An OIS ...", op. cit.

\* BAILEY, ANDREW D., Jr. et al. (1985): "TICOM and ...", op. cit.

<sup>46</sup> Cfr.:

\* GARNER, B. J. y TSUI, E.: "Recent advances in computer audit research". EDP Auditor Journal. vol. 4, 1985, p. 8.

\* WILSON, EDWARD, EDGE, W., FOGELGARN, L., SIMNETT, R. y GAY, G.: "Going Concern: a Prototype Expert System". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988, p. 6.

\* van DIJK, J. C. y WILLIAMS, P. A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 110 y 177.

<sup>47</sup> Cfr.

\* BAILEY, ANDREW D., Jr., HAN, KYEONG SEOK y WHINSTON, ANDREW B.: "Technology Competition and The Future of Auditing". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 23-48.

\* BAILEY, ANDREW D., Jr., HAN, KYEONG S., STANSIFER, RYAN D. y WHINSTON, ANDREW B.: "A formal algorithmic model compatible with the conceptual modeling of accounting information systems". Accounting, Management and Information Technologies, vol. 2, nº. 2, abril-junio, 1992, pp. 64-65.

Interface for TICOM and Accounting/Auditing Knowledge System), que facilita la representación gráfica interactiva del TICOM y el sistema de conocimiento sobre contabilidad y auditoría. El modelo IGITA permite representar todo el diagrama de flujos, o sólo una parte del mismo (e.g. desde "mercancías enviadas" a "preparar el comprobante"). En la versión TICOM-IV ya no se utiliza el lenguaje PASCAL sino el lenguaje PROLOG.

### OTRAS INVESTIGACIONES DE INTERÉS

Además de los sistemas expertos anteriores, consideramos también interesante citar los siguientes sistemas:

\* **EDP-XPERT**<sup>48</sup> es sistema experto que ayuda a los auditores de proceso electrónico de datos en la evaluación de los controles de auditoría en los sistemas informáticos avanzados, es decir, sistemas de proceso de datos distribuidos, sistemas de gestión de bases de datos y sistemas en línea en tiempo real). (Este sistema se estudiará más adelante, en el epígrafe § II-10.2.11).

\* **ICES**<sup>49</sup> Es un sistema experto que ayuda a los audi-

---

<sup>48</sup> Cfr.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "Continued Development of a Knowledge-bases Expert Systems for Auditing Advanced Computer Systems. Preliminary research rep". Peat, Marwick, Mitch, 1984.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A knowledge-based expert system for auditing advanced computer systems". European Journal of Operational Research, septiembre, 1986, pp. 371-379.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A Preliminary Investigation of EDP-XPERT". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 6, nº. 1, otoño, 1986, pp. 109-123.

Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V. (1987): "Expert Systems...", op. cit., p. 97.

\* van DIJK, J. C. y WILLIAMS, P. A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., p. 110 y 176-177.

<sup>49</sup> Cfr.

\* GRUDNITSKI, G.: "A Prototype of an Internal Control Expert System for the Sales/Accounts Receivable Application", Borrador de trabajo, University of Texas at Austin, Enero, 1986, [Citado por CONNELL, N. A. D.: "Expert Systems in Accounting: A Review of Some Recent Applications". Accounting and Business Research, nº. 67, invierno, 1987, p. 229].

\* GRUDNITSKI, G.: "A Prototype of an Internal Control Expert System for the Sales/Accounts Receivable Application", Symposium on Expert Systems and Audit Judgement, University of Southern

tores en la evaluación del control interno de las transacciones de cuentas a cobrar/ventas. Se utiliza principalmente por los auditores no experimentados en la fases iniciales del proceso de auditoría, cuando se evalúan los controles existentes para determinar la extensión y la necesidad de las pruebas sustantivas. En función de la información suministrada por el usuario, el sistema establece una jerarquía de objetivos y luego hace las recomendaciones sobre la eficacia de los controles. En su construcción se utilizó la concha EMYCIN. El motor de inferencia está orientado hacia los objetivos y utiliza una estrategia de encadenamiento hacia atrás.

\* **Internal Controls Expert** <sup>50</sup> Es un sistema experto, desarrollado por Deloitte & Touche, que ayuda a los auditores a documentar y evaluar los sistemas de control interno, así como a formar una opinión sobre el grado de riesgo en el compromiso de auditoría. El sistema contiene un módulo específico de evaluación del riesgo, conocido como **FR-Score**. El sistema utiliza varias de las técnicas actuales de la tecnología de la información (e.g, tiene registradas las normas de auditoría de la empresas y las normas de auditoría generalmente aceptadas en formato CD-ROM; utiliza el hypertext, ...).

---

California, 1986, [Citado por: EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989, p. 61; JACOB, VARGUESE S. y BAILEY, ANDREW D. Jr.: "A decision process approach to expert systems in auditing". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989, pp. 160-166].

Véase también:

\* CUMMINGS, B. K. y APOSTOLOU, N. G. (1987): "Expert systems ...", op. cit., pp. 7-8.

<sup>50</sup> Cfr.

\* BROWN, CAROL E.: "Expert Systems in Public Accounting: Current Practice and Future Directions", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, p. 11.

\* MURPHY, DAVID y BROWN, CAROL E.: "The Uses of Advanced Information Technology in Audit Planning". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, p. 189.

\* **Flow Eval** <sup>51</sup> Es un sistema experto de Ernst & Young que ayuda a los auditores en el desarrollo de los programas de auditoría — la primera versión del sistema la hizo Arthur Young & Co. y se denominó **Detailed Planning Practice Aid** <sup>52</sup> El **Flow Eval** ayuda a los auditores en el diseño de los diagramas de flujo de los sistemas contables y en el análisis y evaluación de los sistemas de control interno de la entidad. El sistema identifica donde deberían estar situados los controles, evalúa los controles actuales y sugiere en qué lugar podrían ser necesarios controles adicionales. El sistema actúa como un ordenador frontal del sistema experto EY/Decision Support.

\* Edge y Wilson<sup>53</sup> están trabajando en el desarrollo de un sistema experto para la evaluación del control interno desde el punto de vista de la auditoría interna. El sistema ha sido desarrollado utilizando la concha **ADS/OC** de Aion.

\* En nuestro país el Banco de Santander, en colaboración con la empresa IBM, está desarrollando un sistema experto para auditoría y control interno de los Bancos del Grupo Santander.<sup>54</sup>

Los sistemas expertos relacionados con el control interno también han sido elegidos como medio de enseñanza y formación. En este sentido, podemos citar dos ejemplos:

---

<sup>51</sup> Cfr.

\* BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., p. 12.

\* MURPHY, DAVID y BROWN, CAROL E. (1992): "The Uses ...", op. cit., p. 190.

<sup>52</sup> Cfr. BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems in ...", op. cit., p. 14.

<sup>53</sup> Cfr.

\* EDGE, WILLIAM R. y WILSON, EDWARD J. G.: "Expert Systems: An Internal Control Application. Includo en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

\* EDGE, WILLIAM R. y WILSON, EDWARD J. G.: "A Prototype Expert System for Internal Auditors". The EDP Auditor Journal, vol. 1, 1989, pp. 72-76.

<sup>54</sup> Cfr. CHIP: "Sistemas Expertos en el Banco de Santander". Chip, nº 83, septiembre, 1988, p. 20.

\* Dorr et al.<sup>55</sup> han desarrollado un sistema experto en contabilidad para usar en las aulas. El sistema fue desarrollado para una clase de sistemas de información contable, para aspirantes a graduados en contabilidad, como medio para exponer a los estudiantes la posibilidad de utilizar los sistemas expertos en la toma de decisión. El tema escogido fue la **evaluación del control interno sobre nóminas**. En su desarrollo se utilizó el **1st-Class**, una concha de sistema experto guiada por ejemplos.

\* Coopers & Lybrand están desarrollando el **C&L CONTROL RISK ASSESSOR**.<sup>56</sup> Es un sistema experto que realiza el control interno de una organización. Es un cuestionario informatizado sobre el control interno. No está pensado para uso operativo, sino como ayuda para la formación práctica de los estudiantes. Simula el entorno del cliente y enseña al personal a evaluar y documentar los sistemas de control interno.

---

<sup>55</sup> Cfr. DORR, PATRICK, EINING, MARTHA, y GROFF, JAMES E.: "Developing an Accounting Expert System Decision Aid For Classroom Use". Issues in Accounting Education, vol. 3, primavera, 1988, p. 27-41.

<sup>56</sup> Cfr.  
\* BICKERSTAFF, MOLLIE: "Expert Systems for the Auditor". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.  
\* BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., p. 10.  
\* van DIJK, J. C. y WILLIAMS, P. A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 110 y 177.  
\* MURPHY, D. y BROWN, C. E. (1992): "The Uses ...", op. cit., p. 189.

#### 4.3. ANEXO: SESIÓN DE MUESTRA CON EL SISTEMA *INTERNAL-CONTROL-ANALYZER*.

Por último, vamos a ver cómo se realizaría una sesión de muestra con el sistema *INTERNAL-CONTROL-ANALYZER*.<sup>57</sup>

---

##### SESIÓN DE MUESTRA CON EL *INTERNAL-CONTROL-ANALYZER*.

1) Este sistema está diseñado para recoger y evaluar información sobre los controles establecidos en la recogida de datos para transacciones del ciclo de ingresos (ventas y cobros por caja). El sistema reconoce el personal que va a participar en estas transacciones para un gran número de empresas: administrativo contable (para diferenciar debe ponerse 1 ó 2 al final), director de créditos, sec-tesorería, ayudante de tesorería, presidente, proceso electrónico de datos, administrativo de expedición, supervisor de expedición, administrativo de ventas, producción y controlador. Si la función no aparece en esta lista, usar OTRO para responder a las preguntas sobre el personal que desempeña ciertas actividades.

2) ¿Cuál es el nombre del cliente?

\*\* Empresa 114 Inc.

3) ¿Cuál es la principal actividad empresarial de Empresa 114?

\*\* La fabricación.

4) ¿Hay algún procedimiento para contar o identificar los pedidos?

\*\* Sí.

5) ¿Cuál es el procedimiento para contar o identificar los pedidos?

\*\* ??

Las respuestas previstas son: No hay respuesta, diarios, numeración previa, contadores o listado diario.

\*\* La numeración previa

6) ¿Quién ejecuta el procedimiento?

\*\* El administrativo de ventas.

7) ¿Se revisa la integridad de los pedidos?

\*\* ¿Por qué?

[i.e., ¿Por qué es importante determinar si ha sido revisada la integridad de los pedidos?]

[1.0] Esto ayudará a determinar si los controles de integridad de los

---

<sup>57</sup> Cfr. GAL, G. (1985): "Using Auditor ...", op. cit., Anexo A, pp. 214-221.

pedidos son eficaces si son correctamente ejecutados.

Si

- [1.1] se ha recogido información sobre los controles de integridad de los pedidos, y
- [1.2] hay un procedimiento para contar o identificar los pedidos, y
- [1.3] se revisa la integridad de los pedidos, y
- [1.4] la persona que ejecuta el procedimiento de integridad no es la misma que lo revisa.

Entonces

queda claro (1.0) que los controles de integridad de los pedidos son eficaces si son correctamente ejecutados, y

queda claro (1.0) que una de las observaciones realizadas sobre la información facilitada es: HAY UN PROCEDIMIENTO PARA GARANTIZAR LA INTEGRIDAD DE LOS PEDIDOS Y QUE ÉSTE ES REVISADO POR UNA PERSONA DIFERENTE; ESTE CONTROL ES CIERTAMENTE EFICAZ

\*\* No

8) ¿Hay algún procedimiento para contar o identificar los informes de expedición?

\*\* No

9) ¿Hay algún procedimiento para contar o identificar las facturas de las ventas?

\*\* Sí

10) ¿Cuál es el procedimiento?

\*\* La numeración previa

11) ¿Quién lo ejecuta?

\*\* El proceso electrónico de datos

12) ¿Se revisa el procedimiento?

\*\* Sí

13) ¿Con qué frecuencia se revisa la integridad de las facturas de ventas?

\*\* Antes del envío

14) ¿Quién revisa la integridad de las facturas de ventas?

\*\* El administrativo contable

15) ¿Cómo se documenta la revisión?

\*\* ??

Las respuestas previstas son: CON LAS INICIALES, FIRMA, COPIA ADJUNTA, NO HAY RESPUESTA O DE NINGUNA FORMA

\*\* Con las iniciales

16) ¿Están expresamente autorizados los pedidos?

\*\* Sí

17) ¿Cuándo se autoriza el pedido?

\*\* Antes del envío

18) ¿Quién autoriza las ventas?

\*\* El administrativo de ventas

19) ¿Cómo se documenta la autorización?

\*\* Con las iniciales

20) ¿Se revisa la autorización?

\*\* Sí

21) ¿Cuándo se revisa la autorización?

\*\* Antes del envío

22) ¿Quién es el que revisa la autorización?

\*\* El director de créditos

23) ¿Cómo se documenta la revisión?

\*\* Con las iniciales

24) ¿Se compara el pedido para verificar su exactitud?

\*\* Sí

25) ¿Cuál es la fuente de datos que se compara con el pedido?

\*\* La factura de la venta

26) ¿Cuándo se compara la FACTURA-DE-LA-VENTA con el pedido?

\*\* Antes del envío

27) ¿Quién compara la FACTURA-DE-LA-VENTA con el pedido?.

\*\* El administrativo de ventas

28) ¿Cómo se documenta la comparación?

\*\* Con las iniciales

29) ¿Hay alguna comparación para asegurar la exactitud de los informes de expedición?

\*\* No

30) ¿Hay alguna comparación para asegurar la exactitud de las facturas de las ventas?

\*\* Sí

31) ¿Qué documento es comparado con la factura para verificar los precios?

\*\* La tarifa

32) ¿Cuándo se compara la TARIFA con la factura?

\*\* Antes del envío

33) ¿Quién compara la TARIFA con la factura?

\*\* El administrativo de ventas

34) ¿Cómo se documenta la comparación de la TARIFA con la factura?

\*\* De ninguna manera

35) ¿Qué fuente de datos es comparada con la factura para asegurar la corrección de los *items* de la lista?

\*\* El pedido

36) ¿Cuándo se compara el PEDIDO con la factura?

\*\* Antes del envío

37) ¿Quién compara el PEDIDO con la factura?

\*\* El administrativo de ventas

38) ¿Cómo se documenta la comparación?

\*\* Con las iniciales

39) ¿Hay alguna comprobación matemática de la exactitud de los pedidos?

\*\* No

40) ¿Hay alguna comprobación matemática de la exactitud de los informes de expedición?

\*\* No

41) ¿Hay alguna comprobación matemática de la exactitud de las facturas de las ventas?

\*\* Sí

42) ¿Cuándo se lleva a cabo la comprobación matemática de las facturas?

\*\* Antes del envío

43) ¿Quién realiza la comprobación matemática de las facturas?

\*\* El director de créditos

44) ¿Cómo se documenta la comprobación matemática de las facturas?

\*\* De ninguna forma

45) ¿Quién compromete a la empresa en la transacción de venta?

\*\* El administrativo de ventas

46) ¿Quién entrega la consideración física al cliente?

\*\* El administrativo de expedición

47) ¿Quién se responsabiliza de introducir los datos de las ventas en el sistema de procesamiento?

\*\* El administrativo contable

48) ¿Hay algún procedimiento para contar o identificar los avisos de envío?

\*\* Sí

49) ¿Qué procedimiento se utiliza?

\*\* Los diarios

50) ¿Quién realiza el procedimiento?

\*\* El administrativo contable 2

51) ¿Se revisa el procedimiento para asegurar la integridad de los avisos de envío?

\*\* Sí

52) ¿Con qué frecuencia se revisa el procedimiento?

\*\* Diariamente

53) ¿Quién revisa el procedimiento?

\*\* El tesorero ayudante

54) ¿Cómo se documenta la revisión?

\*\* De ninguna forma

55) ¿Hay algún procedimiento para contar o identificar los cheques del cliente?

\*\* Sí

56) ¿Qué procedimiento se utiliza?

\*\* Los diarios

57) ¿Quién ejecuta el procedimiento?

\*\* El administrativo contable 2

58) ¿Se revisa el procedimiento para asegurar la integridad de los cheques del cliente?

\*\* Sí

59) ¿Con qué frecuencia se revisa el procedimiento?

\*\* Diariamente

60) ¿Quién revisa el procedimiento?

\*\* El tesorero ayudante

61) ¿Cómo se documenta la revisión?

\*\* De ninguna forma

62) ¿Hay algún procedimiento para comparar los avisos de envío con otra fuente de datos para asegurar la exactitud?

\*\* Sí

63) ¿Cuál es esa fuente de datos?

\*\* El cheque

64) ¿Cuándo se compara el aviso de envío con el CHEQUE?

\*\* ??

Las respuestas previstas son: NO HAY RESPUESTA, DIARIAMENTE, A FIN DE MES, EN EL MOMENTO DE LA TRANSCRIPCIÓN AL LIBRO DE CAJA, A LA RECEPCIÓN, AL DEPOSITO, MENSUALMENTE, PERIÓDICAMENTE, O SEGÚN LA PRUEBA

\*\* En el momento de la transcripción al libro de caja

65) ¿Quién realiza la comparación?

\*\* El administrativo contable

66) ¿Cómo se documenta la comparación?

\*\* De ninguna forma

67) ¿Hay algún procedimiento para comprobar la exactitud matemática de los avisos de envío?

\*\* No

68) ¿Quién acepta el cheque del cliente?

\*\* El administrativo contable

69) ¿Quién se responsabiliza de introducir los datos del ingreso de caja en el sistema de procesamiento?

\*\* El tesorero ayudante

---

A continuación tenemos las observaciones y conclusiones que proporciona el sistema, según las respuestas dadas:

---

Hay un procedimiento para asegurar la integridad de los pedidos pero no hay una revisión, por lo tanto, el control es menos efectivo.

Como no hay procedimiento alguno para asegurar la integridad de los informes de expedición, hay una pérdida de control.

Como no hay ninguna comparación de los informes de expedición, hay una pérdida de control.

La comprobación matemática más importante de los documentos de ventas se da en la factura, por lo tanto, aunque se pierdan las comprobaciones de los otros documentos, el control sigue siendo bastante eficaz.

Sin alguna forma de documentación de una revisión es probablemente necesario observar el procedimiento de algunos avisos de envío.

Como no hay ninguna comprobación matemática de los avisos de envío hay una pérdida de control.

Los controles contables de los ingresos de la Empresa 114, si son ejecutados correctamente son:

EFICACES (.4)

---

## **CAPITULO 5. SISTEMAS EXPERTOS EN LA PLANIFICACIÓN DE LA AUDITORÍA.**

### **5.1. Características generales de la planificación de la auditoría.**

Una vez que se han analizado la materialidad y el riesgo de auditoría, y se ha efectuado un estudio y evaluación del sistema de control interno de la empresa, se procede a realizar la planificación de las actividades de la auditoría. La fase de planificación de la auditoría consiste en llevar a cabo una estrategia global de los trabajos de auditoría que se van a realizar, en base al objetivo y al alcance de la auditoría; determinado este último en función de la información obtenida en las etapas anteriores del proceso de auditoría (i.e., materialidad, riesgo de auditoría y evaluación del control interno).

La planificación es una fase muy importante del proceso de auditoría pues, si se realiza adecuadamente, reportará muchos beneficios, tanto para el auditor como para el cliente. La planificación de la auditoría sirve para que las fases posteriores del proceso de auditoría se realicen de una manera eficaz y programada, evitando trabajos innecesarios y reduciendo el coste de la auditoría. Arens y Loebbecke<sup>1</sup> consideran que existen tres razones importantes para planificar adecuadamente las tareas de una auditoría: (1) permitir al auditor obtener evidencia competente suficiente, (2) ayudar a que los costes de la auditoría resulten razonables y (3) evitar malentendidos con el cliente. La planificación de la auditoría permite saber dónde, cuándo y cómo se van a realizar los distintos

---

<sup>1</sup> Cfr. ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K.: "Auditing. An Integrated Approach". Fourth edition. Prentice-Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey, 1988, p. 195.

trabajos de auditoría; qué procedimientos y pruebas de auditoría se van a realizar, su extensión y el momento en que deberán ser ejecutados; cuál ha de ser la distribución y calificación del personal y el tipo de recursos que se necesitarán para realizar estos trabajos; cuál ha de ser el calendario de ejecución del trabajo; qué tipos de papeles de trabajo se van a utilizar, etc.

Como resulta evidente, no vamos a realizar un estudio exhaustivo sobre la planificación de la auditoría; no obstante, es conveniente efectuar un breve análisis de los conceptos fundamentales de la misma.<sup>2</sup> Al igual que ocurría con las fases anteriores del proceso de auditoría, la mayor parte de la literatura y de la normativa sobre el tema se encuentran fuertemente influidas por los desarrollos elaborados al respecto por el AICPA. Para esta organización, la planificación de la auditoría constituye una de las fases más importantes del proceso de auditoría. Así, en su primera norma de trabajo de campo, indica:

---

<sup>2</sup> Una ampliación sobre el tema de la **planificación de la auditoría** puede verse, por ejemplo, en:

\* ÁLVAREZ LÓPEZ, JOSÉ: "Auditoría contable". 2ª edición. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. 1991, capítulo 8, pp. 105-113.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Procedure No. 33: Auditing Standards and Procedures". American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1963, capítulo 4, pp. 23-26.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards Nº. 22: Planning and Supervision". American Institute of Certified Public Accountants. New York, marzo, 1978.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Codification of Statements on Auditing Standards, Numbers 1 to 69". Section AU 311. American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1992, pp. 35-39.

\* ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., p. 195.

\* CASALS CREUS, RAMÓN, GASSO VILAFRANCA, JOSÉ M. y SORIA SENDRA, CARLOS: "Fundamentos de auditoría". Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid. 1992, capítulo 7, pp. 131-142.

\* COOPERS & LYBRAND: "Manual de Auditoría". Ediciones Deusto. Bilbao, 1984, capítulo 5, pp. 36-41.

\* GROVEMAN, HOWARD: "Planificación de la auditoría". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988, capítulo 14, pp. 305-326.

\* MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO: "Auditoría Empresarial". 2ª edición. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. 1989, pp. 149-163.

\* PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL: "Manual de Auditoría y Cuentas Anuales". Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid, 1991, capítulo 14, pp. 200-206.

\* REGISTRO DE ECONOMISTAS AUDITORES (REA): "Auditoría. Inventario de objetivos y procedimientos". Capítulo 3, pp. 25-40, y Anexo 6, pp. 313-315.

"El trabajo debe de estar adecuadamente planificado y los ayudantes, si hubiese alguno, deben de ser debidamente supervisados".<sup>3</sup>

En nuestro país, el Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas (ICAC) sigue la misma orientación que el AICPA. El ICAC regula la Planificación de la auditoría en el Apartado 2.3. de sus Normas Técnicas de Auditoría. Así, en su norma técnicas 1ª sobre ejecución del trabajo de auditoría, indica claramente que:

"El trabajo se planificará apropiadamente".<sup>4</sup>

Esta norma del ICAC se centra única y exclusivamente en la tarea de la planificación de la auditoría, quedando al margen la tarea de la supervisión de los trabajos de auditoría realizados por los ayudantes. No obstante, aunque la supervisión no se menciona para nada en el Apartado 2.3. de las Normas Técnicas de Auditoría, relativo a la Planificación, si aparece regulado en el Apartado 2.7., referente a la Supervisión.

Las directrices relativas a la planificación y supervisión de la auditoría, que amplían la primera norma de auditoría generalmente aceptada de trabajo de campo de auditoría, es desarrollada por el AICPA en el SAS N° 22.<sup>5</sup> Las directrices marcadas por el SAS N° 22, sobre planificación y supervisión de la auditoría, han servido de inspiración para la mayoría de los autores y para el propio ICAC.

---

<sup>3</sup> AICPA (1992): "Codification of ...". Section AU 311.01, op. cit., p. 35.

<sup>4</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, del Presidente del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, por la que se publican las Normas Técnicas de Auditoría. Boletín Oficial del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Apartado 2.3.1.

<sup>5</sup> Cfr. AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards N° 22: Planning and Supervision". American Institute of Certified Public Accountants. New York, marzo, 1978.

La fase de planificación se puede dividir, a su vez, en varias subfases. Arens y Loebbecke<sup>6</sup> dividen la fase de planificación de la auditoría en 6 subfases: (1) Preplanificación, (2) obtención de la información sobre el entorno del cliente, (3) obtención de la información sobre las obligaciones legales del cliente, (4) evaluación de la materialidad y el riesgo, (5) comprensión de la estructura de control interno y valoración del riesgo de control y (6) desarrollo de un plan global de auditoría y de un programa de auditoría. Estas subfases coinciden, en términos generales, con las fases del proceso de auditoría propuestas por Jacob y Bailey<sup>7</sup> (ver epígrafe § II-2.2.4). Del estudio de ambas clasificaciones se deduce que la fase de planificación de la auditoría es un proceso dinámico que abarca varias etapas del proceso de auditoría y que, además, está estrechamente relacionada con otras fases de dicho proceso.

La **preplanificación de la auditoría** coincide con las primeras etapas de la **fase de orientación**. En esta etapa se realiza una primera evaluación del entorno y de las razones del cliente para llevar a cabo la auditoría. Normalmente se desarrolla en los primeros contactos con el cliente y en ella se decide si se acepta o no el compromiso de auditoría. Esta etapa culmina con la obtención de la **carta de compromiso** o **carta-propuesta**, en la que se especifican detalladamente todos los aspectos relacionados con los trabajos profesionales que se van a prestar. En la carta de compromiso figurarán entre otros los siguientes aspectos: el objetivo de la auditoría, la responsabilidad de la dirección de la información financiera, el alcance de la auditoría, la forma de planificación del trabajo, la forma de los infor-

---

<sup>6</sup> Cfr. ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., pp. 196-203.

<sup>7</sup> Cfr. JACOB, VARGUESE S. y BAILEY, ANDREW D. Jr.: "A decision process approach to expert systems in auditing". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989, pp. 157-160.

mes, los honorarios, etc.<sup>8</sup>

En la siguiente etapa se obtiene amplia **información sobre el entorno del cliente**. Es necesario conocer ampliamente el negocio del cliente y el tipo de sector en que éste opera; para ello, se realizarán visitas a las oficinas y dependencias de la empresa, se revisarán las políticas de la compañía, etc. Paralelamente se obtendrá **información sobre las obligaciones legales del cliente**; en este sentido, se estudiarán los estatutos y reglamentos de la sociedad, las actas de las reuniones de los consejos de administración y juntas de accionistas, los contratos, etc.

En las siguientes etapas se realiza un estudio de la materialidad y del riesgo de auditoría, y una evaluación del sistema de control interno de la empresa (estas etapas ya fueron analizadas en los capítulos 3 y 4 de la II parte).

Este enfoque coincide plenamente con la línea marcada por el AICPA. De acuerdo con el SAS nº 22, en la planificación de una auditoría se deberán considerar los siguientes aspectos:

- a. Asuntos relativos al negocio de la entidad y la industria en la cual el cliente opera.
- b. Las políticas y procedimientos contables de la entidad.
- c. Los métodos utilizados por la entidad para procesar la información contable significativa, incluyendo el uso de organizaciones de servicios, tales como los centros de

---

<sup>8</sup> Una ampliación sobre el contenido de la carta de compromiso puede verse, por ejemplo, en la "2ª Guía Internacional sobre Censura de Cuentas (junio 1980): La carta-propuesta". Emitida por el Comité Internacional de Prácticas de Censura de Cuentas de la Federación Internacional de Contadores (IFAC). [Citado por ROCAFORT NICOLAU, ALFREDO: "Auditoría de cuentas". Hispano Europea. Barcelona, 1983, pp. 122-127].

Véase también:

\* ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA: "La Auditoría contable". Incluido en SÁNCHEZ FERNÁNDEZ DE VALDERRAMA, JOSÉ LUIS: "Introducción a los conceptos de contabilidad superior". Ariel Economía. Barcelona, 1990, p. 258.

\* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M.: "Auditoría". Interamericana. México. 1987, pp. 130-137.

\* GROVEMAN, HOWARD: "Planificación de ...", op. cit., p. 309-312.

\* MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO (1989): "Auditoría Empresarial", op. cit., p. 151-156.

servicios exteriores.

- d. El nivel calculado planificado del riesgo de control.
- e. El juicio preliminar de los niveles de materialidad para propósitos de auditoría.
- f. Las partidas de los estados financieros que probablemente podrían requerir ajustes.
- f. Las condiciones que podrían requerir extensión o modificación de las pruebas de auditoría, tales como el riesgo de errores o irregularidades o la existencia de transacciones entre grupos vinculados.
- g. La naturaleza de los informes que se ha previsto emitir (por ejemplo un informe sobre el consolidado o la consolidación de los estados financieros, informes sobre los estados financieros presentados para la SEC, o informes especiales tales como los de cumplimiento de las provisiones contractuales)".<sup>9</sup>

En esta misma norma se sugieren, también, una serie de **procedimientos de auditoría** a considerar en la planificación de la auditoría. Éstos son:

- "a. Revisar los archivos de correspondencia, papeles de trabajo de años anteriores, archivos permanentes, estados financieros e informes del auditor.
- b. Comentar los asuntos que puedan afectar a la auditoría con el personal de la entidad responsable de los servicios no de auditoría.
- c. Preguntar sobre los desarrollos actuales del negocio que afecten a la entidad.
- d. Leer los estados financieros internos actuales.
- e. Comentar el tipo, alcance y distribución temporal de la auditoría con la dirección de la entidad, consejo de administración, o sus comités de auditoría.
- f. Considerar los efectos de los pronunciamientos contables o de auditoría aplicables, particularmente los nuevos.
- g. Coordinar la asistencia del personal de la entidad en la preparación de los datos.
- h. Determinar la extensión de la participación, si hubiese

---

<sup>9</sup> AICPA (1992): "Codification of ...". Section AU 310.03, op. cit., p. 35-36.

Véase también:

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "Normas de Auditoría". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 3, p. 47.

- alguna, de asesores, especialistas y auditores internos.
- i. Establecer la distribución temporal del trabajo de auditoría.
  - j. Establecer y coordinar los requerimientos de personal".<sup>10</sup>

En este mismo sentido, en nuestro país, el **ICAC**, siguiendo la misma orientación que el **AICPA**, considera que para realizar una correcta planificación del trabajo de auditoría se deben considerar, entre otras, las siguientes cuestiones:

- "a) Una adecuada comprensión del negocio de la entidad, del sector en que ésta opera, y la naturaleza de sus transacciones.
- b) Los procedimientos y principios contables que sigue la entidad y la uniformidad con que han sido aplicados, así como los sistemas contables utilizados para registrar las transacciones.
- c) El grado de eficacia y fiabilidad inicialmente esperado de los sistemas de control interno".<sup>11</sup>

La adecuada comprensión del negocio de la entidad, de acuerdo con el **ICAC**, va a permitir al auditor:

- "a) Identificar aquellas áreas que podrían requerir consideración especial.
- b) Identificar el tipo de condiciones bajo las que la información contable se produce, se procesa, se revisa y se compila dentro de la organización.
- c) Identificar la existencia de normativa de control interno.
- d) Evaluar la razonabilidad de las estimaciones en áreas tales como la valoración de existencias, criterios de amortización, dotaciones a las provisiones para insolvencias, porcentaje de terminación de proyectos en contratos a largo plazo, dotaciones extraordinarias, etcétera.
- e) Evaluar la razonabilidad de los comentarios y manifestacio-

---

<sup>10</sup> AICPA (1992): "Codification of ...". Section AU 310.04, op. cit., p. 36.

Véase también:

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr. (1988): "Normas de ...", op. cit., p. 47.

<sup>11</sup> RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC. Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.3.3.

nes hechas por la gerencia.

- f) Evaluar si los principios y normas de contabilidad utilizados son apropiados y si guardan uniformidad con los aplicados en el ejercicio anterior".<sup>12</sup>

El conocimiento de la entidad supone analizar, entre otros, los siguientes aspectos:

- "a) El tipo de negocio.
- b) El tipo de productos o servicios que suministra.
- c) La estructura de su capital.
- d) Sus relaciones con otras empresas del mismo grupo y terceras vinculadas.
- e) Las zonas de influencia comercial.
- f) Sus métodos de producción y distribución.
- g) La estructura organizativa.
- h) La legislación vigente que afecta a la entidad.
- i) El manual de políticas y procedimientos".<sup>13</sup>

El auditor debe considerar, también, aquellos aspectos que puedan afectar al sector en el cual se desenvuelve la entidad, tales como:

- "a) Condiciones económicas.
- b) Regulaciones y controles gubernamentales.
- c) Cambios de tecnología.
- d) La práctica contable normalmente seguida por el sector.
- e) Nivel de competitividad.
- f) Tendencias financieras y ratios de empresas afines".<sup>14</sup>

Y por último, una vez recopilada toda la información anterior, se desarrolla un plan global de auditoría y un programa de auditoría.

El plan global de auditoría es un documento en el que

---

<sup>12</sup> Ibid. Apartado 2.3.8.

<sup>13</sup> Ibid. Apartado 2.3.9.

<sup>14</sup> Ibid. Apartado 2.3.10.

se especifica la naturaleza, el alcance y el momento en el que deberán realizarse los diferentes trabajos.<sup>15</sup> En el plan global de la auditoría se incluirán, entre otros, los siguientes aspectos:

- "a) Los términos del encargo de auditoría y responsabilidades correspondientes.
- b) Principios y normas contables, Normas Técnicas de Auditoría, leyes y reglamentaciones aplicables.
- c) La identificación de las transacciones o áreas significativas que requieran una atención especial.
- d) La determinación de niveles o cifras de importancia relativa y su justificación.
- e) La identificación del riesgo de auditoría o probabilidad de error de cada componente importante de la información financiera.
- f) El grado de fiabilidad que espera atribuir a los sistemas de contabilidad y al control interno.
- g) La naturaleza de las pruebas de auditoría a aplicar y el sistema de determinación y selección de las muestras.
- h) El trabajo de los auditores internos y su grado de participación, en su caso, en la auditoría externa.
- i) La participación de otros auditores en la auditoría de filiales y/o sucursales de la entidad.
- j) La participación de expertos".<sup>16</sup>

La documentación del plan global de auditoría junto con la documentación de las razones y hechos en la que se basa éste, constituyen el **Memorándum de Planificación**.<sup>17</sup> El Memorándum de planificación deberá de incluir, además del contenido del plan global, los siguientes aspectos:

- "- Descripción del negocio del cliente y cambios producidos en el último ejercicio y, en general, un resumen de la información obtenida en cada una de las fases del Análisis de Riesgo

---

<sup>15</sup> Ibid. Apartados 2.3.4. y 2.3.5.

<sup>16</sup> Ibid. Apartado 2.3.12.

<sup>17</sup> REA: "Auditoría. Inventario ...", op. cit., p. 33.

General:

- \* Estados financieros comparativos con el ejercicio anterior.
  - \* En el caso de ser una auditoría recurrente, señalar los problemas encontrados en el año anterior y el enfoque que se le dará este año.
  - \* Nuevas situaciones producidas desde la última auditoría, etcétera.
- Alcance general del examen.
  - Filosofía general del control interno y definición del enfoque a seguir en cada área.
  - Definición de cómo funcionará la coordinación con el cliente".<sup>18</sup>

A continuación, se confecciona un documento escrito, denominado **programa de auditoría**, que sirve para llevar un control y seguimiento del trabajo de auditoría realizado y, también, como medio para transmitir las instrucciones de trabajo a los miembros del equipo del auditor. En el programa de auditoría se especificarán, de forma detallada, las distintas pruebas de auditoría a realizar y la extensión de las mismas para cumplir los objetivos de la auditoría, separados éstos por parcelas o áreas.<sup>19</sup>

La parte más importante del programa de auditoría es la relativa a la lista de pruebas de auditoría que se deben de realizar para poder obtener evidencia competente suficiente. De acuerdo con Arens y Loebbecke,<sup>20</sup> existen 5 tipos de **pruebas de auditoría**: (1) los procedimientos que permiten obtener una comprensión de la estructura de control interno, (2) las pruebas de los controles, (3) las pruebas sustantivas de las transacciones, (4) los procedimientos analíticos y (4) las pruebas sustantivas de los detalles de los saldos. Todas estas pruebas están muy relacionadas con la obtención

---

<sup>18</sup> Ibid., p. 34.

<sup>19</sup> RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC. Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartados 2.3.6. y 2.3.13.

<sup>20</sup> Cfr. ARENS, A. A. y LOEBBECKE, J. K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., pp. 318-322.

de la **evidencia**; por lo tanto, las estudiaremos más adelante cuando analicemos las características generales de la obtención de la evidencia (ver epígrafe § II-6.1).

Por último, es conveniente indicar que, dado que las circunstancias que rodean una auditoría cambian a lo largo del proceso de auditoría, el plan global de la auditoría y el programa de auditoría deberán revisarse a medida que progresa la auditoría.<sup>21</sup> Las modificaciones que se produzcan deberán documentarse adecuadamente y reflejarse de forma escrita en el programa de auditoría.<sup>22</sup>

## **5.2. La aplicación de los sistemas expertos en la planificación de la auditoría.**

En los últimos tiempos en los procesos de planificación de la auditoría se han venido utilizando técnicas informáticas convencionales; sin embargo, los sistemas expertos aportan un mayor grado de flexibilidad, ya que permiten mayor rapidez y facilidad en el cambio de los parámetros que configuran el proceso de planificación de la auditoría. El desarrollo de un sistema experto en la planificación del proceso de auditoría aumenta, sin lugar a dudas, la productividad y la eficacia de las auditorías, ya que permite una mejor asignación y gestión de los recursos, y también aumenta la calidad del trabajo.

De acuerdo con van Dijk y Williams, la utilización de un sistema experto en la planificación de la auditoría aportaría los siguientes **beneficios**:<sup>23</sup>

---

<sup>21</sup> RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC. Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.3.13.

<sup>22</sup> Ibid. Apartado 2.3.7.

<sup>23</sup> van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A.: "Expert Systems in Auditing". Macmillan Publishers, Globe Book Services, London, 1990, p. 100.

1. Productividad.	La productividad en las auditorías es baja por muchas razones; el esfuerzo vale la pena eliminando algunas razones; puede ayudar a eliminar el falso conflicto entre los intereses de la gestión de asignaciones y la gestión de unidades, y mejorar su eficacia total; los elementos personales pueden construirse en un sistema experto de planificación para poder lograr esto.
2. Disponibilidad de recursos	La certeza sobre la disponibilidad de recursos afectará positivamente a la calidad del trabajo y reducirá los márgenes frontales de la planificación.
3. Coordinación con el cliente	Una coordinación más eficaz con el cliente de cosas como fechas de entrega que mejorará la relación con el cliente.
4. Compromiso de los especialistas	Las auditorías exigen cada vez más equipos multidisciplinarios: auditores, auditores PED, expertos actuariales, especialistas en investigación de operaciones, expertos en la industria, etc. Organizar una auditoría con una variedad de conocimientos técnicos es poco práctico o al menos costoso, a menos que se haga con un sistema de planificación flexible.
5. Autorización del presupuesto	Facilita la aprobación del presupuesto y el plan; sólo los parámetros y los inicios a partir de las recomendaciones del sistema necesitan revisarse; mejorará el control sobre el proceso.
6. Sistema autoverificable	Un sistema de planificación eficaz y aceptado será adoptado rápidamente por los otros estamentos de la organización, mejorando así el retorno de la inversión.

La mayoría de las aplicaciones de sistemas expertos sobre planificación de la auditoría se centran en la elaboración de los programas de auditoría, y han sido llevadas a cabo por las grandes firmas de auditoría. Las publicaciones que se han realizado hasta la fecha sobre estos sistemas están muy poco documentadas y contienen muy pocos detalles sobre sus características funcionales. Los sistemas más importantes son el DS (DECISION SUPPORT), el EXPERTEST y el CAPEX (este último sistema está mucho más documentado que los anteriores). A continuación, vamos a ver un resumen de las características principales de estos sistemas.

## DECISION SUPPORT (DS) o EY/DECISION SUPPORT.<sup>24</sup>

**Autor o autores e institución patrocinadora:** El primer prototipo del sistema fue desarrollado por Arthur Young, alrededor de 1987, con el nombre de **AY/Decision Support Software (DS)** o simplemente **DS**.<sup>25</sup> Unos años más tarde se produjo la fusión de Arthur Young con Ernst & Whiney. La nueva empresa surgida tras la fusión, Ernst & Young, también ha continuado desarrollando el sistema, pero ahora con el nombre de **EY/Decision Support**.<sup>26</sup>

**Subdominio (área funcional):** El sistema **DECISION SUPPORT** es un sistema experto que ayuda a los auditores en la planificación de los compromisos de auditoría. Durante el período en que era de Arthur Young, el **DECISION SUPPORT** estaba integrado dentro del **ASQ (Audit Smarter Quicker)** (grupo de todos los programas informáticos de la empresa relacionados con la auditoría). Actualmente, el sistema es un módulo de las herramientas de apoyo del **Audit Automation Library** (biblioteca de programas de automatización de la auditoría) de Ernst & Young.

**Descripción funcional del sistema:** El **DECISION SUPPORT** ayuda a los auditores en la preparación de planes indivi-

---

<sup>24</sup> Cfr. BRODERICK, JOHN C.: "A Practical Decision Support System". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 131-148

Un resumen del sistema puede verse en:

\* BROWN, CAROL E.: "Expert Systems in Public Accounting: Current Practice and Future Directions", *Expert Systems With Applications*, vol. 3, nº. 1, 1991, p. 12.

\* GAMBINO, ANTHONY J.: "Arthur Young Professors' Roundtable on preparing the future auditor". *Journal of Accountancy*, febrero, 1988, pp. 24, 27, 122.

\* MURPHY, DAVID y BROWN, CAROL E.: "The Uses of Advanced Information Technology in Audit Planning". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, pp. 191-192.

\* PHILLIPS, MARY ELLEN y BROWN, CAROL E.: "A Survey of Expert Systems Used in the Practice of Public Accounting". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993, pp. 342-343.

<sup>25</sup> Cfr. BRODERICK, JOHN C. (1987): "A Practical ...", op. cit., p. 134.

<sup>26</sup> Cfr. MURPHY, DAVID y BROWN, CAROL E. (1992): "The Uses ...", op. cit., p. 191.

dualizados para cada auditoría. El sistema elabora el plan del enfoque de la auditoría y el programa de auditoría, e indica, también, los puntos débiles del sistema de control interno de la empresa. La base de conocimiento del sistema contiene información genérica sobre las cuentas y los sistemas de control interno asociados.

La información que se introduce en el sistema son las cuentas utilizadas por el cliente, los resultados de la evaluación de control interno y el grado de riesgo de auditoría aceptable. Una vez se ha introducido la información en el sistema, éste elabora una lista de los procedimientos principales relacionados con esos datos, ordenados de más a menos eficaces. A continuación, el auditor selecciona de esta lista los procedimientos que va a utilizar. Una vez seleccionados los procedimientos, el sistema analiza todos los posibles errores y elabora una lista de los procedimientos que pueden detectar el error. Por último, el auditor selecciona los procedimientos que se deben incluir en el programa de auditoría.

El sistema produce tres tipos de documentos de la planificación: (1) el plan del enfoque de auditoría, que resume, por cuentas, los procedimientos que se deben utilizar para apoyar o refutar las afirmaciones de los estados financieros incorporada en la cuenta; (2) los programas de auditoría, que detallan, por cuentas, los procedimientos resumidos en el plan del enfoque de auditoría, y (3) las evaluaciones preliminares del sistema de control interno para cada una de las aplicaciones de procesamiento de los datos, clasificadas por el auditor como significativas.

El sistema es muy fácil de utilizar y muy amistoso con el usuario. Todas las pantallas están diseñadas para que se pueda utilizar el ratón. El sistema mantiene en línea guías

de orientación o ayudas para responder a las dudas que le puedan surgir al usuario durante una sesión de consulta. En la Figura 1 se muestra la pantalla de una Guía de orientación breve, relacionada con la fase en que el auditor especifica las cuentas que son significativas para la auditoría.

Figura 1. Guía de orientación breve

Archivar	Editar	Cuentas	Eval. prel.	Eval. riesgo	Procedimientos
Especificación de las cuentas significativas					
Las cuentas significativas son aquellas que pueden contener errores de importancia de auditoría. El auditor considera primero la materialidad y después, si es necesario, considera otras características de la cuenta (e.g., subjetividad, volumen de las transacciones).					
					[Más orientación]
[Definir cuenta única]			[Revisar cuenta única]		
Cuentas	Aplicaciones de datos significativas especif.		Evaluación Prelim./Riesgo introducida	Procedimientos considerados	
Caja	NO		NO	NO	
Títulos negociables	NO		NO	NO	
Cuentas a cobrar	SI		SI	SI	
Inventarios	NO		NO	NO	
.....					

Fuente: BRODERICK, JOHN C.: "A Practical Decision Support System". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, p. 136.

En la Figura 2 se muestra la pantalla que aparecería si el auditor hubiera pulsado [Más orientación] en la pantalla anterior.

Figura 2. Guía de orientación ampliada

Archivar	Editar	Cuentas	Eval. prel.	Eval. riesgo	Procedimientos
Especificación de las cuentas significativas					

#### CUENTAS QUE TIENEN SIGNIFICACIÓN EN AUDITORÍA

La planificación de un enfoque de auditoría efectivo y eficiente requiere que el auditor realice una evaluación exacta sobre la probabilidad de que puedan haber ocurrido errores de importancia de auditoría en la información que está siendo auditada. Esto requiere que el auditor identifique las cuentas significativas; i.e., las cuentas que pudieran contener errores de importancia de auditoría. (Ver nota de pie de página nº 1 en la página 3.112 del Manual de Auditoría para la definición de "errores de importancia de auditoría".

La determinación de significación de auditoría puede verse afectada por varias consideraciones, de las cuales la más importante es la materialidad. El auditor primero considera la materialidad y después, si es necesario, considera otras características de la cuenta al determinar si una cuenta tiene significación en auditoría.

Fuente: BRODERICK, JOHN C.: "A Practical Decision Support System". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, p. 137.

El sistema produce también varios tipos de informes, los más importantes son: (1) los **planes del enfoque de auditoría** y (2) los **programas de auditoría detallados**.

El plan del enfoque de auditoría contiene documentación sobre aspectos tales como:

- "\* Los objetivos de control por aplicaciones, en los que los controles relacionados fueron evaluados como de mucho riesgo.
- \* Los procedimientos de auditoría elegidos para proporcionar evidencia en cuanto a si el posible error hubiese ocurrido, y si lo hizo, si tuvo un efecto importante en los estados financieros.
- \* Los niveles de seguridad proporcionados por los procedimientos para las afirmaciones incorporadas en la cuenta que está siendo planificada.
- \* Las comprobaciones objetivas de los datos rela-

cionados con los procedimientos.

- \* Los procedimientos que están siendo realizados en otras cuentas que proporcionan un nivel de seguridad para esta cuenta.
- \* Programas de auditoría detallados".<sup>27</sup>

Los procedimientos de auditoría contenidos en los programas de auditoría se sacan de la base de datos del sistema, y son procedimientos estandarizados muy generales. Los programas de auditoría contienen, también, columnas para poner las referencias con los papeles de trabajo y otros datos. Los informes se guardan en un archivo de texto que puede ser modificado posteriormente por el auditor. Los informes se pueden presentar visualizados en la pantalla del ordenador o impresos.

En la Figura 3 se muestra el contenido de un plan del enfoque de auditoría presentado por el sistema.

---

<sup>27</sup> BRODERICK, JOHN C. (1988): "A Practical ...", op. cit., p. 145.



Figura 3. Plan del enfoque de auditoría

MI CLIENTE. 06/11/88  
 Plan del enfoque de auditoría. 08:51  
 Fecha de fin de año: 12/31/87. Ingresos. Pg. 1

Características de la cuenta

LA INFORMACIÓN INTRODUCIDA AQUÍ FORMA PARTE DE LA DOCUMENTACIÓN PERMANENTE

Evaluación del riesgo de la cuenta

Aplicaciones de datos significativas

\* Ventas/cuentas a cobrar.

**Resumen del riesgo más alto**

A continuación se listan los objetivos de control, por aplicación, en los que los controles relacionados fueron evaluados como de "alto riesgo". Por cada objetivo se dan los errores posibles y el procedimiento(s) designado(s) por el auditor como fuente principal de seguridad de la auditoría.

<u>Aplicación</u>	<u>Objetivo</u>	<u>Errores posibles/procedimiento(s) principal seleccionado</u>
Ventas/Cuentas por cobrar	Real	Los créditos de ventas no están representados por bienes expedidos. Un procedimiento especial para detectar las facturas duplicadas.

Procedimientos planificados

<u>Procedimientos de datos de rutina</u>	<u>El nivel de seguridad para afirmaciones relacionadas</u>						<u>Comprobación del objetivo</u>
	<u>E</u>	<u>C</u>	<u>V1</u>	<u>V2</u>	<u>O</u>	<u>P/D</u>	
Comprobar las ventas registradas con los registros de productos pedidos/expedidos.* Un procedimiento especial para detectar las facturas duplicadas	M		M				3 - Estimación
	H	H	H				3 - Estimación

Procedimientos de revisión generales y analíticos - Ver el programa de auditoría detallado.

<u>Procedimientos que están siendo realizados en otras cuentas que proporcionan seguridad para esta cuenta (los niveles de seguridad son para esta cuenta)</u>	<u>El nivel de seguridad para afirmaciones relacionadas</u>						<u>Comprobación del objetivo</u>
	<u>E</u>	<u>C</u>	<u>V1</u>	<u>V2</u>	<u>O</u>	<u>P/D</u>	

**Cuentas a cobrar**

Confirmación CC y realizar procedimientos alternativos	M	L	M				0 - Mínimo.
Comprobar las ventas y el punto de corte de las expediciones antes y después de final de año	M	M					0 - Mínimo.

\* Este procedimiento ha sido seleccionado en la planificación de la auditoría de otra cuenta. Será listado en el plan del enfoque de auditoría para esta cuenta y también aquí.

Fuente: BRODERICK, JOHN C.: "A Practical Decision Support System". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, p. 146

Por último, en la Figura 4 se muestra una lista de procedimientos de un programa de auditoría.

Figura 4. Lista de procedimientos listados del programa de auditoría

---

MI CLIENTE. 06/11/88  
Programa de auditoría detallado. 08:51  
La fecha de fin de año. Ingresos. Pg. 1

P/T  
Ref. By Fecha

Procedimientos de revisión generales y analíticos

1. Comparar volumen de ventas con las salidas de la industria en total o por área geográfica (e.g., exportaciones).
2. Comparar mensualmente las cuentas de resultados e investigar cualesquiera de las fluctuaciones inesperadas (o ausencia de fluctuaciones esperadas).
3. Revisar las cuentas a cobrar, ventas, y las cuentas de devoluciones y descuentos en el libro mayor general de contabilidad para los items inusuales.
4. Revisar el registro de ventas, el registro de las devoluciones y descuentos de ventas, y el registro de ingresos de caja para los items inusuales; investigar cualesquiera de tales items observados.

Procedimientos de información de rutina

1. Comprobar las ventas registradas en los registros de productos pedidos y expedidos; aceptar fechas, clientes, productos, cantidades, precios e importes.
2. Un procedimiento especial para detectar las facturas duplicadas.

Conclusiones de la auditoría del documento

\* Este procedimiento ha sido seleccionado en la planificación de la auditoría de otra cuenta. Debería ser listado en el plan del enfoque de auditoría para esta cuenta así como aquí.

---

Fuente: BRODERICK, JOHN C.: "A Practical Decision Support System". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, p. 147.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** El programa está escrito en lenguaje PASCAL, y funciona en un ordenador Macintosh de Apple con ratón.

**Autor o autores e institución patrocinadora:** Fue desarrollado por Coopers & Lybrand en su oficina de Londres.

**Subdominio (área funcional):** El EXPERTEST produce programas a medida de las pruebas de auditoría para clientes individuales. El sistema produce, también, un informe que ayuda al director a la hora de revisar el grado de conveniencia de los programas de auditoría producidos.

**Descripción funcional del sistema:** El sistema hace a medida programas de auditoría que abarcan todos los aspectos de la auditoría o bien aspectos parciales de la misma sobre 19 programas de auditoría estándares que están contenidos en la base de conocimiento del sistema.

El sistema funciona de forma interactiva con el usuario. Una sesión con el EXPERTEST se inicia con una serie de preguntas al usuario sobre: la estructura de un saldo de una cuenta; las características principales del sistema contable del cliente; el enfoque de la auditoría, en particular el grado requerido de seguridad de la auditoría, etc. A continuación, en base a la información introducida, el sistema proporciona un borrador del programa de auditoría para cada aspecto de la auditoría (e.g., deudores comerciales, activos fijos, existencias, etc.). El sistema proporciona, también, una guía sobre la terminología relativa a los puntos más complicados, y cada cuestión está apoyada por una ayuda objetiva oficial.

---

<sup>28</sup> Cfr. BICKERSTAFF, MOLLIE: "Expert Systems for the Auditor". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988, Holanda. Apéndice C, pp. C1-C7.

Un resumen del sistema puede verse en:

\* BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., p. 10.

\* MURPHY, DAVID y BROWN, CAROL E. (1992): "The Uses ...", op. cit., p. 191.

\* PHILLIPS, MARY ELLEN y BROWN, CAROL E. (1993): "A Survey ...", op. cit., p. 343.

\* van DIJK, J. C. y WILLIAMS, P. A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 110 y 176.

Una sesión con el EXPERTEST requiere alrededor de 10 minutos de promedio en producir un programa de auditoría para una partida homogénea del balance de situación (e.g., deudores, inversiones, existencias, tesorería, etc.). Este trabajo realizado a mano requeriría horas en lugar de minutos y el apoyo de los auditores principales.

Durante una sesión de consulta con el EXPERTEST el usuario puede disponer en cualquier momento de diversas pantallas de ayuda. Estas pantallas de ayuda están estructuradas de acuerdo con la siguiente secuencia:

- "1. La primera pantalla de ayuda explica el significado de las distintas respuestas posibles a la pregunta,
2. la segunda pantalla de ayuda proporciona una guía sobre la fuente de información relevante para contestar a la pregunta;
3. la tercera pantalla de ayuda proporciona la orientación técnica adicional relevante para la cuestión".<sup>29</sup>

En las Figuras 5 y 6 se pueden ver algunas de las pantallas que presenta el EXPERTEST durante una sesión de consulta.

---

<sup>29</sup> BICKERSTAFF, MOLLIE (1988): "Expert Systems ...", op. cit.. Apéndice C, p. C4.

Figura 5

---

Expertest de Coopers & Lybrand  
Demostración limitada  
Deudores comerciales

¿Se va a efectuar una confirmación directa de los saldos deudores comerciales?

S - Si  
N - No

Q.14 Circularización de saldos.

F1- Ayuda F3-Retroceso F4-Salto F5-Hacer anotaciones

Respuesta (S/N):  
Esc-volver a la Sección Menú

---

Figura 6

---

Expertest de Coopers & Lybrand  
Demostración limitada  
Deudores comerciales

¿Se va a efectuar una confirmación directa de los saldos deudores comerciales?

S - Si  
N - No

Q.14 Circularización de saldos.

Si su respuesta es SI, tendrá que contestar unas cuestiones complementarias para determinar si se va a ejecutar una confirmación positiva o negativa. Si su respuesta es NO, asumirá que la exactitud y la existencia de deudores comerciales será comprobada mediante pasos alternativos que incluyen el examen de los ingresos de caja fuera de fecha y la documentación de apoyo subyacente.

F1- Ayuda F3-Retroceso F4-Salto F5-Hacer anotaciones

Respuesta (S/N):  
Esc-volver a la Sección Menú

---

Fuente: BICKERSTAFF, MOLLIE: "Expert Systems for the Auditor". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988. Apéndice C, p. C5, C6.

El sistema permite que el usuario pueda revisar el programa de auditoría y modificarlo. Se pueden añadir pasos suplementarios o incluir notas a pie de páginas. Cuando el auditor ya está satisfecho con el programa de auditoría, puede pasarlo a un procesador de textos estándar e imprimirlo. Cada programa impreso se acompaña de un resumen de control para el director que contiene las respuestas dadas por el sistema a las cuestiones que fueron introducidas por el auditor, el texto completo de los pasos borrados y de los pasos o notas de pie de página añadidos al borrador del programa.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** La concha utilizada en su desarrollo fue diseñada en Coopers & Lybrand y se implementó en el lenguaje de programación de Common Lisp de Gold Hill. Funciona en un microordenador IBM o compatible con un mínimo de 640 K de memoria y disco duro.

**Adquisición del conocimiento:** El conocimiento fue adquirido del personal de la plantilla de auditoría experimentados de Coopers & Lybrand, por medio de entrevistas realizadas a varios socios de auditoría profesionales.

**Validación del sistema:** Para comprobar el sistema se llevaron a cabo pruebas en paralelo con los procedimientos manuales. Durante las pruebas los usuarios realizaron las siguientes observaciones sobre los beneficios que se obtenían del sistema:

Preparación manual	Preparación usando Expertest
* Consumidor de tiempo y proceso pesado	* Rápido para producir unos resultados de alta calidad: una tarea más estimulante para el personal.
* Requiere muchas entradas del personal experimentado para prepararlo adecuadamente	* Puede ser utilizado por el personal inexperto, por lo tanto los costes de tiempo se reducen y hay una mayor integración del personal joven en la planificación de las auditorías.
* Requiere consumir tiempo en la revisión por parte del director de encargo	* Hace posible una revisión rápida del resumen de excepción del director, por lo tanto se reduce el tiempo de puesta en marcha de la auditoría.
* Las pruebas de muestra son ejemplos de propósito general.	* Las pruebas generadas son exactamente objetivas según las circunstancias de la auditoría: pruebas más fácilmente comprendidas por el personal de campo, dando como resultado un trabajo más agradable y efectivo.
* Diferentes normas de preparación aplicadas por personal diferente.	* Las normas comunes aplicadas durante toda la práctica de la auditoría: alcance menos lejanos para la zona prudente y enfoques de refuerzo que conduzcan a demasiada auditoría.

Fuente: BICKERSTAFF, MOLLIE: "Expert Systems for the Auditor". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988. Apéndice C, p. C3.

## CAPEX (Canadian Audit Planning Expert System) <sup>30</sup>

**Autor o autores e institución patrocinadora:** J. Efrim Boritz, de la Universidad de Waterloo, y Anthony K. P. Wensley, de la Universidad de Toronto, ambas universidades de Canadá. El proyecto de investigación contó con la colaboración del personal y el apoyo financiero de las empresas de auditoría Peat Marwick en EE.UU. y Canadá, y el apoyo del Gobierno de Ontario, Canadá, a través del programa URIF.

**Subdominio (área funcional):** El CAPEX es un sistema experto que produce planes sustantivos del programa de auditoría, utilizando una **aproximación basada en las afirmaciones**<sup>31</sup> para estructurar los objetivos de la audito-

---

<sup>30</sup> Cfr.

\* BORITZ, J. EFRIM y WENSLEY, ANTHONY K. P.: "CAPEX Technical Manual Version 1.0". Manuscrito no publicado, School of Accountancy, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, 1989.

\* BORITZ, J. EFRIM y WENSLEY, ANTHONY K. P.: "Structuring the Assessment of Audit Evidence—An Expert Systems Approach". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 9, suplemento, 1990, pp. 49-87.

\* BORITZ, J. EFRIM y WENSLEY, ANTHONY K. P.: "An Expert Systems Approach to Substantive Audit Planning". Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 27-49.

\* WENSLEY, A. K. P.: "The Feasibility of Developing a Computational Model of Assertion-Based Audit Planning Using Expert Systems Methodology". Tesis doctoral no publicada, Department of Management Sciences, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, 1989.

En relación con el artículo de Boritz y Wensley (1990): "Structuring the ...", op. cit., véase también:

\* BAILEY, ANDREW D., Jr.: "Discussion of Structuring the Assessment of Audit Evidence—An Expert Systems Approach". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 9, suplemento, 1990, pp. 88-94.

\* ALDERSLEY, STEPHEN J.: "Discussion of Structuring the Assessment of Audit Evidence—An Expert Systems Approach". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 9, suplemento 1990, pp. 95-102.

\* BORITZ, J. EFRIM y WENSLEY, ANTHONY K. P.: "Structuring the Assessment of Audit Evidence—An Expert Systems Approach—Reply". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 9, suplemento, 1990, pp. 103-109.

Un resumen del sistema puede verse en:

\* VINZE, AJAY S., KARAN, VIJAY y MURTHY, UDAY S.: "A Generalizable Knowledge-Based Framework for Audit Planning Expert Systems". Journal of Information Systems, vol. 5, nº. 2, otoño, 1991, p. 82.

<sup>31</sup> La **aproximación basada en afirmaciones** es un enfoque de planificación de la auditoría definido por el AICPA, en EE.UU., y el CICA, en Canadá, que es utilizado por muchas empresas de auditoría en estos dos países, y en otros países del resto de mundo.

Boritz y Wensley resumen este enfoque en los siguientes términos: "la **aproximación basada en afirmaciones** considera que las partidas financieras (algunas series de transacciones, algunas partidas del un balance de situación) tienen varias dimensiones claves, llamadas afirmaciones, de interés para los auditores (e.g., integridad, existencia, valoración). Un procedimiento de auditoría individual puede proporcionar evidencias sobre más de una afirmación y más de una partida financiera, normalmente con grados diferentes de importancia y fiabilidad, y directa o indirectamente mediante una cadena de inferencia basada en una comprensión de la estructura fundamental de los sistemas de contabilidad y las interrelaciones entre transacciones, saldos, y afirmaciones"

ría y la evaluación de la evidencia de auditoría. El objetivo principal del sistema es realizar la planificación de la auditoría de forma eficaz y eficiente.

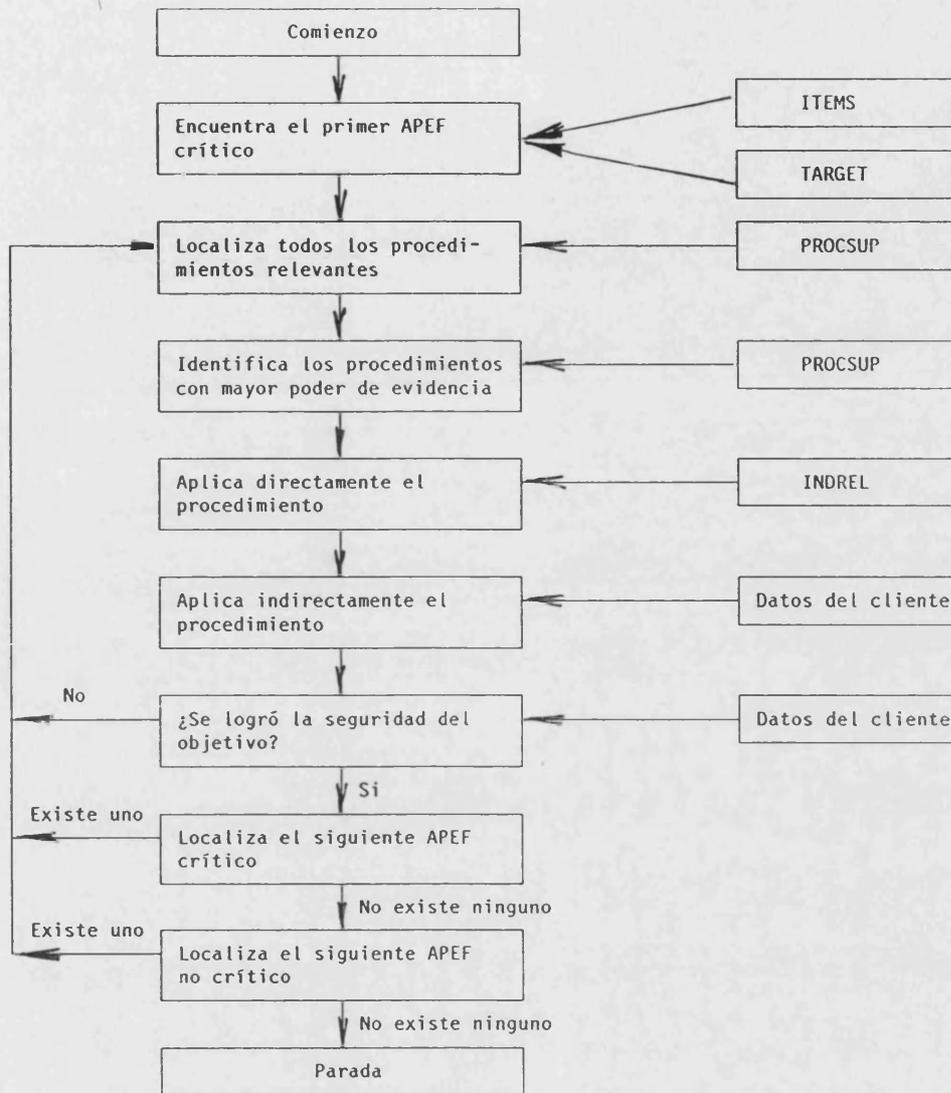
En su actual implementación puede producir planes del programa de auditoría para el ciclo de ingresos/cuentas a cobrar/recibos para clientes de la banca, ventas al por menor y fabricación; y el ciclo de inventario/compras/cuentas a pagar y coste de ventas para clientes de fabricación.

**Descripción funcional del sistema:** El sistema CAPEX produce planes de programas de auditoría, indicando la serie de procedimientos de auditoría que deben ser utilizados en cada caso para obtener la evidencia. El sistema genera un programa de auditoría que planifica afirmación por afirmación, utilizando un modelo del riesgo que refleja tanto las incertidumbres iniciales asociadas con la verdad de cada afirmación como el impacto posterior de cada procedimiento de auditoría. En la Figura 7 se puede ver con claridad el proceso de generación del plan de auditoría. Los nombres que aparecen en mayúsculas en la figura anterior corresponden a los nombres de los ficheros de los módulos de la base de conocimiento del sistema.

---

(Boritz y Wensley, 1991, p. 29). En la siguiente tabla se muestran las propiedades principales de la auditoría basada en afirmaciones.

Figura 7. El proceso de generación del plan



Nota: APEF = Afirmación de la partida del estado financiero.

Fuente: BORITZ, J. EFRIM y WENSLEY, ANTHONY K. P.: "An Expert Systems Approach to Substantive Audit Planning". Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, p. 30.

El conocimiento que contiene el sistema está organizado de forma modular. La base de conocimiento del sistema contiene seis tipos distintos de conocimientos: (1) El conocimiento contable, (2) el conocimiento sobre los procedimientos de auditoría relevantes para la obtención de la evidencia (3) el conocimiento acerca del cliente especí-

fico para el cual se está construyendo el plan de auditoría, (4) el conocimiento sobre cómo están estructurados los tipos anteriores de conocimientos, (5) el conocimiento a cerca del proceso de construcción del plan y (6) el conocimiento de las relaciones de evidencia.

El CAPEX suministra tres tipos principales de salidas: (1) un archivo que detalla la seguridad directa e indirecta proporcionada para cada afirmación de una partida de los estados financieros, por cada procedimiento de auditoría de obtención de la evidencia incluido en el plan del programa de auditoría generado por el sistema; (2) otro archivo que detalla los procedimientos que han sido incluidos en el plan del programa de auditoría generado por el sistema, la extensión en la que han de ser aplicados y su coste total, y (3) un rastro del proceso de razonamiento seguido por el sistema, paso a paso, para determinar si se incluye un procedimiento, su extensión y su efecto sobre todas las afirmaciones de las partidas relevantes de los estados financieros.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** El prototipo actual se ha implementado en lenguaje PROLOG (Turbo Prolog), y funciona en ordenadores IBM PC o compatibles con una memoria RAM mínima de 640 K.

**Adquisición del conocimiento:** La base de conocimiento contiene un cuerpo de conocimientos muy amplio sobre planificación de la auditoría, obtenido de muchas fuentes (i.e., literatura de investigación sobre el tema, manuales de las empresas de auditoría, libros de texto). También contiene los conocimiento heurísticos de los auditores expertos en activo, obtenido por entrevistas con los auditores y análisis de protocolos verbales durante un período de 3 años.

**Representación del conocimiento:** El conocimiento esta representado por proposiciones lógicas y reglas. El sistema contempla el fenómeno de la incertidumbre. La incertidumbre se representa en función de valores de probabilidad que son revisados utilizando la aproximación Bayesiana clásica o la aproximación Bayesiana modificada, basada en el enfoque que utiliza el CICA para modelizar la incertidumbre,<sup>32</sup> el cual utiliza evaluaciones subjetivas de las probabilidades.

**Validación del sistema:**<sup>33</sup> Muchos de los módulos de programas del sistema CAPEX fueron validados durante el propio proceso de adquisición y representación del conocimiento. Para la validación de las salidas del sistema se utilizaron dos instrumentos de validación: (1) una serie de casos, y (2) un cuestionario amplio para evaluar los planes de los programas de auditoría. Los casos fueron desarrollados por los propios expertos que participaron en la construcción del sistema. Se desarrollaron 6 casos (2 casos para cada tipo de industria: fabricación, banca y venta al por menor). El cuestionario amplio fue desarrollado por los investigadores.

En la evaluación de las salidas del sistema estuvieron implicados varios auditores independientes de empresas de dos importantes empresas de auditoría, Peat Marwick en EE.UU. y Canadá. En la etapa de preparación del caso intervinieron dos directores de auditoría superiores (1 de fabricación y venta al por menor y 1 de la banca). En la

---

<sup>32</sup> Cfr. CANADIAN INSTITUTE OF CHARTERED ACCOUNTANT (CICA). "Extent of Audit Testing". Canadian Institute of Chartered Accountant. Toronto, 1980.

<sup>33</sup> Una ampliación sobre el tema de la validación del sistema experto CAPEX puede consultarse:  
\* BORITZ, J. EFRIM y WENSLEY, ANTHONY K. P.: "Evaluating Expert Systems with Complex Outputs: The Case of Audit Planning". Auditing: A Journal of Practice and Theory, vol. 11, nº. 2, otoño, 1992, pp. 14-29.

\* WENSLEY, A. K. P. (1989): "The Feasibility ...", op. cit.,  
\* WENSLEY, A. K. P.: "Validating an Audit Planning Expert System: Issues, Instruments and results". Manuscrito no publicado, Faculty of Management, University of Toronto, Toronto, Ontario, 1990.

etapa de evaluación inicial de los casos y cuestionarios, intervinieron, además de los dos auditores anteriores, 4 directores de auditoría más, procedentes de la misma empresa, pero de diferente oficina. En las evaluaciones de los planes propuestos por el sistema intervinieron 5 directores de auditoría (2 de fabricación, 2 de banca, y 1 de venta al por menor). Los auditores de fabricación y banca eran de la misma empresa de auditoría, pero de distinta oficina, mientras que el auditor de venta al por menor era de distinta empresa.

La evaluación se realizó utilizando la técnica de **estudio a ciegas o prueba de Turing**, que consiste en evaluar por separado unos planes elaborados por el sistema y otros planes similares elaborados por el auditor. La evaluación realizada por los auditores no permitió distinguir qué planes habían sido elaborados por el sistema y cuáles por los auditores. Los resultados de las evaluaciones indicaron que el rendimiento del sistema CAPEX es comparable a los resultados obtenidos por los expertos humanos.

**Estado de desarrollo:** El sistema no está terminado y presenta muchas limitaciones que se irán mejorando en el futuro. Una de estas limitaciones es que, en el estado actual, el sistema sólo proporciona procedimientos para obtener evidencia partiendo de las hipótesis en la que no haya errores materiales. En un futuro se tendrá en cuenta también esta consideración.

Además, como consecuencia de la construcción y validación del sistema se han planteando una serie de cuestiones para poder investigar en el futuro. Las cuestiones más importantes son:

1. Investigar los factores que afectan a la fiabilidad de

la evidencia suministrada por los procedimientos de auditoría;

2. investigar los factores que afectan a los costes de aplicación de los procedimientos de auditoría de obtención de la evidencia;
3. investigar el efecto de las heurísticas de selección de procedimientos sobre la eficacia y eficiencia de los planes de programas de auditoría generados por el sistema;
4. investigar el efecto de utilizar distintos enfoques para la representación de la incertidumbre;
5. investigar el efecto de las diferentes estructuras de afirmaciones. En el estado actual del sistema, se considera que todas las afirmaciones son independientes entre sí; sin embargo, también es posible considerar que existe dependencia entre las afirmaciones; y
6. investigar la importancia de las relaciones de apoyo directo.

#### OTROS INVESTIGACIONES DE INTERÉS

Además de los dos sistemas anteriores, también existen otras investigaciones de interés, aunque menos documentadas, sobre el tema de la planificación de la auditoría. Éstas son:

\* **SAM** <sup>34</sup> Este sistema ayuda a los auditores a confeccionar programas estándares de las pruebas de auditoría, adaptados a las tareas individuales. El sistema produce un borrador del programa de las pruebas de auditoría, el cual permite que se puedan ir eliminando, modificando o añadiendo aspectos al mismo utilizando un procesador de textos. Las características funcionales del sistema son muy parecidas a

---

<sup>34</sup> Cfr. BICKERSTAFF, MOLLIE: "Expert Systems ...", op. cit. Apéndice C, pp. C9-C11.

las indicadas en el sistema **EXPERTTEST**: es amistoso con el usuario, contiene una guía de preguntas estándar ajustadas para elaborar el programa de auditoría, contiene una guía de ayuda, en cualquier momento de la consulta se puede consultar al sistema sobre la estrategia de auditoría que se va generando, y se pueden añadir notas y comentarios a dicha estrategia. El sistema funciona en un ordenador PC IBM o compatible que tenga un mínimo de 640 Kb de memoria RAM y disco duro. Fue escrito en lenguaje C y está enlazado con un sistema de gestión de base de datos.

\* El **FEAP (Front End Analysis and Planning)** <sup>35</sup> es un sistema experto, desarrollado por Arthur Andersen & Co., que ayuda a los auditores a realizar la planificación del proceso de auditoría. Es un sistema integrado por varios sistemas expertos, comprende todas las fases de la auditoría, desde la materialidad inicial y el análisis del riesgo de auditoría, hasta la formulación de la opinión de auditoría.

\* El **EASY (Engagement Administration System)** <sup>36</sup> es un sistema experto, desarrollado por Arthur Andersen & Co., que ayuda a los auditores a desarrollar programas de auditoría. En realidad es un módulo de sistema experto que se ha introducido en su anterior versión del **Engagement Administration System**. Este módulo de sistema experto está escrito en lenguaje PROLOG

---

<sup>35</sup> Cfr.

\* van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., p. 101.

\* GARSOMBKE, H. PERRIN y PARKER, LARRY M.: "Decision Support Systems and Expert Systems: Auditing in the Information Age". Journal of Accounting and EDP, invierno, 1987, p. 23.

<sup>36</sup> Cfr.

\* BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., p. 8.

\* MURPHY, DAVID y BROWN, CAROL E. (1992): "The Uses ...", op. cit., p. 190-191.

\* El **Audit Planning Advisor** <sup>37</sup> es un sistema experto, desarrollado por Deloitte & Touche, que ayuda a los auditores a desarrollar programas de auditoría. Originariamente, el sistema fue desarrollado por Touche Ross y se le denominó **Micro Audit Planning System (MAPS)**.<sup>38</sup> El conocimiento está representado utilizando reglas de producción. En una sesión de consulta el sistema puede llegar a formular alrededor de 1.000 preguntas; las preguntas se agrupan por campos de auditoría y pueden referirse tanto a cuestiones generales como a cuestiones específicas de la auditoría.

\* El **COMPAS (Computerized Planning Advisory System)**<sup>39</sup> es un sistema experto, desarrollado por Price Waterhouse, que ayuda a los auditores a seleccionar los procedimientos de auditoría más eficaces. La base de conocimiento del sistema contiene información sobre los posibles procedimientos de detección de todos los componentes importantes de los estados financieros. Los datos que introduce el auditor en el sistema se refieren a tres aspectos fundamentales: (1) el riesgo inherente, (2) el grado de confianza en las funciones de proceso informático y (3) el grado de confianza en los controles.

\* El **APEX 2** <sup>40</sup> es un sistema experto que ayuda a los auditores a seleccionar procedimientos de auditoría apropiados. Este sistema es un prototipo ampliado del sistema **COMPAS** de Price Waterhouse, que integra los resultados de dos sistemas expertos de esta empresa: el relativo al riesgo

---

<sup>37</sup> Cfr.

\* BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., p. 11.

\* MURPHY, DAVID y BROWN, CAROL E. (1992): "The Uses ...", op. cit., p. 191.

\* PHILLIPS, MARY ELLEN y BROWN, CAROL E. (1993): "A Survey ...", op. cit., p. 343.

<sup>38</sup> Cfr. PHILLIPS, MARY ELLEN y BROWN, CAROL E. (1993): "A Survey ...", op. cit., p. 343.

<sup>39</sup> Cfr.

\* BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., p. 14.

\* MURPHY, DAVID y BROWN, CAROL E. (1992): "The Uses ...", op. cit., p. 192.

<sup>40</sup> Cfr. VINZE, AJAY S. et al. (1991): "A Generalizable ...", op. cit., p. 82.

inherente y el que realiza la evaluación de los controles internos.

\* Braun y Chandler <sup>41</sup> describen un proyecto de investigación para desarrollar un sistema experto que permita a los auditores investigar las fluctuaciones de la revisión analítica. Este proyecto de investigación contó con el apoyo del programa «Oportunidades de Investigación en Auditoría» de Peat, Marwick, Mitchell & Co. El conocimiento de los auditores expertos se obtiene por medio del sistema ACLS (Analog Concept Learning System), un programa informático que produce reglas de clasificación por inducción a través de ejemplos. En su desarrollo se propone utilizar el lenguaje AL/X (Advice Language/X), utilizado ya anteriormente en la construcción de otros sistemas expertos famosos.

\* Manuel Orta <sup>42</sup>, perteneciente al Grupo de Investigación sobre Sistemas Expertos del Departamento de Contabilidad de la Universidad de Sevilla, está desarrollando un prototipo de sistema experto que ayuda a los auditores en la elaboración del programa de auditoría, dentro del proceso de planificación de la auditoría. Para cada una de las áreas de auditoría seleccionadas, el sistema indica los procedimientos de auditoría que deben aplicarse, el momento y el alcance de cada uno de ellos. El sistema está compuesto de varios módulos, uno para cada una de las áreas de la auditoría, conectados entre sí con un módulo central que controla todo el funcionamiento del sistema y avisa al usuario sobre las áreas de la auditoría que todavía están pendientes de analizar. El sistema necesita como requisito

---

<sup>41</sup> Cfr. BRAUN, HELMUT M. y CHANDLER, JOHN S.: "Development of an Expert System to Assist Auditors in the Investigation of Analytical Review Fluctuations". Research Proposal, Peat, Marwick, Mitchell Foundation, noviembre, 1982.

<sup>42</sup> Cfr. ORTA PÉREZ, MANUEL: "Un sistema experto de ayuda a la elaboración del programa de auditoría". Comunicación presentada en el V Encuentro de Profesores Universitarios de Contabilidad. Sevilla, 27-29 de mayo de 1993.

imprescindible para poder continuar que se le introduzca información sobre: (1) la materialidad, (2) el riesgo de auditoría, (3) la evaluación del sistema de control interno y (4) la homogeneidad de las cuentas. El sistema confecciona los listados del programa de auditoría para dos momentos distintos: (1) en la fecha preliminar a la del cierre del ejercicio y (2) en la fecha posterior al cierre del mismo. El sistema contiene también un listado de los procedimientos de auditoría seleccionados, de acuerdo con los objetivos de la auditoría de cada área.

\* Vinze, Karan y Murthy<sup>43</sup> han propuesto un marco generalizado, basado en el conocimiento, para desarrollar sistemas expertos que ayuden a los auditores en todo el proceso de planificación de la auditoría, desde el cálculo del riesgo hasta la selección de los procedimientos de auditoría. El modelo propuesto se basa en el SAS N<sup>o</sup>. 47<sup>44</sup> y en el SAS N<sup>o</sup> 55<sup>45</sup> del AICPA.

El marco propuesto para la elaboración de sistemas expertos que realicen el proceso de planificación de la auditoría se basa en tres tipos de conocimiento:

1. El conocimiento sobre cómo evaluar el riesgo de auditoría y la materialidad, y sobre cómo definir las exigencias de una situación concreta. Este conocimiento es de tipo heurístico.
2. El conocimiento acerca de cómo seleccionar los proce-

---

<sup>43</sup> Cfr. VINZE, AJAY S., KARAN, VIJAY y MURTHY, UDAY S.: "A Generalizable Knowledge-Based Framework for Audit Planning Expert Systems". Journal of Information Systems, vol. 5, n<sup>o</sup>. 2, otoño, 1991, pp. 78-91.

<sup>44</sup> Cfr. AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards No. 47: Audit Risk and Materiality in Conducting an Audit". American Institute of Certified Public Accountants. New York, diciembre, 1983.

<sup>45</sup> Cfr. AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards No. 55: Consideration of the Internal Control Structure in a Financial Statement Audit". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Abril, 1988.

dimientos apropiados para afrontar las exigencias de una situación concreta. Este conocimiento es de tipo contextual.

3. El conocimiento sobre el conjunto de procedimientos disponibles, sus características y cómo pueden cumplir las diferentes exigencias de la auditoría. Este conocimiento es de tipo factual.

El conocimiento heurístico sobre evaluación del riesgo y la materialidad, a su vez, se clasifica cuatro categorías diferentes:

1. El perfil del cliente, que calculará el riesgo de auditoría aceptable.
2. El perfil del ciclo de cuentas, que evaluará la materialidad y el riesgo inherente.
3. El perfil de la estructura de control interno, que calcularía el riesgo del control.
4. El perfil de las necesidades de la auditoría.

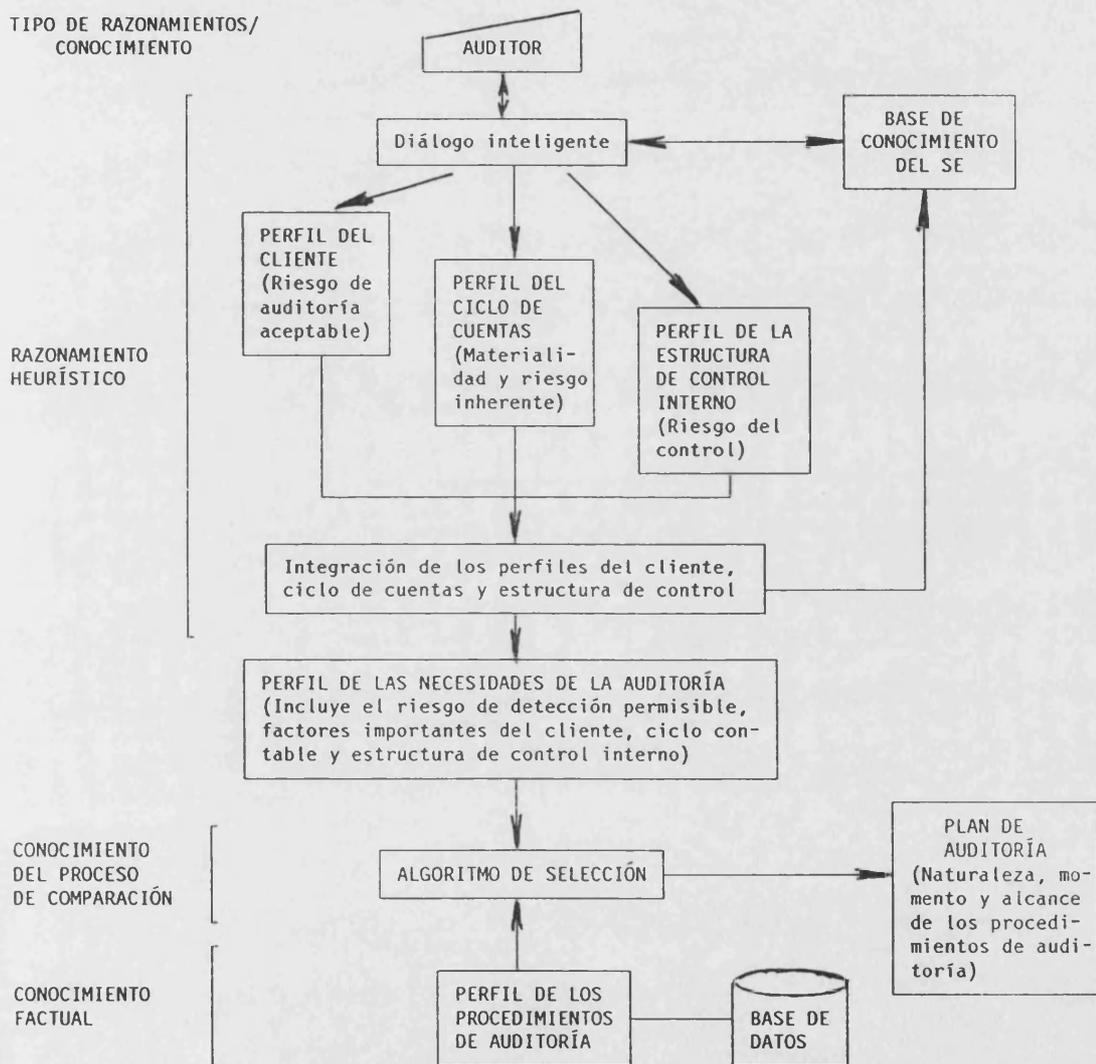
Estos tres primeros conocimientos estarían contenidos en la base de conocimiento del sistema. El sistema integraría estos tres primeros conocimientos para formar el cuarto conocimiento, es decir, el relativo a los requisitos de la auditoría.

El conocimiento factual sobre los procedimientos de auditoría estaría almacenado en una base de datos, que se podría mantener con suma facilidad utilizando un sistema de gestión de base de datos.

Y, por último, el conocimiento contextual relativo al proceso de selección de los procedimientos de auditoría estaría contenido en un **algoritmo de selección** que confrontaría las necesidades de la auditoría con los procedimientos

de auditoría, confeccionando un plan de auditoría que indicaría la naturaleza, momento y alcance de los procedimientos de auditoría a utilizar. En la Figura 8 se puede ver con mayor claridad el marco propuesto para los sistemas expertos de planificación de la auditoría.

Figura 8. Un marco para sistemas expertos de planificación de la auditoría



Fuente: VINZE, AJAY S., KARAN, VIJAY y MURTHY, UDAY S.: "A Generalizable Knowledge-Based Framework for Audit Planning Expert Systems". Journal of Information Systems, vol. 5, nº. 2, otoño, 1991, p. 86.

La puesta es marcha de este marco ha dado lugar al desarrollo de un primer prototipo, denominado APX <sup>46</sup> Este primer prototipo se centró sólo en el aspecto de la valoración del riesgo; sin embargo, en el futuro se pretende que el sistema APX abarque todo el marco anterior propuesto. En su construcción se utilizó el KEE (Knwoledge Engineering Environment), en una estación de trabajo Sum.<sup>47</sup>

---

<sup>46</sup> Cfr. BHARADWAJ, A., MAHAPATRA, R. K., VINZE, A. S., KARAN, V. y MURTHY, U. S.: "APX—An Expert System for Audit Planning". Papel de trabajo, Texas A & M University, Coledge Station, Texas, 1992.

<sup>47</sup> Cfr. VINZE, AJAY S. et al. (1991): "A Generalizable ...", op. cit., p. 90.

## **CAPITULO 6. SISTEMAS EXPERTOS EN LA OBTENCIÓN DE LA EVIDENCIA Y FORMACIÓN DE LA OPINIÓN.**

### **6.1. Características generales de la fase de obtención de la evidencia y formación de la opinión.**

De acuerdo con las fases del proceso de auditoría, expuestas anteriormente (ver epígrafe § II-2.2.4.), una vez que se ha realizado la planificación de la auditoría, se procede a obtener el material de evidencia de la auditoría. La fase de obtención de la evidencia consiste en realizar una serie de procedimientos o pruebas de auditoría, con el fin de obtener evidencia suficiente, adecuada y oportuna que sirva para que el auditor pueda expresar una opinión sobre la razonabilidad de la información contenida en los estados financieros. La obtención de la evidencia es la fase más dura y de mayor trabajo de todo el proceso de la auditoría.

Estrechamente relacionada con la fase de obtención de la evidencia se encuentra la fase de formación de la opinión, que consiste en agregar y evaluar la evidencia obtenida en la fase anterior, y en formarse y elegir la opinión que posteriormente vaya a ser incluida en el informe de auditoría. Aunque se trata de dos fases del proceso totalmente distintas, sin embargo, ambas fases están muy relacionadas, razón por la cual las estudiaremos conjuntamente; prueba de ello es que la mayoría de los sistemas expertos que se han desarrollado hasta la fecha sobre obtención de la evidencia tratan también el tema de la formación y elección de la opinión.

Como resulta evidente, no vamos a realizar un estudio exhaustivo sobre la fase de obtención de la evidencia; no obstante, es conveniente realizar un breve análisis de los

conceptos fundamentales de la misma.<sup>1</sup>

Al igual que ocurría con las fases anteriores del proceso de auditoría, expuestas en los epígrafes anteriores, las directrices básicas sobre el tema de la obtención de la evidencia en auditoría han sido marcadas por el **American Institute of Certified Public Accountants (AICPA)**, las cuales son seguidas por la mayoría de la literatura sobre el tema. Así, el **AICPA**, en su **tercera norma de trabajo de campo**, indica:

"Debe obtenerse suficiente y competente material de evidencia a través de la inspección, observación, preguntas y confirmaciones, para proporcionar unas bases razonables para emitir una opinión sobre los estados financieros que se examinan".<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Una ampliación sobre el tema de la **obtención de la evidencia en auditoría** puede verse, por ejemplo, en:

\* ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA: "La Auditoría contable". Incluido en SÁNCHEZ FERNÁNDEZ DE VALDERRAMA, JOSÉ LUIS: "Introducción a los conceptos de contabilidad superior". Ariel Economía. Barcelona, 1990, pp. 258-259.

\* ÁLVAREZ LÓPEZ, JOSÉ: "Auditoría contable". 2ª edición. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. 1991, pp. 97-102.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Procedure No. 33: Auditing Standards and Procedures". American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1963, capítulo 6, pp. 34-39.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards Nº. 31: Evidential Matter". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Agosto, 1980.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Codification of Statements on Auditing Standards, Numbers 1 to 69". Sección AU 326. American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1992, pp. 137-141.

\* ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K.: "Auditing. An Integrated Approach". Fourth edition. Prentice-Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey, 1988, capítulo 6, pp. 165-194.

\* CASALS CREUS, RAMÓN, GASSO VILAFRANCA, JOSÉ M. y SORIA SENDRA, CARLOS: "Fundamentos de auditoría". Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid. 1987, capítulo 8, pp. 143-150.

\* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M.: "Auditoría". Interamericana. México. 1987, capítulo 9, pp. 274-333.

\* COOPERS & LYBRAND: "Manual de Auditoría". Ediciones Deusto. Bilbao, 1984, pp. 31-33.

\* HADNOTT, BENNIE L.: "Audit Evidence — What Kind and How Much". CPA Journal, octubre, 1979, pp. 23-29.

\* INSTITUTO DE CENSORES JURADOS DE CUENTAS DE ESPAÑA: "Manual de Auditoría". Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid. 1982, pp. 20-26.

\* MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO: "Auditoría Empresarial". 2ª edición. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. 1989, capítulo 10, pp. 245-251.

\* MUNTER, PAUL y RATCLIFF, THOMAS A.: "Evidential Matter". CPA Journal, enero, 1981, pp. 70-76.

\* PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL: "Manual de Auditoría y Cuentas Anuales". Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid, 1991, capítulo 16, pp. 221-225.

\* REGISTRO DE ECONOMISTAS AUDITORES (REA): "Auditoría. Inventario de objetivos y procedimientos". Capítulo 5, pp. 65-96, y Anexo 6, pp. 318-320.

\* STETTLER, HOWARD F.: "Evidencia y pruebas". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988, capítulo 16, pp. 351-371.

<sup>2</sup> AICPA (1992): "Codification of ...". Sección AU 326.01, op. cit., p. 137.

En términos parecidos se manifiesta la **International Federation of Accountants (IFAC)**. El IFAC, en su Guía 3ª, en relación con la evidencia de auditoría establece lo siguiente:

"El auditor obtendrá la evidencia suficiente y apropiada, a través de la ejecución de sus comprobaciones de procedimientos o sustantivas, para permitirle emitir las conclusiones sobre las que fundamente su opinión, acerca de la información financiera. Las comprobaciones de procedimiento, son pruebas diseñadas para obtener seguridad razonable de la efectividad de los controles internos de la entidad. Las comprobaciones sustantivas están diseñadas para obtener evidencia acerca de la fiabilidad, exactitud y validez de los datos generados por el sistema contable. Hay dos tipos:  
- Pruebas de detalle sobre transacciones y saldos.  
- Análisis de relaciones significativas y tendencias, incluyendo la investigación de partidas y fluctuaciones no usuales".<sup>3</sup>

En nuestro país, el **Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas (ICAC)** también sigue en esta materia, en términos generales, las directrices marcadas por el **AICPA**. El ICAC regula la evidencia en el Apartado 2.5 de sus **Normas Técnicas de Auditoría**. Así, en su Norma 3ª sobre ejecución del trabajo de auditoría indica:

"Debe obtenerse evidencia suficiente y adecuada, mediante la realización y evaluación de las pruebas de auditoría que se consideren necesarias, al objeto de obtener una base de juicio razonable sobre los datos contenidos en las cuentas anuales que se examinan y poder expresar una opinión respecto de las mismas".<sup>4</sup>

Obtener evidencia quiere decir que el auditor está convencido, razonablemente, de que todos los datos contables contenidos, en los estados financieros, están debidamente registrados, y de que los hechos económicos a los que se refieren estos datos han ocurrido realmente.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> Cfr. MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO (1989): "Auditoría Empresarial", op. cit., p. 245.

<sup>4</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, del Presidente del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, por la que se publican las Normas Técnicas de Auditoría. Boletín Oficial del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Apartado 2.5.1.

<sup>5</sup> Cfr. RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC. Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.5.2.

Esta evidencia la obtiene el auditor del análisis de los registros contables (e.g., libros de diario, mayores, registros auxiliares, hojas de costes, ...), de los que se han sacado los estados financieros, y de cualquier otro tipo de información corroborativa que pueda disponer el auditor (e.g., cheques, facturas, contratos, observación de las actividades realizadas por el personal, conversaciones con directivos y empleados, conciliaciones bancarias, confirmaciones de saldos de clientes, ...).<sup>6</sup>

El auditor debe verificar aquellos hechos y aspectos que tienen relación con los datos contables contenidos en los estados financieros.<sup>7</sup> Ahora bien, el auditor no puede verificar todos los hechos económicos que han acaecido en la empresa que se audita, pues eso supondría volver a realizar todo el proceso contable. El auditor no necesita obtener una certeza total y absoluta sobre la validez de la información contenida en los estados financieros, simplemente le es suficiente con obtener evidencia suficiente y adecuada, de acuerdo con el objetivo de la auditoría.<sup>8</sup>

Por lo tanto, para que la evidencia sea convincente para el auditor ha de estar caracterizada por dos rasgos distintivos: (1) que sea **suficiente** y (2) que sea **competente** (o **adecuada**). Arens y Loebbecke<sup>9</sup> indican, además de los dos rasgos anteriores, un tercer rasgo: el de **oportunidad**.

De acuerdo con el **ICAC**, la **evidencia suficiente** hace referencia al "nivel de evidencia que el auditor debe obtener a través de sus pruebas de auditoría para llegar a

---

<sup>6</sup> Cfr. AICPA (1963): "Statement on ...", op. cit., pp. 34-35.

<sup>7</sup> Cfr. RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC. Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.5.3.

<sup>8</sup> Ibid. Apartado 2.5.5.

<sup>9</sup> Cfr. ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., p 167.

conclusiones razonables sobre las cuentas anuales que se someten a su examen".<sup>10</sup> Obtener evidencia suficiente significa que el auditor no debe obtener una evidencia total y absoluta sobre las transacciones y saldos contables, sino sólo la que, desde su juicio profesional, cumpla con los objetivos fijados en la auditoría que se está realizando. El auditor debe tener muy claro, si quiere ser competitivo, que la evidencia necesaria para poder formular su opinión ha de estar dentro de unos límites de tiempo y de coste razonables.

La forma más eficaz para conseguir que la obtención de la evidencia esté dentro de ciertos límites de tiempo y de coste razonables es utilizar la técnica del **muestreo**. La selección de la muestra puede ser de tipo subjetivo o de tipo estadístico. Por supuesto, el **muestreo estadístico**<sup>11</sup> es mucho más efectivo y exacto para determinar la extensión de las pruebas de auditoría que deberán llevarse a cabo y evaluar sus resultados. El auditor también puede seleccionar la muestra utilizando bases subjetivas; en estos casos, deberá dejar constancia en los papeles de trabajo de las razones de su elección y de los criterios y bases de

---

<sup>10</sup> RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC. Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.5.6.

<sup>11</sup> Una ampliación sobre el **muestreo estadístico** aplicado en auditoría puede verse, por ejemplo, en:

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards Nº. 39: Audit Sampling". American Institute of Certified Public Accountants. New York, junio, 1981.

\* ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., capítulo 12, pp. 389-429, y capítulo 14, pp. 467-508.

\* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M. (1987): "Auditoría", op. cit., capítulo 10, pp. 334-371.

\* PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL (1991): "Manual de ...", op. cit., capítulo 12, pp. 179-188.

\* PUJOL BATLLE, IGNASI y ORIENT GINER, PASCUAL F.: "Evaluación del control interno: Revisión al proceso del muestreo de atributos". Revista Técnica del Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España. Nº 19, 1989, pp. 12-20.

\* REA: "Auditoría. Inventario ...", op. cit., pp. 73-82.

\* SUÁREZ SUÁREZ, ANDRÉS S.: "La moderna auditoría. Un análisis conceptual y metodológico". McGraw-Hill. Madrid. 1990. Capítulo 5, pp. 45-63.

\* ZUBER, GEORGE R. y AKRESH, ABRAHAM D.: "Muestreo estadístico". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988, capítulo 19, pp. 409-457.

selección elegidos.<sup>12</sup>

Para determinar el nivel necesario de evidencia, el auditor debe tener en cuenta la **importancia relativa** de las distintas partidas de las cuentas anuales y el grado de **riesgo probable de error** en el que incurre cuando decide no revisar determinados hechos contables.<sup>13</sup>

De acuerdo con el **ICAC**, el juicio profesional del auditor con respecto a la cantidad suficiente de evidencia se ve afectado por los siguientes factores:

- "a) El riesgo de que existan errores en las cuentas.  
El riesgo se ve afectado por:
  - i. La naturaleza de la transacción.
  - ii. La calidad del control interno.
  - iii. La naturaleza del negocio y la industria en la que se opera.
  - iv. Las situaciones especiales que pueden influir en la gestión.
  - v. La situación financiero-patrimonial de la entidad.
- b) La importancia relativa de la partida analizada en relación con el conjunto de la información financiera.
- c) La experiencia adquirida en auditorías precedentes de la entidad.
- d) Los resultados obtenidos de los procedimientos de auditoría, incluyendo fraudes o errores que hayan podido ser descubiertos.
- e) La calidad de la información económico-financiera disponible.
- f) La confianza que le merezcan la Dirección de la entidad y sus empleados".<sup>14</sup>

El segundo aspecto de la evidencia en auditoría tiene

---

<sup>12</sup> Cfr. RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC. Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.5.6.

<sup>13</sup> Ibid. Apartado 2.5.8.

<sup>14</sup> Ibid. Apartado 2.5.9.

que ver con el grado de competencia de la misma. La **evidencia competente** hace referencia al grado de validez y de pertinencia de la evidencia que se desea obtener para que el auditor pueda emitir su juicio profesional.<sup>15</sup> Este grado de validez y de pertinencia de la evidencia depende de las circunstancias que rodean a cada caso de auditoría, por lo tanto, requieren del juicio profesional del auditor.

La casuística sobre las posibles circunstancias que se pueden presentar para determinar la validez de la evidencia pueden ser muy amplia y es imposible contemplar todos los casos. No obstante, el **AICPA** apunta tres supuestos muy útiles que deberán ser tenidos en cuenta:

- "a. Cuando el material de evidencia se puede obtener de fuentes independientes ajenas a una entidad, proporciona mayor seguridad de fiabilidad para los propósitos de una auditoría independiente que cuando se obtiene exclusivamente de dentro de la entidad".
- b. La estructura de control interno más efectiva y la de mayor seguridad se obtiene sobre la fiabilidad de los datos contables y de los estados financieros.
- c. El conocimiento personal directo del auditor independiente, obtenido a través del examen físico, observación, cálculo e inspección, es más persuasivo que la información obtenida indirectamente".<sup>16</sup>

Al igual que ocurría con el primer aspecto de la evidencia, la evidencia adecuada también está muy estrechamente relacionada con la **importancia relativa** y el **riesgo probable**.<sup>17</sup>

En resumen, el primer aspecto, el relativo a la

---

<sup>15</sup> Cfr. AICPA (1963): "Statement on ...", op. cit., p. 35.

<sup>16</sup> AICPA (1992): "Codification of ...". Sección AU 326.19, op. cit., p. 140.

<sup>17</sup> Cfr. RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC. Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.5.15. a 2.5.18.

**suficiencia** de la evidencia, tiene un carácter cuantitativo; mientras que el segundo aspecto, el relativo a la **competencia (o adecuación)** de la evidencia, tiene un carácter cualitativo.<sup>18</sup> Es decir, la **suficiencia de la evidencia** depende de la cantidad de pruebas de auditoría a realizar para obtener un grado de evidencia convincente; mientras que la **competencia de la evidencia** no depende de la cantidad de las pruebas de auditoría a realizar, sino de la calidad, seguridad y confianza de las mismas.

El tercer rasgo de la evidencia — apuntado por Arens y Loebbecke<sup>19</sup> — es el de la **oportunidad**. La **oportunidad de la evidencia de auditoría** se refiere a cuándo fue acumulada la evidencia o al período cubierto por la auditoría. Así, por ejemplo, la evidencia relativa a las cuentas del balance de situación, es más convincente para el auditor cuando se obtiene lo más cercana posible a la fecha del balance de situación; y para las cuentas del estado de pérdidas y ganancias, es más convincente para el auditor si abarca todo el año que si sólo lo hace para un período más corto de tiempo (e.g., seis meses).<sup>20</sup>

Una vez definidos el concepto de evidencia y sus rasgos característicos (i.e., suficiencia, adecuación y oportunidad), es conveniente comentar, aunque brevemente, cómo se obtiene la evidencia en auditoría. Para obtener la evidencia suficiente, adecuada y oportuna el auditor, teniendo en cuenta las circunstancias que concurren en cada caso y de acuerdo con su juicio profesional, ha de realizar una serie de procedimientos o pruebas de auditoría. Las **pruebas de auditoría** pueden ser de dos tipos: (1) **pruebas de cumpli-**

---

<sup>18</sup> Ibid. Apartado 2.5.12.

<sup>19</sup> Cfr. ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., p. 167.

<sup>20</sup> Ibid., p. 169.

miento y (2) pruebas substantivas.

Las pruebas de cumplimiento pretenden verificar la confianza del auditor en la calidad de los sistemas y controles internos de la empresa. De acuerdo con el ICAC: "Las pruebas de cumplimiento, tienen como objeto obtener evidencia de que los procedimientos de control interno, en los que el auditor basa su confianza en el sistema, están siendo aplicados en la forma establecida".<sup>21</sup> Estas pruebas se realizan con el fin de asegurarse de que existen controles contables adecuados, que funcionan con eficacia y que han estado funcionando durante todo el período.<sup>22</sup>

Aunque las pruebas de cumplimiento constituyen una forma de obtener evidencia, sin embargo, éstas se realizan en los pasos finales de la fase de evaluación del control interno, como medida de comprobación y de confianza en los sistemas de control interno de la empresa. Por lo tanto, es más apropiado considerarlas dentro de la fase de evaluación del control interno (ver epígrafe § II-4.1.)

Las pruebas substantivas son un conjunto de pruebas de auditoría que pretenden confirmar la confianza en los datos contenidos en los estados financieros. De acuerdo con el ICAC: "Las pruebas substantivas tienen como objeto obtener evidencia de auditoría relacionada con la integridad, exactitud y validez de la información financiera auditada".<sup>23</sup> Las pruebas substantivas pueden ser de dos tipos: (1) pruebas de transacciones y saldos y (2) técnicas de examen analítico o procedimientos de revisión analíticos.

---

<sup>21</sup> Cfr. RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC. Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.5.20.

<sup>22</sup> Id.

<sup>23</sup> Cfr. RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC. Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.5.21.

Las pruebas substantivas sirven para verificar la exactitud de las afirmaciones de la dirección contenidas en los estados financieros. De acuerdo con el ICAC, los aspectos a verificar son:

"Existencia - Los activos y pasivos existen en una fecha dada.

Derechos y obligaciones - Los activos son bienes o derechos de la entidad y los pasivos son obligaciones a una fecha dada.

Acaecimiento - Las transacciones o hechos registrados tuvieron lugar.

Integridad - No hay activos, pasivos o transacciones que no estén debidamente registrados.

Valoración - Los activos y pasivos están registrados por su valor adecuado.

Medición - Una transacción se registra por su justo importe. Los ingresos y gastos han sido imputados correctamente al período.

Presentación y desglose - Las transacciones se clasifican, de acuerdo con principios y normas contables generalmente aceptadas y la Memoria contiene la información necesaria y suficiente para la interpretación y comprensión adecuada de la información financiera auditada".<sup>24</sup>

Tal como hemos indicado anteriormente, la evidencia en auditoría se obtiene por medio de las pruebas de cumplimiento y substantivas. Ahora bien, se pueden obtener distintos tipos de evidencia en función de los métodos (técnicas, procedimientos—según los autores—) de auditoría que se utilicen. De acuerdo con el ICAC, los métodos de obtener la evidencia más utilizados son:<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> Ibid. Apartado 2.5.22.

<sup>25</sup> Cfr. RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC. Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.5.23.

Una ampliación sobre los métodos de obtener la evidencia puede verse, por ejemplo, en:

- ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA (1990): "La Auditoría ...", op. cit., pp. 266-270.
- ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., pp. 170-174.
- COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M. (1987): "Auditoría", op. cit., pp. 289-295.
- INSTITUTO DE CENSORES JURADOS DE CUENTAS DE ESPAÑA (1982): "Manual de ...", op. cit., pp.

25-26.

- PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL (1991): "Manual de ...", op. cit., pp. 213-217.
- REA: "Auditoría. Inventario ...", op. cit., págs. 69-70 y Anexo 6, p. 320.
- RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC. Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartados 2.5.25

a 2.5.31.

- Inspección.
- Observación.
- Preguntas.
- Confirmación.
- Cálculos.
- Técnicas de examen analítico.

El ICAC define estos métodos del siguiente modo:

### INSPECCIÓN

"La inspección consiste en la revisión de la coherencia y concordancia de los registros contables, así como en el examen de documentos y activos tangibles. La inspección proporciona distintos grados de evidencia según sea la naturaleza de la fuente y la efectividad de los controles internos. Las tres categorías más importantes de evidencia documental, que proporcionan al auditor distinto grado de confianza, son:

- a. Evidencia documental producida y mantenida por terceros.
- b. Evidencia documental producida por terceros y en poder de la entidad.
- c. Evidencia documental producida y mantenida por la entidad".<sup>26</sup>

### OBSERVACIÓN

"La observación consiste en ver la ejecución de un proceso o procedimiento efectuado por otros. Por ejemplo, el auditor puede observar como el personal de la entidad realiza un inventario físico o la aplicación de un control".<sup>27</sup>

### PREGUNTAS

"Las preguntas consisten en obtener información apropiada de las personas de dentro y fuera de la entidad que tienen los conocimientos. Las preguntas abarcan desde las formuladas por escrito a terceros ajenos a la entidad a las hechas oralmente al personal

---

<sup>26</sup> RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC. Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.5.25.

<sup>27</sup> Ibid. Apartado 2.5.26.

de la misma. Las respuestas a estas preguntas pueden corroborar evidencia obtenida anteriormente o proporcionar información que no se poseía, sin perjuicio de su posterior contraste si el auditor lo considera necesario".<sup>28</sup>

#### CONFIRMACIÓN

"Las confirmaciones consisten en obtener corroboración, normalmente por escrito, de una información contenida en los registros contables, así como la carta con las manifestaciones de la Dirección del cliente. Por ejemplo, el auditor, normalmente, deberá solicitar confirmación de saldos o transacciones a través de la comunicación directa con terceros (cliente, proveedores, entidades financieras, etc.)".<sup>29</sup>

#### CÁLCULOS

"Los cálculos consisten en la comprobación de la exactitud aritmética de los registros contables y de los cálculos y análisis realizados por la entidad o en la realización de cálculos independientes".<sup>30</sup>

#### TÉCNICAS DE EXAMEN ANALÍTICO

"Las técnicas de examen analítico consisten en la comparación de los importes registrados con las expectativas desarrolladas por el auditor al evaluar las interrelaciones que razonablemente pueden esperarse entre las distintas partidas de la información financiera auditada (estudio de los índices y tendencias más significativas, investigación de variaciones y transacciones atípicas, análisis de regresión, cálculos globales de razonabilidad de saldos respecto a ejercicios anteriores y presupuestos, etc.)".<sup>31</sup>

De todos los métodos de obtención, los **procedimientos de revisión analítica** han adquirido últimamente una gran

---

<sup>28</sup> Ibid. Apartado 2.5.27.

<sup>29</sup> Ibid. Apartado 2.5.28.

<sup>30</sup> Ibid. Apartado 2.5.29.

<sup>31</sup> Ibid. Apartado 2.5.30.

importancia.<sup>32</sup>

En la práctica, la evidencia de auditoría se consigue aplicando los procedimientos y métodos de auditoría citados anteriormente sobre agrupaciones de cuentas, masas patrimoniales o ciclos contables (e.g., inmovilizado, existencias, cuantas a cobrar, disponible, gastos, ingresos, ...). Normalmente se sigue la agrupación de las partidas del balance y de la cuenta de pérdidas y ganancias establecida en el Plan General de Contabilidad. De acuerdo con la mayoría de los manuales de auditoría, la metodología que siguen para auditar las distintas partidas del balance es la siguiente: (1) significado y contenido de cada grupo de cuentas, (2) objetivos de auditoría para ese grupo de cuentas, (3) principios de contabilidad generalmente aceptados que les afecta, (4) aspectos del control interno y pruebas de cumplimiento a tener en cuenta y (5) procedimientos de auditoría a realizar. Por razones de extensión, no vamos a entrar a analizar todos los distintos grupos de

---

<sup>32</sup> Una ampliación sobre los procedimientos de revisión analítica puede verse, por ejemplo, en:

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards No. 56: Analytical Procedures". American Institute of Certified Public Accountants. New York, abril, 1988.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Codification of Statements on Auditing Standards, Numbers 1 to 69". Sección AU 329. American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1992, pp. 151-155.

\* ARENS, A. A. y LOEBBECKE, J. K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit. Cap. 7, pp. 203-214.

\* BIGGS, S. F., MOCK, T. J. y WATKINS, P. R.: "A Descriptive Study of Auditor's Use of Analytical Review in Audit Program Design". The Accounting Review, enero, 1988, pp. 148-161.

\* BLOCHER, E.: "Approaching Analytical Review". The CPA Journal, marzo, 1983, pp. 24-33.

\* BLOCHER, E. y LUZI, A. D.: "Guidance Effects on Analytical Review Decisions", Advances in Accounting, 1987, pp. 201-213.

\* BLOCHER, E. y WILLINGHAM, J. J.: "Analytical Review: A Guide to Analytical Procedures", Shepards McGraw-Hill, 1988.

\* BLOCHER, E., ESPOSITO, R. S. y WILLINGHAM, J. J.: "Auditors' Analytical Review Judgments for Payroll Expense". Auditing: A Journal of Practice and Theory, otoño, 1983, pp. 75-91.

\* BLOCHER, EDWARD; KRULL, GEORGE, Jr.; SCALF, KENNETH A. y YATES, STEPHEN V. N.: "Training and Performance Effects of A Knowledge-Base System for Analytical Review". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

\* BRAUN, HELMUT M. y CHANDLER, JOHN S.: "Development of an Expert System to Assist Auditors in the Investigation of Analytical Review Fluctuations". Research Proposal, Peat, Marwick, Mitchell Foundation, noviembre, 1982.

cuentas, pues, además, la metodología siempre es la misma.<sup>33</sup> En el epígrafe siguiente solamente nos centraremos en aquellas áreas en las que se han realizado sistemas expertos.

Es conveniente indicar, también, que todo el trabajo efectuado por el auditor para obtener la evidencia tiene que estar documentado adecuadamente. Esta documentación recibe el nombre de **papeles de trabajo**, y sirven como soporte documental y de justificación del trabajo efectuado. Aunque, por razones obvias, no vamos a entrar en el estudio de los papeles de trabajo,<sup>34</sup> si creemos conveniente definir brevemente dicho concepto.

<sup>33</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse en:

- \* ÁLVAREZ LÓPEZ, JOSÉ (1991): "Auditoría contable", op. cit.
- \* ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit.
- \* CAÑIBANO CALVO, LEANDRO, ARRAEZ GARCÍA, ALEJANDRO, CEA GARCÍA, JOSÉ LUIS, NOBLEJAS SÁNCHEZ-MIGALLÓN, ANTONIO, RODRÍGUEZ FIGUEROA, WALTER, SÁENZ DE MIERA, JOSÉ LUIS y TEJEIRO CASTANEDO, NICASIO: "Curso de Auditoría Contable". 2 tomos. Ediciones ICE. Madrid. 1983.
- \* CASALS CREUS, RAMÓN et al. (1992): "Fundamentos de ...", op. cit.
- \* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M. (1987): "Auditoría", op. cit.
- \* COOPERS & LYBRAND (1984): "Manual de Auditoría", op. cit.
- \* INSTITUTO DE CENSORES JURADOS DE CUENTAS DE ESPAÑA (1982): "Manual de Auditoría", op. cit.
- \* MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO (1989): "Auditoría Empresarial", op. cit.
- \* PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL (1991): "Manual de ...", op. cit.
- \* REA: "Auditoría. Inventario ...", op. cit., cap. 6, pp. 97-110, y Anexo 6, pp. 320-322.
- \* ROCAFORT NICOLAU, ALFREDO: "Auditoría de cuentas". Hispano Europea. Barcelona, 1983, p. 188.

<sup>34</sup> Una ampliación sobre las características de los **papeles de trabajo** puede verse, por ejemplo, en:

- \* ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA (1990): "La Auditoría ...", op. cit., pp. 259-261.
- \* ÁLVAREZ LÓPEZ, JOSÉ (1991): "Auditoría contable", op. cit., pp. 115-118.
- \* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards N.º. 41: Working Papers". American Institute of Certified Public Accountants. New York, marzo, 1978.
- \* AICPA (1992): "Codification of ...". Sección AU 339, op. cit., pp. 247-248.
- \* ARENS, A. A. y LOEBBECKE, J. K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., cap. 6, pp. 165-194.
- \* CASALS CREUS, RAMÓN et al. (1992): "Fundamentos de ...", op. cit., capítulo 6, pp. 95-130.
- \* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M. (1987): "Auditoría", op. cit., capítulo 9, pp. 274-333.
- \* COOPERS & LYBRAND (1984): "Manual de Auditoría", op. cit., pp. 43-51.
- \* INSTITUTO DE CENSORES JURADOS DE CUENTAS DE ESPAÑA (1982): "Manual de ...", op. cit., cap. 7, pp. 97-107.
- \* MARTÍN, LEROY E.: "Papeles de trabajo de auditoría". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988, capítulo 18, pp. 389-408.
- \* MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO (1989): "Auditoría Empresarial", op. cit., pp. 174-186.
- \* PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL (1991): "Manual de ...", op. cit., capítulo 13, pp. 189-196.
- \* REA: "Auditoría. Inventario ...", op. cit., cap. 6, pp. 97-110, y Anexo 6, pp. 320-322.
- \* RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC. Normas Técnicas de Auditoría, op. cit. Apartados 2.6.1. a 2.6.12.
- \* ROCAFORT NICOLAU, ALFREDO (1983): "Auditoría de ...", op. cit., pp. 187-193.

De acuerdo con el SAS nº 41 del AICPA, los papeles de trabajo son:

"los registros que mantiene el auditor de los procedimientos aplicados, pruebas desarrolladas, información obtenida y conclusiones pertinentes a que se llegó en el trabajo. Algunos ejemplos de papeles de trabajo son los programas de auditoría, los análisis, los memorandos, las cartas de confirmación y declaración, resúmenes de documentos de la compañía y planes o comentarios preparados u obtenidos por el auditor. Los papeles de trabajo también pueden obtener la forma de información almacenada en cintas, películas u otros medios".<sup>35</sup>

Por su parte, la Unión Europea de Expertos Contables, Económicos y Financieros (UEC),<sup>36</sup> en su Recomendación nº 3 de Censura de Cuentas: Los papeles de trabajo, define los papeles de trabajo de la siguiente manera:

"Los papeles de trabajo comprenden todos los documentos preparados o recibidos por el auditor, de manera que constituyan la prueba de las informaciones utilizadas y de las investigaciones efectuadas en la ejecución de la auditoría, así como de las decisiones tomadas por el auditor para llegar a formar su opinión".<sup>37</sup>

En nuestro país, el ICAC — tal vez por la influencia del Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España — sigue la misma orientación que la UEC. La definición adoptada por el ICAC es la siguiente:

"Los papeles de trabajo comprenden la totalidad de los documentos preparados o recibidos por el auditor, de manera que, en conjunto, constituyen un compendio de la información utilizada y de las

---

<sup>35</sup> AICPA (1992): "Codification of ...". Sección AU 338.03, op. cit., p. 248.

<sup>36</sup> La UEC dejó de existir en 1986, cuando se creó la Federación de Expertos Contables Europeos (FEE). La FEE surgió de la fusión de la UEC y del Grupo de Estudios de la CEE.

Cfr. MARTÍN-MEDINA, JOSÉ: "La Armonización de la Contabilidad y de la Auditoría. Sus organismos internacionales". Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid, 1987, p. 67.

<sup>37</sup> UNIÓN EUROPEA DE EXPERTOS CONTABLES, ECONÓMICOS Y FINANCIEROS (UEC): "Recomendación de auditoría, nº 3: "Los papeles de trabajo del auditor". Munich, 1976. Citado por CASALS CREUS, RAMÓN et al. (1987): "Fundamentos de ...", op. cit., p. 89.

Véase también:

\* ÁLVAREZ LÓPEZ, JOSÉ (1991): "Auditoría contable", op. cit., p. 115.

\* INSTITUTO DE CENSORES JURADOS DE CUENTAS DE ESPAÑA (1982): "Manual de ...", op. cit., p.

103.

\* MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO (1989): "Auditoría Empresarial", op. cit., p. 175.

\* ROCAFORT NICOLAU, ALFREDO (1983): "Auditoría de ...", op. cit., p. 188.

pruebas efectuadas en la ejecución de su trabajo, junto con las decisiones que ha debido tomar para llegar a formarse su opinión".<sup>38</sup>

Por último, una vez que el auditor ha obtenido evidencia suficiente, competente y oportuna por medio de las pruebas de auditoría realizadas, a continuación, el auditor debe agregar los resultados y evaluar la evidencia obtenida, con el fin de formarse una opinión sobre las distintas cuentas, o grupos de cuentas, examinadas, tanto individualmente como sobre la totalidad de los estados financieros. A continuación, el auditor elige la opción de opinión más adecuada, que posteriormente incluirá en el informe de auditoría (i.e., opinión favorable, opinión con salvedades, opinión desfavorable y abstención de opinión [ver epígrafe § II-7.1]).

## **6.2. La aplicación de los sistemas expertos en la obtención de la evidencia y formación de la opinión.**

Las aplicaciones de sistemas expertos sobre la obtención de la evidencia y formación de la opinión de auditoría se pueden clasificar en dos categorías:<sup>39</sup> (1) los sistemas expertos que tratan sobre la revisión de una cuenta concreta, o grupo de cuentas, y (2) los sistemas expertos que tratan sobre la auditoría de la totalidad de los estados financieros.

Entre las aplicaciones de sistemas expertos que tratan sobre la obtención y formación de la opinión de auditoría sobre una cuenta concreta, o grupo de cuentas, destacan:

---

<sup>38</sup> RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC. Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 2.6.1.

<sup>39</sup> Cfr. JACOB, VARGUESE S. y BAILEY, ANDREW D. Jr.: "A decision process approach to expert systems in auditing". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989, pp. 161-162.

- el sistema **AUDITOR**, que ayuda a los auditores a valorar la adecuación de las provisiones para insolvencias,
- el sistema **CFILE / LOAN PROBE**, que ayuda a los auditores a evaluar las reservas dotadas por los bancos para cubrir las pérdidas de los préstamos, y
- el sistema **EXPERTAX**, que ayuda a los auditores especialistas en impuestos sobre la problemática del impuesto acumulado y la planificación fiscal.

Entre las aplicaciones de sistemas expertos que tratan sobre la obtención y formación de los juicios de opinión sobre la auditoría de la totalidad de los estados financieros hay que destacar: el sistema **AOD** y el sistema **GC-X**, ambos sistemas ayudan a los auditores en la formación de los juicios de la opinión de empresa en funcionamiento.

A continuación, vamos a ver las características más importantes de estos sistemas, y también, aunque más brevemente, algunas otras investigaciones relacionadas con estos temas.

#### **6.2.1. La aplicación de los sistemas expertos en la evaluación de la provisión para insolvencias.**

Una de las tareas más difíciles que tiene que realizar un auditor, cuando se realiza una auditoría de los estados financieros de una entidad, es la de dar su opinión sobre si las provisiones creadas por los clientes para cubrir las deudas incobrables están de acuerdo con los principios de contabilidad generalmente aceptados. El auditor, en función de las características de los deudores, importe, vencimiento de la deuda, materialidad de la deuda, etc., debe emitir un juicio sobre la razonabilidad de dichas provisiones. El auditor no calcula las provisiones para las insolvencias,

sino que, simplemente, verifica la razonabilidad de las decisiones adoptadas por el cliente sobre las provisiones para insolvencias y sobre su coherencia con los principios de contabilidad generalmente aceptados.

Para comprobar la razonabilidad de las provisiones para insolvencias dotadas por el cliente, el auditor debe realizar una serie de pruebas de auditoría, las cuales, normalmente, consisten en realizar una inspección de las cuentas a cobrar de la entidad. El auditor debe revisar las cuentas de los clientes y deudores con el fin de detectar aquellas cuentas que no han sido pagadas a su vencimiento, especialmente las que pasan de un determinado período, de acuerdo con la política crediticia seguida por la empresa y con los principios de contabilidad generalmente aceptados. Además, el auditor debe contrastar estas comprobaciones con terceros, solicitando por escrito confirmaciones de saldos a los propios clientes e informes a las entidades financieras.

Basándose en el material de evidencia obtenido sobre estas cuentas, el auditor emite un juicio profesional sobre la probabilidad de cobro de cada una de estas cuentas, así como sobre la totalidad de las provisiones creadas por la empresa. Por lo tanto, debido a que en este tipo de decisiones el auditor debe tener en cuenta múltiples factores, algunos de los cuales son de naturaleza subjetiva e incierta, y dado el tremendo volumen de transacciones de este tipo que suelen existir en una entidad, el auditor puede utilizar los sistemas expertos como herramienta de apoyo en la decisión, con el fin de reducir los costes y hacer más factible el trabajo de evaluación de las provisiones para insolvencias de las empresas auditadas.

La aplicación de sistema experto más conocida que trata

sobre el tema de las provisiones para insolvencias es el sistema AUDITOR. Este sistema es uno de los primeros sistemas expertos que se han construido con éxito en el dominio de la auditoría, y, por tanto, se toma como referencia obligada en casi toda la literatura sobre el tema. Veamos, pues, a continuación, las características más importantes de este sistema.

## AUDITOR <sup>40</sup>

**Autor o autores e institución patrocinadora:** El sistema experto AUDITOR surge como consecuencia de la tesis doctoral de Christopher Wrigh Dungan, de la Universidad de South Florida, dirigida por John S. Chandlers, de la Universidad de Illinois.<sup>41</sup> Contó con el apoyo de Peat Marwick Founda-

---

<sup>40</sup> Cfr.:

- \* DUNGAN, CHRISTOPHER WRIGH: "A Model of an Audit Judgement in the Form of an Expert System". Ph dissertation, Department of Accounting, University Illinois at Urb, Urbana, Illinois, 1983.
- \* DUNGAN, CHRIS W. y CHANDLERS, JOHN S.: "Auditor: a microcomputer-based expert system to support auditors in the field". Expert Systems, vol. 2, nº. 4, octubre, 1985, pp. 210-221.  
Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:
- \* BLANNING, ROBERT W.: "A Survey of Issues in Expert Systems for Management". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987, pp. 29-30.
- \* CONNELL, N. A. D.: "Expert Systems in Accounting: A Review of Some Recent Applications". Accounting and Business Research, nº. 67, invierno, 1987, pp. 228-229.
- \* CHU, GRACE T.: "Expert Systems in Computer Based Auditing". The EDP Auditor Journal, vol. 1, 1989, p. 29.
- \* EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989, pp. 56-57.
- \* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984, pp. 198-199.
- \* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Auditing: The State of the Art". Auditing: A Journal of Practice & Theory, otoño, 1987, p. 97.
- \* MICHAELSEN, ROBERT y MICHIE, DONALD: "Expert systems in business". Datamation [EE.UU.], noviembre, 1983, pp. 240-241.
- \* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Review of Expert Systems in Auditing". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol 2, núms. 1 y 2, primavera-verano, 1989, p. 7.
- \* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Expert Systems in Auditing". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993, p. 216.
- \* van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A.: "Expert Systems in Auditing". Macmillan Publishers, Globe Book Services., London, 1990, p. 180.

<sup>41</sup> La tesis de Dungan tenía por objetivo diseñar un sistema experto informatizado, el AUDITOR, para estudiar los procesos de enjuiciamiento que realizan los auditores profesionales. El tema escogido para este estudio fue la evaluación por parte del auditor de las provisiones para insolvencias realizadas por el cliente con el propósito de juzgar su adecuación.

tion por medio de su Programa "Oportunidades de Investigación en Auditoría".<sup>42</sup>

**Subdominio (área funcional):** El sistema AUDITOR ayuda a los auditores externos a valorar la adecuación de las provisiones efectuadas por el cliente para cubrir las deudas de los clientes insolventes.

**Descripción funcional del sistema:** El AUDITOR es un sistema experto que asesora sobre la probabilidad que tiene el saldo de una cuenta de un cliente de ser imposible de cobrar. El sistema tiene un objetivo único: juzgar la adecuación de la provisión para insolvencias. Este objetivo se representa en la red de inferencias por medio de la palabra RESERVA, y significa la porción morosa de la cuenta que debería ser reservada en la provisión para clientes insolventes para un grado sustancial. Este objetivo se logra por medio de una red inferencias formada por un conjunto de reglas, hipótesis y combinaciones lógicas de éstas reglas e hipótesis. La red de inferencias está formada por 25 reglas (ver Tabla 1), dos formas negativas de estas reglas y trece interacciones que unen las reglas entre sí con otras reglas (ver Figura 1).

La interfase del usuario está diseñada para que los diálogos entre los auditores y el sistema sean sencillos y breves. El sistema puede, a petición del usuario, ofrecer información sobre alguna pregunta concreta en cualquier momento del diálogo con el sistema (en las Figuras 2 y 3 se muestra un ejemplo de estas respuestas). El sistema posee, también, una facilidad de explicación que permite ver el razonamiento utilizado por el sistema para llegar a una conclusión.

---

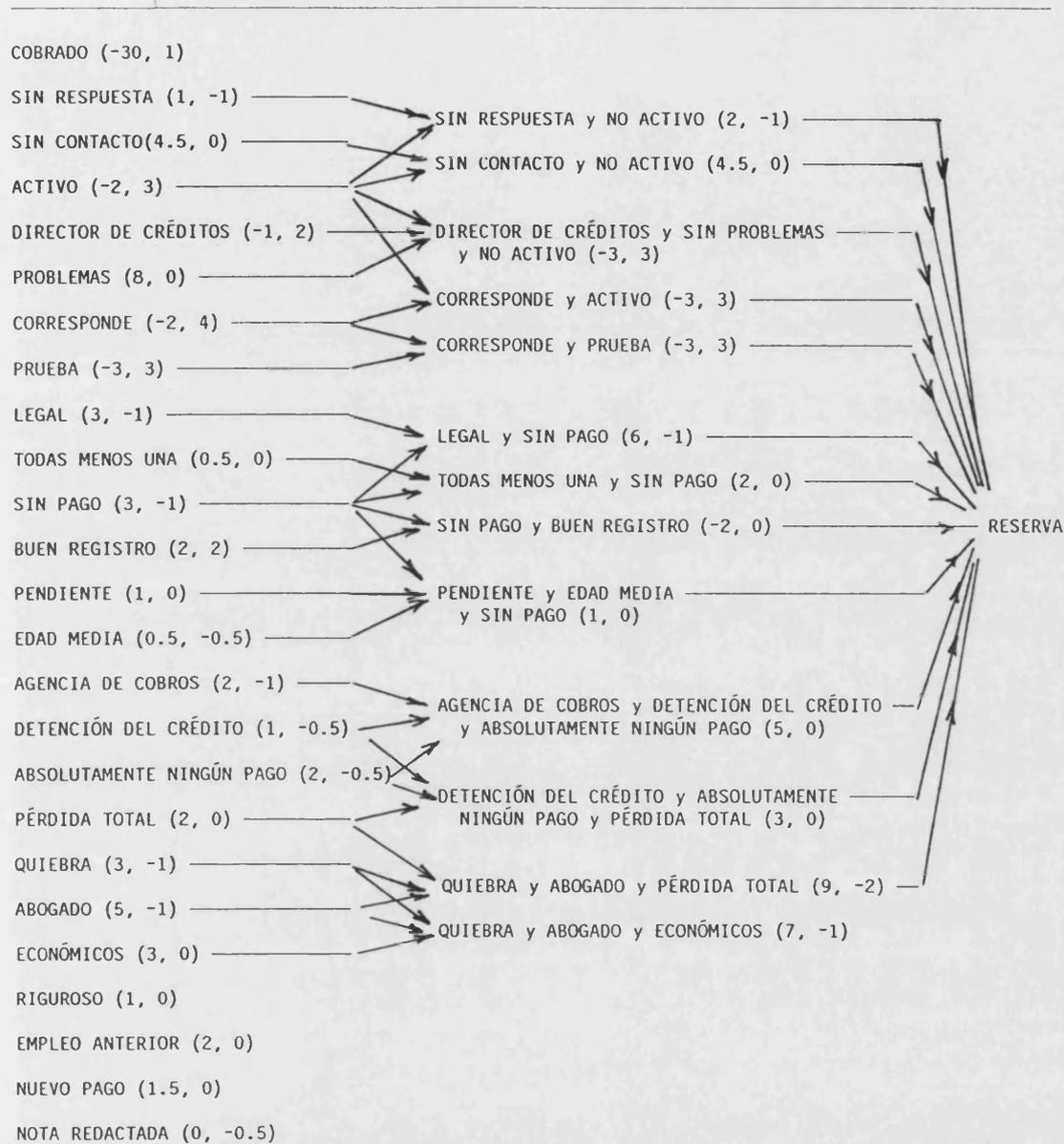
<sup>42</sup> PEAT MARWICK FOUNDATION RESEARCH OPPORTUNITIES IN AUDITING PROGRAM. Interim Report, 1987.

Tabla 1. Listado de la base de reglas

Nombre de la regla	Descripción
COBRADO	La cuenta ya no es morosa en la fecha en que se ha completado la auditoría.
SIN RESPUESTA	No hubo respuesta a la petición de confirmación ni a las peticiones siguientes.
SIN CONTACTO	La petición de confirmación fue devuelta por el Servicio de Correos como no entregada.
ACTIVO	El cliente continua estando en activo.
DIRECTOR DE CRÉDITOS	El director de créditos, u otro oficial de la empresa, expresa una fuerte confianza en el cobro.
PROBLEMAS	Las confirmaciones revelaron serios problemas.
CORRESPONDE	Los datos recientes del archivo de correspondencia apoyan el cobro.
PRUEBA	Los cobros recientes han sido completados satisfactoriamente.
LEGAL	La acción legal sería infructuosa.
TODAS MENOS UNA	Todos los plazos han sido cobrados excepto una sola transacción, importante y morosa.
SIN PAGO	Los deudores han declarado su intención de pagar poco o nada de los saldos morosos.
BUEN REGISTRO	El deudor tiene un buen pasado en el registro de haber pagado en los últimos tiempos sustancialmente todos los saldos morosos.
PENDIENTE	Los saldos morosos pendientes continúan aumentando.
EDAD MEDIA	La edad media de la porción morosa está aumentando.
AGENCIA DE COBROS	Esta cuenta ha sido asignada a una agencia de cobros o a un abogado.
DETENCIÓN DEL CRÉDITO	El cliente ha detenido el crédito a su deudor.
ABSOLUTAMENTE NINGÚN PAGO	No se ha recibido absolutamente ningún pago de este cliente nunca.
PÉRDIDA TOTAL	La pérdida total de esta cuenta requerirá, si es necesario, un ajuste material.
QUIEBRA	El deudor se encuentra en procedimiento de quiebra.
ABOGADO	El asesoramiento legal da pocas perspectivas de cualquier recuperación significativa del deudor.
ECONÓMICOS	Los factores económicos están entorpeciendo la capacidad de pago de este cliente.
RIGUROSO	El esfuerzo de cobro que está siendo aplicado por nuestro cliente es inadecuado.
EMPLEO ANTERIOR	Esta cuenta morosa es de un empleado anterior.
NUEVO PAGO	A pesar de la presencia de este ítem moroso, los ítems posteriores han sido abonados en su totalidad.
NOTA REDACTADA	Este deudor ha redactado notas para los plazos impagados de esta cuenta

Fuente: DUNGAN, CHRIS W. y CHANDLERS, JOHN S.: "Auditor: a microcomputer-based expert system to support auditors in the field". Expert Systems, vol. 2, n.º. 4, octubre, 1985, p. 213.

Figura 1. Red de inferencias del AUDITOR



Fuente: DUNGAN, CHRIS W. y CHANDLERS, JOHN S.: "Auditor: a microcomputer-based expert system to support auditors in the field". Expert Systems, vol. 2, nº. 4, octubre, 1985, pp. 210-221.

Figura 2. Respuesta del AL/X a una pregunta Por qué

---

¿QUÉ SEGURIDAD TIENE DE QUE LOS COBROS RECIENTES DE LAS PORCIONES MOROSAS DE ESTA CUENTA ESTÁN PROCEDIENDO SATISFACTORIAMENTE?  
? P (POR QUÉ)

TECLEE UN NOMBRE DE ESPACIO, <CR> PARA INDICAR PRUEBA, O ? PARA LISTAR LOS NOMBRES DE ESPACIO.

<CR>

ESTA PREGUNTA SE FORMULA PARA HALLAR SI O NO

- 1) LA PORCIÓN MOROSA DE ESTA CUENTA DEBIERA RESERVARSE ESPECÍFICAMENTE PARA LA PROVISIÓN DE CLIENTES DUDOSOS EN UN GRADO SUSTANCIAL (RESERVA).  
QUE TIENE UN GRADO ACTUAL 11.0 (PP= -3.0 PN = 3.0)
- 2) CORRESPONDE y PRUEBA (CORRES y PRUEBA)  
QUE TIENE UN GRADO ACTUAL DE -6.0.

---

Fuente: DUNGAN, CHRIS W. y CHANDLERS, JOHN S.: "Auditor: a microcomputer-based expert system to support auditors in the field". Expert Systems, vol. 2, nº. 4, octubre, 1985, p. 218.

Figura 3. Respuesta del AL/X a una pregunta Cómo

---

¿QUÉ CERTEZA TIENE DE QUE LOS COBROS RECIENTES DE LAS PORCIONES MOROSAS DE ESTA CUENTA ESTÁN PROCEDIENDO SATISFACTORIAMENTE?  
? C (CÓMO)

TECLEE UN NOMBRE DE ESPACIO, <CR> PARA INDICAR RESERVA, O ? PARA LISTAR LOS NOMBRES DE ESPACIO.

(CORRES y PRUEBA)

ESTE ESPACIO SE REFIERE A SI O NO:

CORRESPONDE Y TRABAJO TERMINADO (CORRES Y TRABAJO)

ESTA HIPÓTESIS REQUIERE TODA LA EVIDENCIA.

- 1) LA CORRESPONDENCIA RECIENTE Y OTROS DATOS DEL ARCHIVO DE CRÉDITOS DEL CLIENTE APOYAN SU CONFIANZA EN EL COBRO DE ESTA CUENTA (CORRESPONDE)  
QUE TIENE UN GRADO ACTUAL DE -6.0.
- 2) LOS COBROS RECIENTES DE LOS PLAZOS DELICTIVOS DE ESTA CUENTA ESTÁN PROCEDIENDO SATISFACTORIAMENTE (PRUEBA)  
QUE TIENE UN GRADO ACTUAL DE 0.0.

---

Fuente: DUNGAN, CHRIS W. y CHANDLERS, JOHN S.: "Auditor: a microcomputer-based expert system to support auditors in the field". Expert Systems, vol. 2, nº. 4, octubre, 1985, p. 219.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** En la construcción del sistema AUDITOR se utilizó la concha de sistema experto AL/X (Advice Language/X),<sup>43</sup> desarrollada en la Universidad de Edimburgo. Aunque inicialmente se utilizó para su desarrollo una unidad principal CYBER 175; posteriormente, debido a las dificultades que tenían los auditores para interactuar con el sistema y a que resultaba poco apropiado para su uso comercial, el sistema fue adaptado para operar en un IBM PC o compatible con 256 K de memoria mínima.

**Adquisición del conocimiento:** El desarrollo del sistema se realizó en tres etapas: (1) modelización inicial del objetivo del sistema, de las reglas, y de los pesos de las reglas; (2) refinamiento del sistema usando auditores expertos que operaban el sistema interactivamente, y (3) prueba de validación del sistema.

La fase de modelización inicial del sistema abarcó tres aspectos: (a) la determinación del objetivo del sistema, es decir, qué decisión apoyar; (b) las entrevistas con los auditores expertos para la extracción de las reglas, y (c) la elección de los expertos para determinar los parámetros internos del sistema. En la fase de refinamiento del sistema los auditores expertos operaron el sistema y presentaron sugerencias para su mejora. Por último, la fase de validación del sistema consistió en determinar el nivel de pericia del sistema.

El conocimiento que posee el sistema se adquirió por medio de entrevistas con ocho auditores expertos de una firma internacional de auditoría. A mitad del proyecto se retiraron cuatro auditores. Los cuatro auditores que quedaron eran tres directores de auditoría y un auditor de

---

<sup>43</sup> PATERSON, A.: "AL/X User Manual". Intelligent Terminal, Oxford, 1981.

plantilla.

**Representación del conocimiento:** El conocimiento está organizado en forma de red semántica, y se representa por medio de reglas de producción del tipo "Si-Entonces". El sistema contiene aproximadamente 25 reglas, dos formas negativas de estas reglas, y trece interacciones que unen reglas entre sí y con otras reglas (ver Figura 1). La fuerza de los enlaces dentro de la red está representada por pesos definidos por el propio usuario.

El sistema contempla el fenómeno de la **incertidumbre**. Cada regla e hipótesis del sistema lleva asociado un **factor de certidumbre (FC)** o **valor de certidumbre (VC)**, un **grado de creencia (GC)** y una **probabilidad equivalente**. Los **valores de certidumbre (VC)** son pesos o medidas de la certidumbre de carácter subjetivo, introducidos por el usuario, que reflejan la creencia del usuario en la certidumbre o falsedad de una petición formulada por el sistema. Los valores de certidumbre están comprendidos entre +5 y -5. Los **grados de creencia (GC)** reflejan la probabilidad de que la evidencia sea verdadera o falsa. Los grados de creencia se obtienen por medio de una transformación logarítmica<sup>44</sup> y están comprendidos entre +100 y -100. A su vez, los grados de creencia se pueden representar en forma de probabilidad. Un VC de +5 indica que la declaración es absolutamente verdadera para el usuario, mientras que un VC de -5 indica que la declaración es absolutamente falsa para el usuario. Un VC de 0 indica que la declaración es igual de probable que sea verdadera como falsa. Los valores de certidumbre, introducidos por el usuario, son convertidos por el sistema en grados de creencia. Así, un valor de certidumbre de +5 equivale a

---

<sup>44</sup> El grado de creencia de una hipótesis H se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Grado de creencia (H)} = 10 \log_{10} \frac{\text{Probabilidad (H)}}{1 - \text{Probabilidad (H)}}$$

un grado de creencia de +100 (probabilidad 1), un valor de certidumbre de 0 equivale a un grado de creencia de 0 (probabilidad 0.50), y un valor de certidumbre de -5 equivale a un grado de creencia de -100 (probabilidad 0). Las consultas típicas realizadas con el sistema AUDITOR generalmente estuvieron comprendidas en el rango de creencia entre 30 y -30, representando un rango de probabilidad entre 0.999 y 0.001 aproximadamente.

La red de inferencias del sistema puede verse en la Figura 1. Cada flecha representa un enlace lógico entre las reglas. Las 25 primeras reglas tienen enlace directos con RESERVA, pero no se muestran en la figura para que ésta resulte más clara. Además de las 25 reglas primeras, hay 13 reglas "y", formadas por la combinación de otras reglas, que también están vinculadas con RESERVA. Cada una de las reglas primeras tiene dos impactos sobre RESERVA, uno por si mismo y el otro por el efecto de las regla "y". Por lo tanto, las reglas "y" producen un efecto acumulativo o de rizo sobre el grado de creencia del objetivo o probabilidad de la RESERVA. Este impacto de las reglas "y" sobre los grados de creencia está gobernado por la mecánica de la lógica borrosa de Zaded.<sup>45</sup>

Los números que aparecen entre paréntesis en las reglas representan los pesos específicos asignados por el usuario, los cuales están asociados con los enlaces entre las reglas y el objetivo principal. Estos pesos indican cómo va a ser actualizado el grado de creencia de RESERVA, basándose en la

---

<sup>45</sup> Una ampliación sobre la teoría de la lógica borrosa de Zaded puede verse, por ejemplo, en:

\* ZADEH, L. A.: "Fuzzy Sets". *Information and Control* 8, pp. 338-353, 1965.

\* ZADEH, L. A.: "Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility". *Fuzzy Sets and Systems*, n.º. 1, 1978, pp. 3-28.

\* ZADEH, L. A.: "A Theory of Approximate Reasoning", *Machine Intelligence*, 9, J. E. Hayes, D. Michie and L. Mikulich, Eds., Wiley & Sons, 1979.

\* ZADEH, L. A.: "The role of fuzzy logic in the management of uncertainty in expert systems". *Fuzzy Sets and Systems*, n.º. 11, 1983, pp. 199-227.

\* ZADEH, L. A. y BELLMAN, R. E.: "Decision-Making in a fuzzy environment". *Management Science*, vol. 17, 1970, B141-B164.

respuesta dada por el usuario a esa regla. El primer número de la regla es el **peso positivo (PP)** e indica cómo se va a ver modificado el **grado de creencia de RESERVA** si el usuario responde con un **valor de certidumbre** de +5 (i.e., absolutamente cierto). El segundo número de la regla es el **peso negativo (PN)** e indica el impacto sobre el **grado de creencia de reserva** si el usuario responde con un **valor de certidumbre** de -5 (i.e., absolutamente falso). Las respuestas intermedias, excepto 0, se obtienen por interpolación lineal entre PP y 0, si la respuesta es positiva, y entre PN y 0, si la respuesta es negativa.

**Motor de inferencia: métodos de razonamiento:** En el AUDITOR se utilizan tanto las técnica de encadenamiento hacia adelante como hacia atrás. Para determinar qué pregunta se va a formular, el sistema busca hacia atrás desde el objetivo hasta que se encuentra la pregunta (i.e., el ítem de evidencia) que tenga un mayor impacto potencial sobre el objetivo. Después, cuando el sistema recibe la respuesta del usuario, usa la revisión bayesiana para actualizar las probabilidades y propagarlas a través de la red por medio de un encadenamiento hacia atrás.

**Validación del sistema:** El sistema fue comprobado utilizando dos procedimientos diferentes: (1) el procedimiento de «libro-abierto» y (2) el procedimiento de «libro ciego». En el **procedimiento de «libro-abierto»**, un auditor externo, no comprometido en el proceso de desarrollo del sistema, comparó los juicios dados por el AUDITOR con los juicios hechos por los auditores profesionales en ese campo. Las conclusiones de esta primera comprobación resultaron ser en un 90 % de los casos aceptables (19 de 21 casos). El segundo procedimiento consistió en una **validación «ciega»**, es decir un auditor juzgó los juicios hechos por el sistema y los juicios hechos por los profesionales sin saber su

fuente. Los juicios del auditor se consideraron aceptables en un 91% de los casos.

**Usuarios del sistema:** El sistema se diseñó de una forma sencilla para que pudiera ser utilizado por los auditores de campo. Para sacar mayor rendimiento al sistema es deseable un cierto grado de conocimiento del funcionamiento interno del sistema.

**Estado de desarrollo:** En esta versión el sistema sólo contempla los casos de todo o nada; es decir, dotar toda la reserva o no dotar la reserva. El sistema se está refinando para que contemple también los casos no polarizados que requieran reservas parciales. También se está preparando el AUDITOR para que pueda ser utilizado como instrumento de formación de los auditores jóvenes en las empresas de auditoría.

#### **6.2.2. La aplicación de los sistemas expertos en la evaluación de las reservas de préstamos bancarios.**

Dentro del contexto de una auditoría bancaria, los auditores también tienen que expresar su opinión sobre la razonabilidad de las reservas dotadas por el banco para cubrir las pérdidas de los préstamos. Esta tarea es muy similar, en el fondo, a la de opinar sobre la razonabilidad de las provisiones para clientes insolventes. En ambas tareas, se trata de opinar sobre si dichas reservas o provisiones son las adecuadas y si están de acuerdo con los principios de contabilidad generalmente aceptados.

Para poder opinar sobre la razonabilidad de las reservas de los préstamos bancarios, el auditor sigue una línea de actuación muy similar a la que realizan los

oficiales de préstamos cuando conceden un préstamo. Para ello, el auditor necesita disponer de información sobre los siguientes aspectos relacionados con el préstamo y el prestatario: cuantía y vencimiento del préstamo; información financiera y no financiera sobre el prestatario; tipos y cuantía de las garantías prendarias, avales, y cualquier otro tipo de garantía, que sirvan para asegurar la devolución del préstamo y sus intereses; etc.

Basándose en la evidencia obtenida con esta información, el auditor emite un juicio profesional sobre la suficiencia de estas reservas para cubrir las pérdidas producidas por las insolvencias en los préstamos. Por lo tanto, debido a que en este tipo de decisiones es necesario disponer de información sobre aspectos muy variados, muchos de los cuales tienen un carácter muy subjetivo, y, por otra parte, dado que en las entidades bancarias el volumen de este tipo de transacciones es muy elevado, el auditor puede utilizar los sistemas expertos como herramienta de apoyo en este tipo de decisiones con el fin de aumentar la eficacia y eficiencia de su trabajo.

La aplicación más famosa de sistema experto que trata sobre el tema de la evaluación por el auditor de las reservas de los préstamos bancarios es el **CFILE / LOAN PROBE**. Veamos, pues, a continuación, las características más importantes de este sistema.

## LOAN-PROBE / CFILE.

Los nombres de LOAN-PROBE y de CFILE corresponden al mismo sistema experto. En la primeras etapas de su desarrollo el sistema se denominó CFILE<sup>46</sup> (deriva su nombre de «credit file analysis»); posteriormente, en las pruebas de trabajo de campo, se le llamó LOAN-PROBE.<sup>47</sup> En realidad, el LOAN-PROBE no es más que es una versión ampliada del sistema CFILE.

<sup>46</sup> Cfr.

\* KELLY, KIRK P., RIBAR, GARY S. y WILLINGHAM, JOHN J.: "Interim Report on the Development of an Expert System for the Auditor's Loan Loss Evaluation". Incluido en RAJENDRA P. SRIVASTAVA y N. ALLEN FORD [Eds.]: "Auditing Symposium VIII. Proceedings of the 1986 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems". School of Business, University of Kansas. Lawrence, Kansas, 1986, pp. 167-181.

Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:

- \* CONNELL, N. A. D. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., p. 229.
- \* EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D. (1989): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 59-60.
- \* MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 98.
- \* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1989): "Review of ...", op. cit., pp. 10-11.
- \* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1993): "Expert Systems ...", op. cit., p. 220.
- \* RIBAR, GARY S.: "Expert Systems Technology at Peat Marwick Main". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 1, septiembre-octubre, 1987, pp. 1 y 5.
- \* RIBAR, GARY S.: "Development of an audit expert system". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 3, junio, 1988, pp. 3-8.
- \* RIBAR, GARY S.: "Expert Systems Validation: A Case Study". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 3, junio, 1988, pp. 26-28.

Una crítica constructiva del artículo de Kelly et al. 1986 puede verse en:

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "Discussant's Response to 'Interim Report on the Development of an Expert System for the Auditor's Loan Loss Evaluation'". Incluido en RAJENDRA P. SRIVASTAVA y N. ALLEN FORD [Eds.]: "Auditing Symposium VIII. Proceedings of the 1986 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems". School of Business, University of Kansas. Lawrence, Kansas, 1986, pp. 182-188.

<sup>47</sup> Cfr.

\* WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S.: "Development of an Expert Audit System for Loan Loss Evaluation". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 255-303.

\* WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S.: "Expert Systems Technology at KPMG". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988, Holanda.

Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:

- \* BROWN, CAROL E. y PHILLIPS, MARY ELLEN: "Expert Systems for Management Accountants". Management Accounting, enero, 1990, p. 22.
- \* BROWN, CAROL E.: "Expert Systems in Public Accounting: Current Practice and Future Directions", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, p. 13.
- \* CHU, GRACE T. (1989): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 31-32.
- \* GAMBINO, ANTHONY J.: "Arthur Young Professors' Roundtable on preparing the future auditor". Journal of Accountancy, febrero, 1988, pp. 27 y 122.
- \* NEWQUIST III, HARVEY P.: "Artificial Intelligence in the Financial Services Industry". Lafferty Publication, Dublin, 1990, pp. 92.
- \* PHILLIPS, MARY ELLEN y BROWN, CAROL E.: "A Survey of Expert Systems Used in the Practice of Public Accounting". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993, p. 345.
- \* THIERAUF, ROBERT J.: "Expert Systems in Finance and Accounting". Quorum Books, New York, 1990, pp. 223-224.

**Autor o autores e institución patrocinadora:** Kirk P. Kelly, Gary S. Ribar y John J. Willingham, todos ellos de la empresa de auditoría Peat, Marwick, Mitchell & Co., en EE.UU. El sistema ha sido desarrollado por el Grupo de Investigación sobre Auditoría de Peat Marwick, Mitchell & Co., bajo los auspicios del "Oportunidades de Investigación en Auditorías" de Peat Marwick Foundation.<sup>48</sup>

**Subdominio (área funcional):** Este sistema experto ayuda a los auditores a evaluar las pérdidas potenciales de los préstamos bancarios comerciales y a calcular las reservas necesarias para cubrir las pérdidas ocasionadas en las carteras de préstamos de los bancos. El sistema no se centra en la tarea que realizan los oficiales de préstamos bancarios para la concesión de préstamos,<sup>49</sup> sino en la tarea que realizan los auditores cuando emiten una opinión sobre las reservas de las carteras de préstamos bancarios, dentro del contexto de una auditoría bancaria.

---

<sup>48</sup> PEAT MARWICK FOUNDATION RESEARCH OPPORTUNITIES IN AUDITING PROGRAM. Interim Report, 1987.

<sup>49</sup> Como ejemplos de sistemas expertos relacionados con la concesión de préstamos y créditos se pueden citar:

\* **AUTHORIZER'S ASSISTANT:** Ayuda a los oficiales de crédito de la empresa American Express a detectar los riesgos de crédito negativos (Cfr. Kupfer, 1987, p. 49; Moeller, 1987; Hartman, 1988; Chu, 1989; Newquist III, 1990, pp. 77-78; Thierauf, 1990, pp. 57-58 y 225).

\* **CGX:** Ayuda para la concesión de créditos empresariales. Integra sistemas expertos con SGBD Relacional y Lenguajes de la 4ª Generación (Srinivasan, Ruparel y Kim, 1992).

\* **CLASS (Commercial Loan Analysis Support System):** Ayuda a evaluar la salud financiera de una compañía para conceder los préstamos comerciales (Cfr. Duchessi et al., 1988, pp. 57-65).

\* **CREDEX (Credit Expert):** Evalúa el nivel de riesgo relacionado con la demanda de préstamos por una empresa y autoriza la concesión del préstamo (Cfr. Pinson, 1989).

\* **CREDIT MANAGER:** Analiza el riesgo que presenta una empresa e indica las garantías que se deben exigir al cliente para la concesión de un crédito (Cfr. Prado Lorenzo, 1991, p. 453).

\* **CREDESCO (Credit Scoring):** Realiza una evaluación de los créditos al consumo en las entidades bancarias. Lo utilizan, entre otros bancos, el BBV, el Banesto y el Banco de Santander (Cfr. Álvarez, 1991).

\* **EVENT:** Realiza el diagnóstico comercial de una empresa con el fin de evaluar la concesión de los préstamos bancarios (Cfr. Rozenholc, 1988a, 1988b).

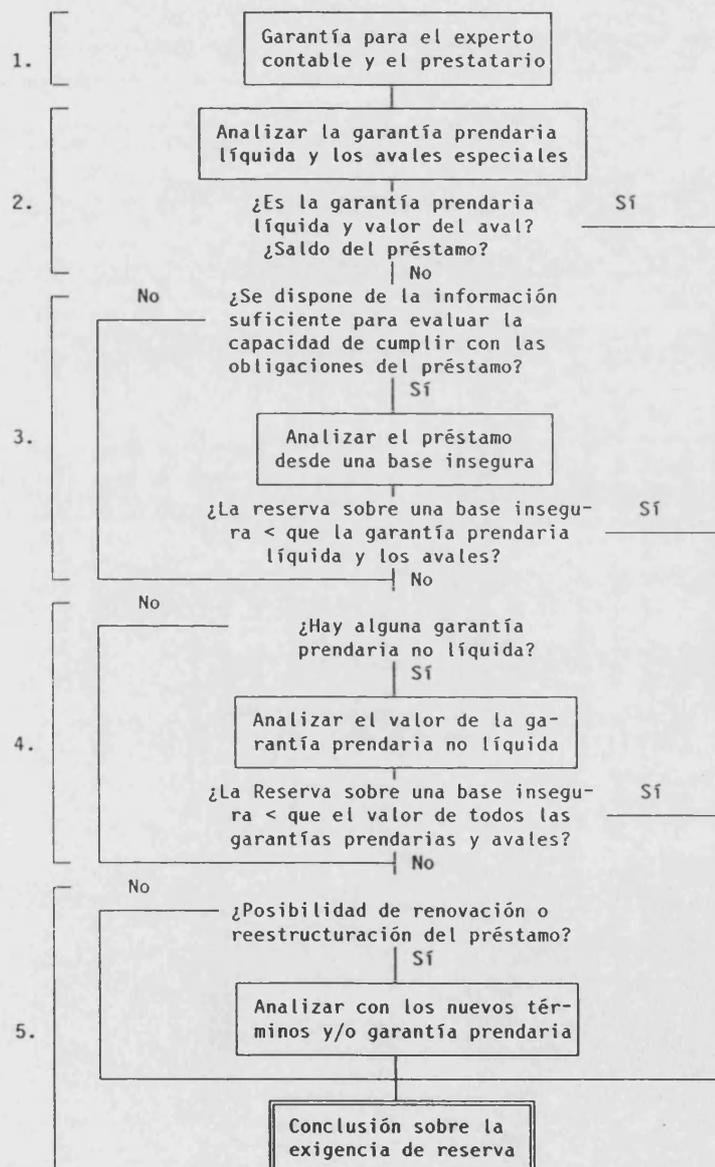
\* **LOAN ADVISOR:** Evalúa las solicitudes de préstamos. Es utilizado por los principales bancos de los EE.UU. (Cfr. Shaw y Gentry, 1988, p. 46).

\* **MARBLE (Managing and recommending business loan evaluation):** Evalúa el riesgo de los solicitantes de préstamos comerciales (Cfr. Shaw y Gentry, 1988, 1989, 1990).

\* Kwiecen y Makarewicz (1992) presentaron en el 15º Congreso Anual de la Asociación Europea de Contabilidad, celebrado en Madrid en 1992, un prototipo de sistema experto para ayudar a los oficiales de préstamos de un banco a realizar el análisis financiero y la estrategia a seguir para la concesión de un préstamo. El sistema ha sido desarrollado conjuntamente por el Instituto de Contabilidad de la Academia de Economía y el Grupo de Inteligencia Artificial, ambos de Polonia.

**Descripción funcional del sistema:** El sistema se basa en un modelo estructurado de decisiones para analizar un préstamo bancario comercial. Una característica muy importante del sistema es la **eficacia**, es decir, el modelo está diseñado para poder llegar a una conclusión lo más pronto posible, utilizando la mínima información.

Figura 4. Flujo de decisión del LOAN PROBE para un prestatario comercial



Fuente: WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S.: "Development of an Expert Audit System for Loan Loss Evaluation". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, p. 175.

En la Figura 4 se muestra el flujo de decisiones del LOAN PROBE para un prestatario comercial.<sup>50</sup> Los números que aparecen a la izquierda de la figura indican los pasos que realiza el sistema en el análisis. De acuerdo dichos pasos, en primer lugar el sistema solicita al usuario información básica sobre el cliente y el préstamo que se desea analizar. El sistema pregunta acerca de los siguientes aspectos: la cuantía del préstamo, los tipos de garantías prendarias, los avales y la información financiera sobre el prestatario. También pide al usuario que exprese su opinión personal sobre la garantía prendaria líquida del prestatario, tales como los depósitos bancarios o valores cotizables y los avales, con el fin de saber si el banco puede acceder a la garantía y el riesgo que tiene ésta. A continuación, en el segundo paso, el sistema analiza la información aportada en el apartado anterior y hace comprobaciones para ver si las garantías prendarias y los avales proporcionan apoyo suficiente al préstamo. Si las coberturas para el préstamo son suficientes, el sistema concluirá que no es necesaria la reserva y finalizará el análisis. Si las coberturas para el préstamo son insuficientes, entonces el sistema pasará al paso tres, analizando el préstamo desde una base insegura. En el paso tres, en primer lugar, el sistema comprueba si hay información suficiente<sup>51</sup> para poder analizar el préstamo desde una base insegura. Si la información es suficiente, el sistema analizará la capacidad del prestatario para poder pagar sin recurrir a ninguna garantía. Si la información disponible es insuficiente, el sistema pasará al paso cuatro.

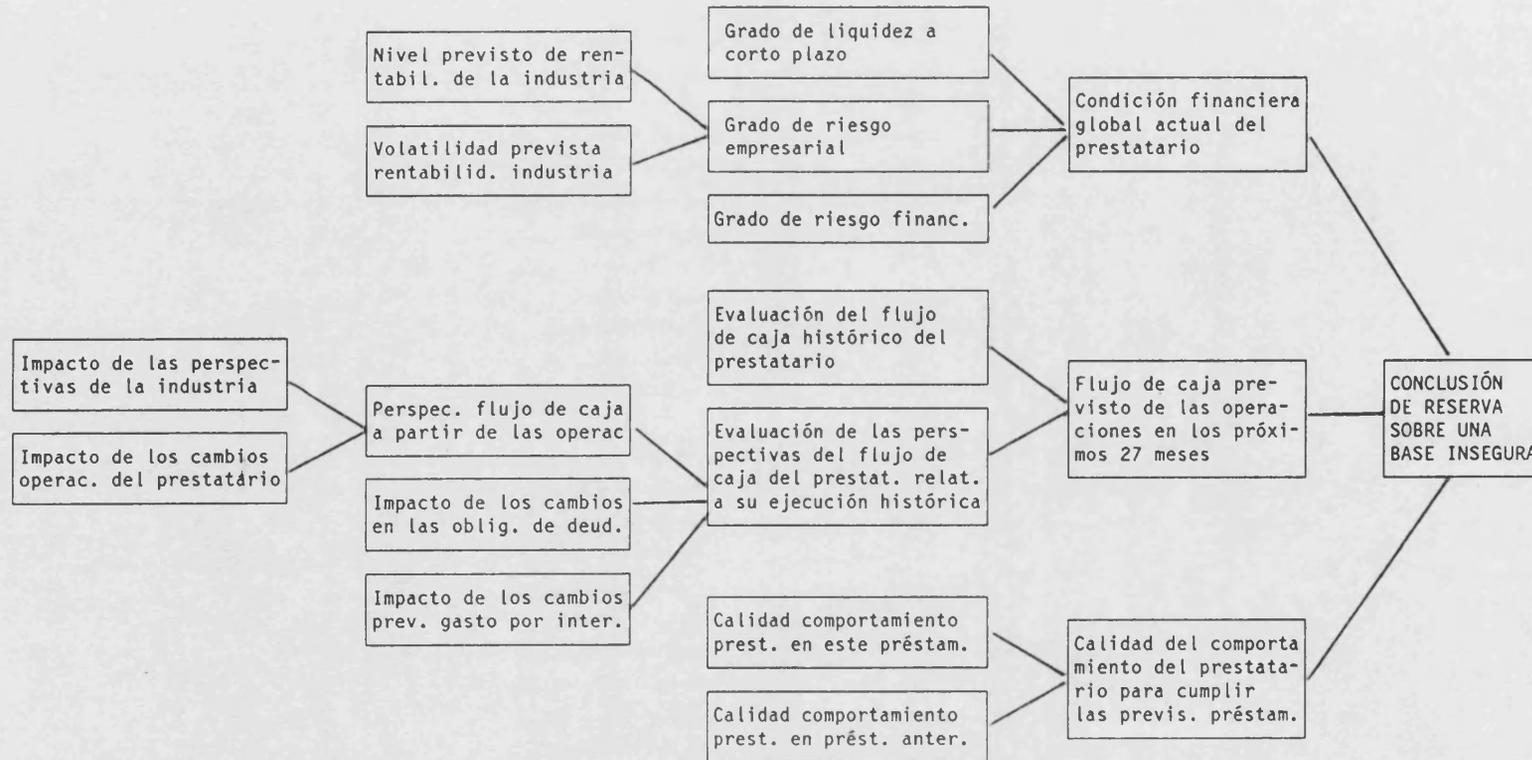
---

<sup>50</sup> El sistema utiliza otros flujos lógicos para préstamos bancarios industriales especializados.

<sup>51</sup> Se considera que la información es suficiente cuando se dan las siguientes circunstancias:

- \* se dispone al menos de un año de información financiera debidamente auditada o información financiera sin auditar que tenga una vigencia de menos de dos años, o dos años de información financiera sin auditar más antigua.
- \* se puede acceder al oficial de préstamos del banco, y
- \* se puede acceder a la totalidad de información de cualquier signo que se halle en los archivos del banco.

Figura 5. Modelo de análisis de préstamo inseguro del LOAN PROBE



Fuente: WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S.: "Development of an Expert Audit System for Loan Loss Evaluation". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, p. 178.

Los factores básicos a tener en cuenta para realizar el análisis de los préstamos desde una base insegura se muestran en la Figura 5. El análisis para llegar a la conclusión de reserva de préstamo desde una base insegura, se fundamenta en el análisis de los tres factores básicos:

- \* la capacidad del prestatario para liquidar el préstamo basado en su condición financiera actual.
- \* la capacidad del prestatario para liquidar el préstamo a partir de sus flujos de caja previstos.
- \* la calidad en la ejecución de los pagos de otros préstamos en el pasado.

Si la garantía prendaria líquida y los avales no son suficientes para cubrir el préstamo, entonces se pasa al paso cuatro, donde se analiza las garantías prendarias no líquidas. Si las garantías prendarias no líquidas tampoco son suficientes entonces se pasa al paso 5, donde se estudia la posibilidad de que el banco intente renovar o reestructurar el préstamo, estableciendo nuevos términos y/o nuevas garantías prendarias, en cuyo caso el sistema volverá a evaluar el préstamo bajo el nuevo conjunto de condiciones.

El LOAN PROBE finaliza el estudio proporcionando una conclusión, basada en toda la información suministrada al modelo. La conclusión que puede adoptar el sistema puede ser de tres tipos: 1) no es necesaria la reserva, 2) es necesaria una reserva pero dentro de un rango específico y 3) no tomar ninguna conclusión sobre el préstamo por falta de información.

El funcionamiento del sistema resulta muy amistoso para el usuario. Las preguntas se formulan utilizando frases completas en lugar de frases crípticas. En la Figura 6 se muestra un ejemplo de pregunta en el que el sistema pregunta

sobre el impacto de los cambios en las operaciones del prestatario. El sistema también posee múltiples pantallas de ayuda que permiten proporcionar al usuario más detalles y orientación (la pantalla de ayuda para la pregunta representada en la Figura 6 se muestra en la Figura 7).

Figura 6. Análisis de los flujos de tesorería del LOAN PROBE

---

¿Qué impacto, si es que lo hay, tendrá cualquier cambio en las operaciones del prestatario sobre su habilidad para generar dinero efectivo en los próximos dos años?. (Por favor excluya de la consideración cualesquier de los factores asociados con la industria en su totalidad).

muy positivo  
positivo  
neutral  
negativo  
muy negativo

¿Cuál es su confianza en esta respuesta?

100  
^

2 DESCON. 3 ESTRUCT. 5 EXPLIC. 6 ¿POR QUÉ?. 8 MENU. 9 AYUDA. 10 SALIR.

---

Figura 7. Información explicativa

---

¿Qué impacto, si es que lo hay, tendrá cualquier cambio en las operaciones del prestatario sobre su habilidad para generar dinero efectivo en los próximos dos años?.

Ejemplos de cosas que podrían ser consideradas incluir (pero no están limitado a):

El efecto de cualquier malestar de trabajo en el prestatario.  
El efecto de una reciente adquisición o desposesión.  
El efecto de los planes de reducir los costes generales fijos.  
Los efectos de contratos recientemente negociados.

Usted no debería considerar el efecto de cualesquier factores que tienen un impacto amplio en la industria.

Usted también se estará preguntado evaluar su confianza en este juicio. Una confianza de 0 significa que es definitivamente falso, 100 que es definitivamente verdadero, y 50 que tiene igual probabilidad de ser verdadero o falso. Está esperado que usted debería generalmente tener una confianza mayor que 50 pero menor que 100.

3 ESTRUCT. 7 IMPRIMIR. 8 RETROCER. 9 AYUDA. 10 SALIDA.

---

Fuente: WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S.: "Development of an Expert Audit System for Loan Loss Evaluation". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, p. 179.

Figura 5. Extracto del informe de razonamiento de LOAN PROBE

---

Puesto que

el ratio rápido del prestatario, 0.51. 51, se considera débil,  
el coeficiente de solvencia, 1.08, se considera moderado,  
la tendencia del coeficiente de solvencia es estable, y  
la respuesta a "¿Los activos realizables serán utilizados por los nuevos compromisos?" es no,

el **Loan Probe**, ha concluido que la liquidez a corto plazo del prestatario, tal como se indicó por los datos de los estados financieros, es moderada.

Puesto que

los financieros más recientes están entre 6 meses y un año de edad,  
estos financieros fueron auditados por una importante empresa de contabilidad pública, y  
la confianza que tiene en su evaluación del prestatario es de 80,  
los datos de los estados financieros sobre la liquidez a corto plazo del prestatario fue ponderada equivalentemente comparada con su evaluación basada en la otra información disponible.

Puesto que

los datos de los estados financieros sobre la liquidez a corto plazo del prestatario fue ponderada equivalentemente comparada con su evaluación basada en la otra información disponible, y  
la liquidez basada en los datos de los estados financieros aparece moderada, y  
su evaluación de la liquidez fue moderada,

el **Loan Probe** concluyó que la liquidez a corto plazo del prestatario es moderada.

\* Las razones para la descripción del usuario de la liquidez actual de prestatario son:

No hay información que indicaría cualesquier cambios materiales en la posición financiera de prestatario desde los estados financieros más recientes.

Puesto que

la rentabilidad esperada del prestatario en la industria es fuerte,  
la volatilidad del beneficio esperado de la industria de prestatario es muy alta,  
el cambio percibido en la conveniencia del producto es negativa,  
la respuesta a la pregunta sobre el trastorno interno es no es, y  
la respuesta a la pregunta sobre una adquisición negativa o desposesión es no,

el **Loan Probe** ha concluido que el riesgo comercial del prestatario es alto.

Puesto que

el riesgo comercial del prestatario es alto,  
la ratio entre la deuda y los fondos propios de 1.58 se considera débil,  
la tendencia del ratio entre la deuda y los fondos propios está empeorando,

el **Loan Probe** ha concluido que el riesgo financiero del prestatario es muy alto.

Puesto que

la liquidez a corto plazo del prestatario es moderada,  
el riesgo financiero de prestatario es muy alto, y  
el riesgo comercial del prestatario es alto,

el **Loan Probe** ha concluido que la condición financiera actual del prestatario es débil.

Puesto que

la condición financiera actual del prestatario se considera débil y no hay garantía del propietario,

el **Loan Probe** concluyó que la condición financiera actual efectiva es débil.

---

Fuente: WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S.: "Development of an Expert Audit System for Loan Loss Evaluation". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 180-181.

El sistema permite hacer análisis de sensibilidad, es decir, después de haber evaluado cada subobjetivo, el usuario puede interrogar al sistema con preguntas del tipo "qué sucede si ....". El sistema posee también capacidad para averiguar por qué se está formulando una pregunta. También se puede analizar la línea de razonamiento del sistema, en un lenguaje muy sencillo que es muy fácil de entender por los auditores. En la Figura 8 se puede ver un extracto de un informe sobre el razonamiento del LOAN PROBE.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** Como ya indicamos anteriormente, el desarrollo del sistema fue realizado por la empresa de auditoría Peat, Marwick, Mitchell & Co. Como esta empresa no poseía capacidades de inteligencia artificial contó con la colaboración de un asesor informático externo. Además, se intentó desarrollar el sistema con una mínima inversión. El sistema se construyó pensando en que pudiera ser utilizado en un entorno de microordenadores y utilizando las conchas que estuvieran disponibles en el mercado. En sus primeros prototipos, se utilizó la concha de sistema experto INSIGHT2; posteriormente, se trasladó a otra concha de sistema experto más potente, el NEXPERT. Se utilizó un ordenador personal IBM AT. El sistema contiene también 16 programas escritos en lenguaje PASCAL.

**Adquisición del conocimiento:** El conocimiento del sistema se adquirió de los propios auditores de Peat Marwick de todo el país, utilizando la técnica de los protocolos verbales. La base de conocimiento del sistema contiene los conocimientos de los directos más expertos de Peat Marwick y profesionales de la banca más cualificados.

**Representación del conocimiento:** Debido a que el tipo de tarea que se pretende modelizar es un problema típico de

clasificación heurística, se pensó que las reglas de producción era la forma más adecuada para representar el conocimiento. El sistema contiene de 6000 a 8500 —según la fuente— reglas de producción del tipo "Si-Entonces". El sistema utiliza también niveles de confianza entre 0 y 100 para recoger el fenómeno de la incertidumbre.

**Motor de inferencia: métodos de razonamiento:** El sistema utiliza tanto el encadenamiento hacia atrás como el encadenamiento hacia adelante.

**Validación del sistema:** A principios de 1986 Peat Marwick realizó una prueba de campo preliminar con el modelo CFILE. Este prototipo era muy limitado, pues sólo era aplicable para los préstamos vencidos sobre demanda o dentro de un año. La comprobación se llevó a cabo utilizando 16 préstamos seleccionados de un banco. En las pruebas intervinieron dos socios de auditoría y un auditor principal. El primer socio era el experto que ayudó en la construcción del sistema, el otro socio era experto en auditorías bancarias. El auditor principal no tenía ninguna experiencia en este tipo de auditorías. Cada sujeto realizó los cálculos y evaluaciones, primero sin utilizar el CFILE y luego utilizándolo. Los resultados de las comprobaciones mostraron que los juicios emitidos por el sistema coincidían con los juicios del primer socio de auditoría experto en el 90% de los casos, con respecto al segundo socio de auditoría los resultados fueron del 69% y con relación al auditor sin experiencia fueron del 62%. Esta comprobación puso de manifiesto que el sistema funcionaba muy bien cuando el sistema era utilizado por el experto que había estado implicado en su diseño. Como consecuencia de estas comprobaciones se perfeccionó el modelo, mejorando las interfaces de comunicación y aumentando y saneando la base de conocimiento del sistema.

Posteriormente, durante el período de revisión de préstamos de 1986-1987, se realizó una segunda prueba de campo del modelo completo en varios bancos de cuatro ciudades importantes de EE.UU. En esta prueba se utilizaron dos métodos. El primer método consistió en realizar revisiones dobles de los préstamos. Una revisión fue realizada por una persona entrenada en utilizar el modelo y otra por una persona que no lo conocía. En el segundo método consistió simplemente en el utilizar el modelo, pero realizado por los socios de auditoría que estaban implicados en los compromisos de auditoría. Se revisaron 54 préstamos en cinco instituciones financieras que variaban en tamaño desde 200 millones de dólares a 1 billones de dólares. De estos préstamos, 40 fueron también tema para revisión manual.

Los resultados de la segunda prueba demostraron que las mejoras que se habían introducido al sistema habían sido acertadas. Ahora las discrepancias entre las conclusiones aportadas por el modelo y la conclusiones realizadas por los auditores en las revisiones manuales eran muy pequeñas, y eran debidas a errores en la introducción de los datos por el usuario. Este prototipo, sin embargo, presentaba todavía ciertas limitaciones, especialmente en los casos de préstamos múltiples y en los casos de préstamos inmobiliarios.

Las investigaciones llevadas a cabo posteriormente a esta prueba de campo se centraron en mejorar este tipo de problemas. Para ello se reestructuró parte del sistema, introduciendo ciertos algoritmos de programación entera. Resultando como consecuencia de ello un sistema híbrido entre un sistema experto y un sistema algorítmico tradicional. Actualmente el sistema ya está disponible par se utilizado en el campo.

### 6.2.3. La aplicación de los sistemas expertos en la formación de la opinión de auditoría sobre aspectos fiscales.

Cuando se realiza la auditoría en una empresa, el auditor también tiene que obtener material de evidencia suficiente y competente sobre las cuentas de naturaleza fiscal contenidas en los estados financieros y sobre los aspectos fiscales que puedan tener influencia en la marcha futura de la empresa. El auditor, debe comprobar, entre otros, los siguientes aspectos fiscales: que los impuestos pagados y las dotaciones efectuadas para cubrir los pagos de impuestos son correctos; que las diferencias de resultados existentes entre los ámbitos contable y fiscal han sido debidamente registradas; que se han dotado las oportunas provisiones para cubrir las posibles contingencias fiscales; que las valoraciones y registros contables relacionados con las cuentas de carácter fiscal cumplen la legislación fiscal vigente y los principios de contabilidad generalmente aceptados.<sup>52</sup> Ahora bien, aunque en el contexto de una **Auditoría general** se debe expresar siempre la opinión sobre los aspectos fiscales que tienen incidencia sobre los estados financieros, también se puede realizar una **Auditoría fiscal**, cuyo fin exclusivo es evaluar el riesgo fiscal de la entidad.<sup>53</sup>

---

<sup>52</sup> Una ampliación sobre el tema de la auditoría de los aspectos fiscales puede verse, por ejemplo, en:

\* SURGENT, JOHN M.: "Impuestos". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 44, pp. 1055-1068.

\* TANARRO NEMIÑA, FERNANDO: "Impuestos". Incluido en CASALS CREUS, RAMON, GASSO VILAFRANCA, JOSÉ M. y SORIA SENDRA, CARLOS: "Fundamentos de auditoría". Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid. 1992. Capítulo 21, pp. 395-422.

\* REA: "Auditoría. Inventario ...", op. cit., pp. 219-228.

<sup>53</sup> Una ampliación sobre el tema de la Auditoría fiscal puede verse, por ejemplo, en:

\* DE MIGUEL PÉREZ, LUIS: "Auditoría de impuestos". Lex Nova. Valladolid, 1992.

\* FERRER PIQUERAS, MANUEL: "Auditoría contable y fiscalidad". Incluido en MONTESINOS JULVE, VICENTE (Ed.): "La Auditoría en España. Situación actual y perspectivas". Universitat de València. 1991, pp. 193-224.

\* ROJI CHANDRO, LUIS: "Auditoría Tributaria". Revista Técnica Tributaria, nº 2, Asociación Española de Asesores Fiscales. Madrid. 1988.

Por fiscalidad se entiende el conjunto de leyes y normas relacionadas con el pago de los tributos al estado y a otros organismos de carácter público, es decir, el pago de impuestos, contribuciones especiales, tasas, etc. El conocimiento fiscal es un conocimiento muy complejo que está contenido en múltiples leyes, normas, procedimientos, etc., muchos de ellos estrechamente relacionados, pero que, sin embargo, pueden ser fraccionados en pequeñas porciones de conocimiento. Esta característica de fraccionamiento del conocimiento fiscal en fracciones muy pequeñas de conocimiento, permite que en las tareas relacionadas con los aspectos fiscales sea aplicable la tecnología de los sistemas expertos y muy especialmente las reglas de producción del tipo "Si-Entonces".

En el ámbito fiscal, los sistemas expertos se pueden utilizar para ayudar a los contables y auditores en todos los aspectos relacionados con la fiscalidad y para garantizar que la contabilidad y los impuestos se llevan de acuerdo con la legislación fiscal.

Los sistemas expertos que se han desarrollado en este dominio se han centrado, básicamente, en las siguientes áreas:<sup>54</sup>

- \* planificación fiscal corporativa,
- \* planificación fiscal corporativa de industrias específicas,
- \* planificación fiscal individual,
- \* planificación fiscal internacional,
- \* impuesto sobre la renta personal,
- \* impuesto acumulado,

---

<sup>54</sup> Cfr.

\* BROWN, CAROL E.: "Tax Expert Systems in Industry and Accounting". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº 3, junio, 1988, p. 9.

\* BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., 1991, pp. 4-5.

\* PHILLIPS, M. E. y BROWN (1993): "A Survey ...", op. cit., pp. 346-351.

- \* impuestos especiales, y
- \* revisión de las declaraciones fiscales.

Además de estos tipos de sistemas, también se han desarrollado sistemas expertos de planificación financiera que tienen algún módulo dedicado a los aspectos fiscales.

La mayoría de los sistemas expertos fiscales han sido desarrollados por empresas comerciales y empresas de auditoría, y muy pocos sistemas se han desarrollado en el ámbito universitario. Por este motivo, la mayoría de estos sistemas se han centrado simplemente en la resolución de problemas humanos por medios informáticos y carecen del rigor científico propio de las investigaciones universitarias. Estos sistemas expertos han tratado sobre el razonamiento superficial y no sobre el razonamiento profundo, es decir, el razonamiento que permite una comprensión de los principios conceptuales y abstractos que sirven para ayudar a comprender la verdadera naturaleza del razonamiento legal.<sup>55</sup>

Al igual que ocurría con los sistemas expertos en auditoría, las 6 Grandes empresas multinacionales de auditoría están desarrollando sistemas expertos relacionados con la fiscalidad (e.g., Arthur Andersen; Coopers & Lybrand; Peat Marwick Main & Co; Price Waterhouse; Touche Ross). En la Tabla 2 se muestran algunos de los sistemas expertos fiscales desarrollados por las grandes empresas multinacionales de auditoría.<sup>56</sup>

---

<sup>55</sup> Cfr. McCARTHY, WILLIAM E. y OUTSLAY, EDMUND: "An Analysis of the Applicability of Artificial Intelligence Techniques to Problem-Solving in Taxation Domains". Accounting Horizons, vol. 3, junio, 1989.

<sup>56</sup> Una ampliación sobre algunos de estos sistemas puede verse, por ejemplo, en:  
\* BROWN, CAROL E., BLACK, ROBERT, BUEHLER, STEVE y ROGERS, TED: "Artificial Intelligence: Application in Taxation". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 4, septiembre, 1988, pp. 3-10.  
\* BROWN, CAROL E. (1988): "Tax Expert ...", op. cit.  
\* BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit.  
\* PHILLIPS, MARY ELLEN y BROWN, CAROL E. (1993): "A Survey ...", op. cit.

Tabla 2. Sistemas expertos fiscales desarrollados por las grandes empresas multin. de la auditoría

EMPRESA DE AUDITORÍA/ NOMBRE DEL SISTEMA	AUTORES o REFERENCIA PRINCIPAL	SUBDOMINIO (ÁREA FUNCIONAL)
<b>ARTHUR ANDERSEN &amp; CO.</b> AAFINPLAN CORPORATE FEDERAL & STATE TAX PLANNING TAX SOFTWARE	Brown, 1991 Brown, 1988 Brown, 1988	Planificación impuesto renta individual Planificación fiscal corporativa Impuesto sobre la renta personal
<b>COOPERS &amp; LYBRAND</b> CLINTE EXEMPTAX EXPATTAX EXPERTAX INSURANCE EXPERTAX OIL & GAS EXPERTAX TAX EXEMPT ORGANIZATIONS	Brown, 1988 Brown, 1991 Daniels/van der Horst Spilberg et al., 1986 Brown, 1988 Brown, 1988 Brown, 1988	Planificación fiscal internacional Comprobación cumplimiento legisl. fisc. Expatriación de los contribuy. P. Bajos Impuesto acumulado y plan. fiscal corp. Planif. fiscal corporat. indust. espec. Planif. fiscal corporat. indust. espec. Planif. fiscal corporat. indust. espec.
<b>DELOITTE &amp; TOUCH</b> WORLD TAX PLANNER	Brown, 1988	Planificación fiscal internacional
<b>ERNST &amp; YOUNG</b> DIRECTORS-TRANSACTIONS PANIC UCRADVISOR VATIA (VAT Intelligent Assistant)	Evens, 1986/Connell 87 Brown, 1991 Brown, 1991 Tindall/Sussking, 88	Cuestiones espec. Préstamos a los direc. Comprobación cumplimiento legisl. fisc. Comprobación cumplimiento legisl. fisc. Legislación del IVA en Gran Bretaña
<b>PEAT MARNICK MAIN &amp; CO.</b> ALIEN CORPORATE TAX ANALYSIS TOOL PEAT/1040 PEAT/EXPATRIATE SFAS 96	Brown, 1988 Brown, 1988 Brown, 1988 Brown, 1991 Brown, 1988	Impuesto renta personal Planificación fiscal corporativa Impuesto renta personal Cuestiones espec. fisc. envío extranj. Cuestiones espec. fisc. corp. SFAS #96
<b>PRICE WATERHOUSE</b> CANADIAN TAX TOOL COBRA GOLDEN PARACHUTES INTERNATIONAL TAX ADVISORY SYSTEM INTERNATIONAL TAX PLANNING SYSTEM PDS PERSONAL FINANCIAL ANALYSIS PREFERRED SHARES RIC CHECKLIST SECTION 367 US TAX PLANNING & TAX PROVISION CHECK LIST	Brown, 1988 Brown, 1991 Brown, 1991 Brown, 1991 Brown, 1988 Brown, 1988 Brown, 1991 Brown, 1991 Brown, 1988 Brown, 1991 Brown, 1991	Impuesto renta personal Comprobación cumplimiento legisl. fisc. Cuestiones especiales fiscalidad Planificación fiscal internacional Planificación fiscal internacional Cuestiones espec. fisc. corp. SFAS # 96 Planif. impuesto renta individual Cuestiones especiales fiscalidad Planif. fiscal corporat. indust. espec. Cuestiones especiales fiscalidad Planificación fiscal corporativa

Como resulta evidente, no vamos a entrar en el análisis de todos los sistemas expertos relacionados con la fiscalidad,<sup>57</sup> pues no es materia de estudio del presente trabajo, sino solamente en los sistemas expertos fiscales que tienen relación directa con la auditoría. Desde el punto de vista de la auditoría, los dos sistemas expertos fiscales más significativos son el sistema **EXPERTAX** y el sistema **VATIA**, los cuales vamos a analizar a continuación.

---

<sup>57</sup> Entre los sistemas expertos fiscales más conocidos, que no guardan una relación directa con la auditoría, podemos citar:

\* **ACCI (Apportionment of Close Companies' Income)**: Ayuda a los inspectores de hacienda sobre la Tabla 16 de la UK Finance Act 1972 [Ley de Finanzas Británica de 1972] en relación con la distribución de la renta entre los accionistas en las compañías cerradas. (Cfr. Roycroft y Loucopoulos, 1984; Connell, 1987, p. 231; Ince, 1988, p. 137; Brown y Streit, 1988; Edwards y Connell, 1989, p. 64).

\* **CORPTAX**: Modeliza la Sección 302(b) del IR code [Código Impuestos Interiores de EE.UU.], relacionado con si una amortización de acciones que reúne las condiciones necesarias para el tratamiento de impuestos favorable. (Cfr. Michaelsen y Michie, 1983, p. 242; Akers et al., 1986, p. 32); Connell, 1987, pp. 230-231; Edwards y Connell, 1989, p. 63; Shim y Rice, 1988, p. 63).

\* **TA (Tax Advisor)**: Aconseja sobre la propiedad constructiva de acciones de acuerdo con la Sección 318(a) del Código IR (EE.UU.). La propiedad constructiva puede ser interpretada como, por ejemplo, cuando una acción de un hijo es considerada a efectos fiscales que es "propiedad" de los padres o de los abuelos. (Cfr. Connell, 1987, p. 231; Brown y Streit, 1988; Edwards y Connell, 1989, p. 66).

\* **TAXMAN**: Realiza un asesoramiento legal sobre la Sección 368 del US Internal Revenue Code de 1954 [Código de Impuestos Interiores de EE.UU.]. El sistema clarifica los conceptos de la ley de tal forma que puedan ser representados en el programa de ordenador. (Cfr. McCarty, 1977; Michaelsen y Michie, 1983, p. 242; Connel, 1987, p. 230; Brown y Streit, 1988; Karlinsky y O'Leary, 1988, p. 15; Edwards y Connell, 1989, pp. 62-63).

\* **EXPATAX**: Mantiene el conocimiento en la ley estatutaria, declaraciones de Hacienda de la práctica y otros materiales de dominio público de los impuestos británicos. (Cfr. Connel, 1987, p. 231; Edwards y Connell, 1989, pp. 67-68).

\* **PAYE**: Asesora sobre la contribución de la renta de los empleados, de acuerdo con el método británico de Pay As You Earn (pague con arreglo a lo que gane) (G.B.). El sistema tiene modelizada también la legislación sobre el National Insurance Contributions [Contribuciones del Seguro Nacional] y Statutory Sick Pay [Reglamento del subsidio de enfermedad]. (Cfr. Torsun, 1986, pp. 69-80; Connel, 1987, p. 233; Brown y Streit, 1988; Edwards y Connell, 1989, p. 69; Torsun y Manning, 1991).

\* **TAXADVISOR** Asesora sobre planificación financiera individual (denominada también planificación del estado). El objetivo principal del sistema es proporcionar asesoramiento fiscal individual al cliente con el fin de minimizar los impuestos de la renta y de sucesiones. (Cfr. Michaelsen, 1984, pp. 149-167; Michaelsen y Michie, 1983, pp. 244-246; Messier y Hansen, 1984, pp. 197-198; Michaelsen et al., 1985, pp. 303-312; Michaelsen y Michie, 1986, p. 31; Connel, 1987, p. 230; Brown y Streit, 1988; Karlinsky y O'Leary, 1988, p. 15; Edwards y Connell, 1989, pp. 64-65).

**Autor o autores e institución patrocinadora:** David Shpilberg, Lynford E. Graham y Harry Schatz. Ha sido desarrollado por Coopers & Lybrand.

**Subdominio (área funcional):** El EXPERTAX asesora a los auditores y a los contables de la plantilla de impuestos de Coopers & Lybrand en el problema del impuesto acumulado y la planificación fiscal de las empresas. Estos dos aspectos aunque son diferentes están muy relacionados en una auditoría.

De acuerdo con Shpilberg et al., el impuesto acumulado es "el proceso de identificación de las diferencias de los

---

<sup>58</sup> Cfr.:

- \* SHPILBERG, D., GRAHAM, LYNFORD E. y SCHATZ, G. H.: "ExpertTAX: And Expert System for Corporate Tax Planning". Expert Systems, vol. 3, nº. 3, julio, 1986, pp. 136-151.
- \* SHPILBERG, D. y GRAHAM, LYNFORD E.: "Developing ExpertTAX: An Expert System for Corporate Tax Accrual and Planning". Auditing: A Journal of Practice & Theory, otoño, 1986, pp. 75-94.
- \* GRAHAM, LYNFORD E., Jr.: "Overcoming Obstacles to Expert Systems Development". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 149-170.
- Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:
- \* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)-EDP TECHNOLOGY RESEARCH SUB-COMMITTEE: "An Introduction to Artificial Intelligence and Expert Systems". AICPA-M.A.S.S.R., New York, 1987, pp. 13-16 y 29-32.
- \* BROWN, CAROL E. (1988): "Tax Expert ...", op. cit., pp. 9-16.
- \* BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., p. 9.
- \* BROWN, CAROL E. y STREIT, IRVA KAY: "A Survey of Tax Expert Systems". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 2, marzo, 1988, p. 9.
- \* CONNELL, N. A. D. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 231-232.
- \* CUMMINGS, BARBARA K. y APOSTOLOU, NICHOLAS G.: "Expert systems in auditing: an emerging technology", Internal Auditing, vol. 3, otoño, 1987, p. 8.
- \* EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D. (1989): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 68-69.
- \* JACKSON, MARY: "Understanding Expert Systems. Using Crystal". John Wiley & Sons, Chichester, 1992, pp. 171-172.
- \* KARLINSKY, STEWART S. y O'LEARY, DANIEL E.: "A Framework for Taxation-Based Computer Decision Systems". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 2, marzo, 1988, pp. 14-15.
- \* MCCARTHY, WILLIAM E. y OUTSLAY, EDMUND (1989): "An Analysis ...", op. cit., p. 23.
- \* MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 98-99.
- \* NEWQUIST III, HARVEY P. (1990): "Artificial Intelligence ...", op. cit., pp. 82-84.
- \* PHILLIPS, MARY ELLEN y BROWN, CAROL E. (1993): "A Survey ...", op. cit., pp. 348.
- \* SCHATZ, HARRY, STRAHS, ROANNE y CAMPBELL, LEO: "Designing an Expert System for Long-Term Maintenance". Journal of Accounting and EDP, Otoño, 1987, pp. 21-24. En este artículo, los autores abordan el tema de la representación del conocimiento en las bases de conocimiento, y las cuestiones sobre el mantenimiento y actualización de los sistemas expertos usando el EXPERTAX como ejemplo.
- \* TURBAN, EFRAIM: "Decision Support and Expert Systems: Managerial Perspectives". Macmillan Publishing, New York, 1988, pp. 480-493.
- \* van DIJK, J. C. y WILLIAMS, P. A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 179-180.
- \* WIIG, KARL M.: "ExpertTAX - Impacts on Work, Qualifications and Training". Incluido en BERNOLD, THOMAS y HILLENKAMP, ULRICH [Eds.]: "Expert Systems in Production and Services II. From Assessment to Action?". Elsevier Science Publishers B.B., Amsterdam, 1989, pp. 170-179.

libros fiscales y la explicación de las diferencias entre el tipo impositivo reglamentario y el efectivo".<sup>59</sup> Este tipo de tarea es muy complejo y requiere una formación especializada, que implica conocer todos los tipos de impuestos que afectan a la empresa. Por otra parte, en el transcurso de una auditoría, las empresas de contabilidad y auditoría también suelen asesorar sobre temas relacionados con la planificación fiscal del cliente, aspecto que está muy relacionado con el tema del impuesto acumulado.

Tradicionalmente, los problemas del impuesto acumulado y de la planificación fiscal han sido resueltos por las empresas de auditoría utilizando cuestionarios y listas de comprobación, donde se recogían toda la información relacionada con el tema. Estos cuestionarios, normalmente, eran rellenados por los auditores de campo cuando realizaban la auditoría y, después, eran remitidos a la oficina para su estudio por los auditores especialistas en impuestos. Este proceso se realizaba así porque los auditores de campo no eran especialistas en temas fiscales y, como consecuencia de ello, podían pasar por alto cuestiones importantes desde el punto de vista fiscal. Sin embargo, en la práctica, este proceso era muy poco eficiente. Los auditores consideraban que estos documentos eran muy largos y muy complicados, y, a su vez, los profesionales especializados en temas fiscales los rechazan porque tratan de simplificar situaciones muy complejas.

**Descripción funcional del sistema:** El sistema funciona como un cuestionario inteligente que guía al auditor a través del proceso de reunión de información, asegurando que se busquen los datos conexos. El sistema analiza los resultados, destacando aquellos que necesiten ser fijados en

---

<sup>59</sup> Cfr.

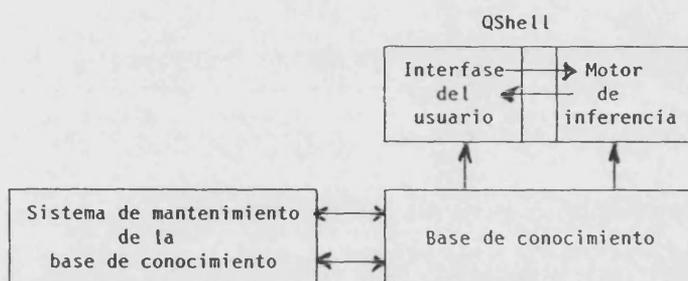
\* SHPILBERG, D. et al. (1986): "ExpertTAX: And ...", op. cit., p. 136.

\* SHPILBERG, D. y GRAHAM, LYNFORD E. (1986): "Developing ExpertTAX ...", op. cit., p. 76.

la atención de la auditoría y de los auditores de impuestos.

La arquitectura sistema está formada por tres módulos básicos: (1) la concha del sistema experto, denominada **QShell**; (2) la base de conocimiento, y (3) el sistema de mantenimiento de la base de conocimiento. (Ver Figura 9).

Figura 9. Componentes del ExpertAX



Fuente: SHPILBERG, D., GRAHAM, LYNFORD E. y SCHATZ, G. H.: "ExpertAX: And Expert System for Corporate Tax Planning". Expert Systems, vol. 3, nº. 3, julio, 1986, p. 141.

**1. La concha del sistema experto QShell.** Qshell es una concha de sistema experto basada en reglas, diseñada específicamente para el EXPERTAX, para tratar el problema del impuesto acumulado y la planificación fiscal. Está formada por dos componentes básicos: el motor de inferencia y la interfase del usuario.

**2. La base de conocimiento.** El conocimiento es representado en la base de conocimiento por medio de marcos (*frames*). Cada marco contiene información sobre los hechos y reglas, cómo se relacionan unos marcos con otros, qué información hereda cada marco, qué debe presentarse por pantalla o por impresora, etc.

**3. El sistema de mantenimiento de la base de conocimiento.** El sistema de mantenimiento de la base de conocimiento permite la actualización, modificación y ampliación

de los marcos, reglas y hechos contenidos en la base de conocimiento. Este subsistema incluye un editor del marco, un evaluador de la lógica y una visualización de la interacción de la regla.

La **interfase del usuario** sirve para comunicarse el usuario con el motor de inferencia. Realiza dos operaciones básicas: (1) control de la pantalla y del teclado, utilizados para comunicarse con el usuario, y (2) el control de los mandatos de la impresora, para la formación y emisión de informes. La interfase del usuario funciona a través de un sistema de menús anidados que aparecen en la pantalla. Este sistema de menús permite ir hacia adelante o hacia atrás del proceso con mucha facilidad. (En la Figura 10 aparece una muestra de despliegue de pantalla).

Figura 10. Visualización de la pantalla

---

Coopers & Lybrand — Sistema del Impuesto Acumulado y Planificación Fiscal  
Inventario (Sección B)

Cualquier inventario: Si

¿Incluye el cliente cualquiera de los siguientes items en el inventario para los propósitos fiscales?

- Bienes inmuebles
- Materiales y suministros no retenidos para la venta (por ejemplo, material de oficina)
- Coste diferido bajo el método de Contrato Completado
- Bienes consignados para los que el cliente no tiene derecho

Sumario: items de no inventario

QB3 Responder uno de:  
(Y N) Y

Los items mencionados anteriormente pueden ser tratados como items de inventario para los propósitos de LIBRO, pero no pueden ser tratados como items de inventario para los propósitos de IMPUESTOS (Ref. ...)

---

Fuente: SHPILBERG, D., GRAHAM, LYNFORD E. y SCHATZ, G. H.: "ExperTAX: And Expert System for Corporate Tax Planning". Expert Systems, vol. 3, nº. 3, julio, 1986, p. 142.

Cada despliegue de pantalla está dividido de tres partes: (1) la parte superior, que contiene la información relativa a la empresa, sistema y tipo de operación que se está realizando; (2) la intermedia, que presenta la(s)

pregunta(s) que se está formulando y las posibles opciones de respuesta (toda esta información esta contenida en la base de conocimiento); y (3) la parte inferior, que muestra los mensajes de aclaración (mensajes de "¿por qué?") y notas marginales.

El EXPERTAX posee un **interfase de explicación** que permite proporcionar una aclaración de cada pregunta, señalar la importancia de la información que se le solicita, y justificar las razones por las cuales solicita al experto una determinada información. El sistema también permite explicar al usuario por qué se formuló una pregunta y por qué la respuesta es relevante.

Los usuarios pueden solicitar informes de todo tipo al EXPERTAX, tales como: formularios especializados, lista de las preguntas formuladas, una pista de auditoría de las preguntas formuladas y de las respuestas, etc.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** Aunque se estudiaron varias conchas de sistema experto, tales como **ExpertEase**, **EXYS** y **M.1**; sin embargo, al no satisfacer éstas las especificaciones técnicas requeridas por el EXPERTAX, la empresa decidió construir su propia concha de sistema experto, que denominó **QShell**. En su construcción se utilizó el lenguaje de programación **Golden Common LISP** de **Gold Hill Computers**. El sistema es ejecutable en un ordenador **IBM PC-XT**, **PC-AT** o compatible, con una capacidad de memoria de **640 Kb**, un disco duro de **10-Mb** y una impresora estándar.

**Adquisición del conocimiento:** El EXPERTAX contiene la pericia y el conocimiento de más de **20 expertos** diferentes de **Coopers & Lybrand**, proporcionando cada uno de ellos una pericia diferente (e.g., el conocimiento de las preguntas

que deberían hacerse, cómo deberían de hacerse, cómo deberían de interpretarse las respuestas y qué estrategias surgirían de la interpretación, ...).

Los datos se adquirieron de la siguiente forma. Se reunió en una sala de conferencias a dos expertos y a un auditor con poca experiencia, separados por una cortina. El auditor fue instruido para que calculara el impuesto acumulado, y los expertos sirvieron como ayuda del auditor. La comunicación entre ellos fue totalmente verbal. Todo el proceso fue grabado en vídeo y duró un total de 12 horas. Siguiéron 6 sesiones con expertos en otros campos del derecho fiscal y se llegó al primer prototipo. El desarrollo del sistema necesitó alrededor de 7.000 horas de trabajo y su coste pasó del millón de dólares.<sup>60</sup> Los expertos dedicaron más de 1.000 horas al proyecto.

**Representación del conocimiento:** El conocimiento está representado en marcos (*frames*). El sistema contiene más de 1.000 marcos. Los marcos pueden ser de dos tipos: (1) marcos de pregunta y (2) marcos de salida.

Los marcos de pregunta incluyen los siguientes atributos: (1) las preguntas; (2) una lista de las respuestas posibles; (3) las precondiciones, las cuales aparecen como antecedentes y, si son verdaderas, hacen que se hagan preguntas; (4) las reglas que realizan una variedad de funciones, incluyendo el control de estructuras y el control de documentación y (5) los mensajes "¿Por qué?". (En la Figura 11 aparece un despliegue de pantalla con la información relativa a un marco de pregunta).

---

<sup>60</sup> Cfr. McCARTHY y OUTSLAY (1989): "An Analysis ...", op. cit. p. 23.

Figura 11. Marco de pregunta

---

Coopers & Lybrand — Sistema del Impuesto Acumulado y Planificación Fiscal

Pregunta:

¿Cuál es el método solicitado de deudas incobrables del cliente para los propósitos de IMPUESTOS?

- S — Disminución específica
- R — Método de reserva

Posibles respuestas:

- S — Disminución específica  
(Aclaración de la explicación requerida)
- R — Método de reserva

Preguntas complementarias:

- QA19 — Método de reserva de deudas incobrables
- QA20 — Diferencia entre reserva de LIBRO y reserva de IMPUESTO
- QA21 — Recuperación de deudas incobrables para reserva

Mensaje POR QUÉ:

En un entorno típico, el método de reserva con el paso del tiempo resultará en unas más amplias deducciones que el método de disminución específica

---

Fuente: SHPILBERG, D., GRAHAM, LYNFORD E. y SCHATZ, G. H.: "ExperTAX: And Expert System for Corporate Tax Planning". Expert Systems, vol. 3, nº. 3, julio, 1986, p. 143.

Los marcos de salida contienen dos atributos: un atributo de regla y un atributo de visualización. Se prueba la regla en el marco y si es verdadera, el atributo de visualización aparece en la pantalla o en un informe impreso. (La Figura 12 muestra un ejemplo de un marco de salida).

Figura 12. Marco de salida

---

Coopers & Lybrand — Sistema del Impuesto Acumulado y Planificación Fiscal

Regla:

- (QB6 IS L): La valoración del inventario ES coste o mercado, el menor  
Y
- (QB14 IS L): El método contable para el inventario ES LIFO  
O
- (QB14 IS B): El método contable para el inventario ES tanto LIFO como FIFO

Visualización:

¡Para los propósitos fiscales el inventario LIFO no puede ser valorado utilizando el método de coste o mercado, el menor!. El IRS puede terminar la elección LIFO del contribuyente si el inventario LIFO se valora en coste o mercado, el menor. Ver Rev Proc 7923. En las situaciones limitadas, un contribuyente puede cambiar al método de coste y excluir el IRS de la terminación de su elección LIFO. Ver Rev Proc 84-74. Se requieren las depreciación de un activo de mercado para incluirlos en la renta bajo las provisiones de SEC. 472(d) cuando se elige el LIFO.

---

Fuente: SHPILBERG, D., GRAHAM, LYNFORD E. y SCHATZ, G. H.: "ExperTAX: And Expert System for Corporate Tax Planning". Expert Systems, vol. 3, nº. 3, julio, 1986, p. 143.

Los marcos están clasificados por **secciones**, que son grupos de marcos que comparten una secuencia de ejecución. El número de marcos de una sección y el número de secciones está restringido por las limitaciones del entorno de *hardware y software*.

**Motor de inferencia: métodos de razonamiento:** El motor de inferencia está compuesto por tres elementos: (1) el gestor de los marcos, (2) la base de conocimiento de los hechos y (3) el intérprete de las reglas. El proceso de inferencia es controlado por el intérprete de las reglas, que utiliza un método de razonamiento de encadenamiento hacia adelante.

**Validación del sistema:** La validación del sistema se realizó de una manera informal por un grupo de auditores en activo y directores que comprobaron el sistema utilizando la información de un grupo representativo de clientes. El sistema ejecutó la tarea de recogida de información mucho mejor que con el método antiguo.

**Usuarios del sistema:** El sistema puede ser utilizado por los auditores y personal fiscal de la empresa. El sistema se encuentra en estado operativo y se está utilizando en 96 oficinas de Coopers & Lybrand.

Por último, hemos de indicar que las investigaciones realizadas con el EXPERTAX han servido para construir otros sistemas expertos. El **Insurance ExperTAX** y el **Oil & Gas ExperTAX** son sistemas expertos sacados del sistema EXPERTAX para utilizarse en este tipo de industrias, siguiendo las leyes de este tipo de industrias.<sup>61</sup>

---

<sup>61</sup> Cfr. BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., p. 9.

VATIA (acrónimo de Value Added Tax Intelligent Assistant)<sup>62</sup>

**Autor o autores e institución patrocinadora:** Christine Tindall y Richard Sussking. Desarrollado en Ernst & Whiney (en la actualidad Ernst & Young).

**Subdominio (área funcional):** Ayuda a los auditores de Ernst & Whiney en el conocimiento del IVA en Gran Bretaña, y permite conectar con conocimiento y la habilidad disponible del IVA en Ernst & Whiney y en el Customs Duty Group (Grupo de Aranceles Aduaneros).<sup>63</sup>

**Descripción funcional del sistema:** El sistema está dividido en siete módulos, que representan siete aspectos diferentes relacionados con el IVA: (1) inscripción, (2) devoluciones, (3) impuestos sobre las ventas, (4) impuestos sobre las compras, (5) exención parcial, (6) registro y (7) otras materias.

El sistema es amistoso con el usuario y está guiado por menús. El usuario sólo tiene que responder a las preguntas "si", "no" y "no se". El sistema conduce a sus usuarios a través de un área de la ley del IVA, exponiéndoles sólo a los detalles que son más relevantes para la auditoría que se

---

<sup>62</sup> Cfr. TINDALL, CHRISTINE y SUSSKIND, RICHARD: "Anatomy of an Expert System". Accountancy, Agosto, 1988, pp. 124-127.

Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:

\* BICKERSTAFF, MOLLIE: "Expert Systems for the Auditor". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988, pp. 4-5.

\* BROWN, CAROL E. (1988): "Tax Expert ...", op. cit., p. 13.

\* BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., p. 12.

\* EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D. (1989): "Expert Systems ...", op. cit., p. 70.

\* JACKSON, MARY (1992): "Understanding Expert ...", op. cit., pp. 170-171.

\* PHILLIPS, MARY ELLEN y BROWN, CAROL E. (1993): "A Survey ...", op. cit., pp. 344-345.

<sup>63</sup> En Gran Bretaña, la recaudación y administración del IVA la lleva a cabo el HM Customs & Excise (Customs) [Servicio de Aduanas e Impuestos sobre el Consumo]. En Gran Bretaña la legislación del IVA es muy amplia y compleja, y contempla muchas penas civiles para los que lo incumplen, razón por la cual las empresas deben prestar mucha atención en su cumplimiento. Por la misma razón, los auditores y asesores deben prestar también mucha atención a este tema. Debido a esta complejidad y al impacto potencial del régimen de sanciones del IVA, la empresa de auditoría Ernst & Whiney consideró conveniente sustituir las listas de control tradicionales por un sistema experto que realizará este cometido.

está llevando a cabo en ese momento. Al final de la sesión, el sistema proporciona una lista impresa de todas las áreas de influencia que hubiera sugerido. El sistema aclara los *items* relacionados con: puntos de la carta a la dirección, áreas donde se necesita una acción inmediata, puntos a tener en cuenta por el auditor, puntos generales a tener en cuenta por los clientes, etc. El sistema puede responder también a las preguntas formuladas por el usuario por medio de una red de pantallas auxiliares.

Una consulta con el sistema viene a durar por término medio de 1 a 2 horas. Cualquier consulta con el VATIA puede guardarse tanto en disco como en papel y puede ser consultado posteriormente, pues se conserva un archivo de respuesta.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** En su construcción se utilizó la concha de sistema experto **CRYSTAL**. Funciona en los microordenadores que utiliza Ernst & Whiney para efectuar su trabajo, normalmente ordenadores portátiles COMPAQ, con una memoria de 640 Kb, 20 Mb de disco duro y un monitor monocromo. Las debilidades de la concha **CRYSTAL** fueron intensificadas con diversas facilidades por los programadores de Ernst & Whiney utilizando el lenguaje C.

**Adquisición del conocimiento:** El conocimiento contenido en la base de conocimiento del sistema se obtuvo del Grupo de expertos fiscales de IVA de Ernst & Whiney y de los especialistas en IVA del Customs Duty Group (Grupo de Aranceles Aduaneros). Se contó, también, con la colaboración de un experto en IVA (un antiguo inspector fiscal de aduanas) que secundó permanentemente el proyecto. Este conocimiento constituyó el núcleo central del sistema. Además, todas las ideas y modelos contenidas en el sistema fueron sometidos a escrutinio continuo por el jefe del grupo del

IVA y por seis especialistas de este grupo.

El proceso de adquisición del conocimiento se trazó por los expertos utilizando una técnica desarrollada por Ernst & Whiney denominada "técnica de trazado de la base de conocimiento", que consistía en registrar en papel, por los ingenieros del conocimiento, del conocimiento de los expertos y luego analizarlo y revisarlo con los expertos. Toda la base de conocimiento está documentada en papel, lo que facilita la actualización y el mantenimiento del sistema.

El conocimiento contenido en el sistema no es una mera traducción de las leyes, sino una síntesis y depuración del conocimiento legal, junto con las capacidades contables y de auditoría, experiencia empresarial y conocimiento de las prácticas aduaneras.

**Representación del conocimiento.** El conocimiento está representado por reglas de producción del tipo "Si-Entonces".

**Validación del sistema:** El sistema fue sometido a varias pruebas de campo y sus resultados fueron muy satisfactorios tanto para los auditores como para los clientes.

**Usuarios del sistema:** El sistema se utiliza por los auditores de la empresa, en presencia de los clientes, como un ayudante inteligente. También se puede utilizar para el entrenamiento y la formación de los auditores jóvenes sobre el IVA. El sistema se ha instalado en más de 600 ordenadores en las 26 oficinas de Ernst & Whiney en Gran Bretaña.

#### 6.2.4. La aplicación de los sistemas expertos en la formación de la opinión de empresa en funcionamiento.

En los epígrafes anteriores de este capítulo hemos visto la aplicación de los sistemas expertos en la obtención de la evidencia y la formación de la opinión de tres tipos de cuentas concretas, a saber: la evaluación de las provisiones para clientes insolventes, la evaluación de las reservas de los préstamos bancarios y los aspectos fiscales. Sin embargo, la obtención de la evidencia y la formación de la opinión también debe referirse a la totalidad de los estados financieros (e.g., opinión de auditoría de empresa en funcionamiento). En este epígrafe vamos a analizar la aplicación de los sistemas expertos en el tema de la opinión de auditoría de «empresa en funcionamiento» o «empresa en marcha».

En líneas generales, para evaluar si una entidad tiene capacidad para continuar como empresa en funcionamiento, el auditor tiene que obtener evidencia suficiente y competente, con el fin de poder determinar si existen problemas financieros o técnicos que impidan que la entidad pueda seguir realizando su actividad con normalidad, durante un período razonable de tiempo. Si observa que existen tales problemas, el auditor debe evaluar también los factores que puedan mitigar estos problemas. El auditor también debe estudiar los planes que la dirección ha desarrollado, o tiene previsto desarrollar, para superar estas dificultades. Si el auditor no observa que existen tales problemas, o si existiendo tales problemas hay también factores que mitigan esos problemas, entonces se considera que la empresa tiene capacidad para continuar en funcionamiento. Por el contrario, si existen tales problemas y no hay factores que mitiguen esos problemas, entonces el auditor deberá emitir un párrafo en el informe de auditoría expresando una duda

sobre la capacidad de la entidad para continuar como empresa en funcionamiento. Por razones obvias de extensión, solamente nos limitaremos a exponer unas ideas generales sobre el tema,<sup>64</sup> pasando, a continuación, a exponer algunos de las principales aplicaciones de sistemas expertos desarrollados sobre esta materia.

El tema de la opinión de auditoría sobre la capacidad de la empresa para continuar en funcionamiento ha sido regulado por los más prestigiosos organismos emisores de principios contables y normas de auditoría. Así, por ejemplo, a nivel internacional la **Federación Internacional**

---

<sup>64</sup> Una ampliación sobre el tema de la opinión de auditoría de «empresa en funcionamiento» puede verse, por ejemplo, en:

\* ALTMAN, E.I. y McGOUGH, T.P.: "Evaluation of a Company as a Going Concern", Journal of Accountancy, vol. 138, nº. 12, diciembre, 1974, pp. 50-57.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards Nº. 34: The Auditor's Considerations When a Question Arises About an Entity's Continued Existence". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Marzo, 1981.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards Nº. 59: The Auditor's Consideration of an Entity's Ability to Continue as a Going Concern". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Abril, 1988.

\* CAMPISI, S. y TROTMAN, K.T.: "Auditor Consensus in Going Concern Judgements", Accounting and Business Research, vol. 15, nº. 60, otoño, 1985, pp. 303-310.

\* COOPERS & LYBRAND: "Manual de Auditoría". Ediciones Deusto. Bilbao, 1984, Capítulo 20: "El concepto de «empresa en marcha» y los acontecimientos posteriores al cierre del balance", pp. 341-344.

\* FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE CONTADORES (IFAC): "23ª. Guía Internacional sobre Censura de Cuentas. «Gestión continuada»". IFAC, 1986. Incluido en "Normas y Recomendaciones de Auditoría y Contabilidad", Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid, 1987.

\* REGISTRO DE ECONOMISTAS AUDITORES (REA): "Auditoría. Inventario de objetivos y procedimientos". Capítulo 20: "Auditoría de Contingencias y Compromisos, Hechos Posteriores y Gestión Continuada", pp. 247-258, y Anexo 34: "Normas de auditoría y consideraciones en relación con el principio de gestión continuada", pp. 491-493.

\* MENON, K. y SCHWARTZ, K.: "An Empirical Investigation of Audit Qualification Decisions in the Presence of Going-Concern Uncertainties", Contemporary Accounting Research, vol. 3, nº. 2, 1986-1987, pp. 302-315.

\* MUTCHLER, JANE F.: "A Multivariate Analysis of the Auditor's Going Concern Opinion Decision", PhD Thesis, 1983, University of Illinois.

\* MUTCHLER, JANE F.: "Auditors' Perceptions of the Going Concern Opinion Decision", Auditing a Journal of Practice and Theory, vol. 3, nº. 2, primavera, 1984, pp. 17-30.

\* MUTCHLER, JANE F.: "A Multivariate Analysis of the Auditor's Going Concern Opinion Decision", Journal of Accounting Research Autumn, vol. 23, nº 2, 1985.

\* PRADO LORENZO, JOSÉ MANUEL: "Las manifestaciones de los auditores sobre la capacidad de la empresa para continuar en funcionamiento: Una asignatura pendiente para la profesión". Revista Técnica del Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, nº 23, 1991, pp. 4-23.

\* PRADO LORENZO, JOSÉ MANUEL: "La Norma de auditoría sobre la aplicación del principio de Empresa en Funcionamiento: Consideraciones de los auditores". Revista Técnica. Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España, nº. 3, 1993, pp. 30-45.

\* TAFFLER, R.J. y TSEUNG, M.: "The Audit Going Concern Qualification in Practice-Exploding Some Myths", The Accountant's Magazine, julio, 1984, pp. 263-269.

\* UNIÓN EUROPEA DE EXPERTOS CONTABLES, ECONÓMICOS Y FINANCIEROS: "Recomendación nº 4 de Censura de Cuentas: La censura y el principio de gestión continuada", UEC, 1978. Incluido en "Normas y recomendaciones de Auditoría y Contabilidad", Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, Madrid, 1987.

\* WOOLF, E.: "Tackling the Delicate Question of the Going Concern", Accountancy, vol. 94, nº 1083, noviembre, 1983, pp. 99-102.

de Contadores (IFAC) lo tiene regulado en la *International Auditing Guideline* nº 23, con el título de "Going Concern".<sup>65</sup> A nivel europeo, la *Federación de Expertos Contables Europeos (FEE)* lo regula en su *Recomendación* nº 4, titulada "La censura y el principio de gestión continuada".<sup>66</sup> Desde el punto de vista de los organismos emisores de normas de auditoría a nivel profesional en un país, el *American Institute of Certified Public Accountants (AICPA)* lo tenía regulado desde marzo de 1981 en su *Declaración sobre Normas de Auditoría, SAS* Nº. 34.<sup>67</sup> Esta *Declaración* fue sustituida en abril de 1988 por el *SAS* Nº. 59.<sup>68</sup> En este tema, igual que ocurrió en los temas tratados en los epígrafes anteriores, el *AICPA* ha ejercido una notable influencia sobre los pronunciamientos de auditoría realizados por otros organismos emisores de normas.

En nuestro país, el tema de «empresa en funcionamiento» está regulado por el *Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas (ICAC)* en la *Norma 4ª* de las *Normas Técnicas de Carácter General*, Apartado 1.5, relativo a la "Responsabilidad del auditor". En su apartado 1.5.3. dice:

---

<sup>65</sup> FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE CONTADORES (IFAC): "23ª. Guía Internacional sobre Censura de Cuentas. «Gestión continuada»". IFAC, 1986. Incluido en "Normas y Recomendaciones de Auditoría y Contabilidad", Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid, 1987.

Actualmente, esta Directriz está siendo objeto de revisión. En 1989 el IFAC emitió una propuesta de modificación titulada "Proposed Revision of IAG 23, Going Concern". [Citado por PRADO LORENZO, JOSÉ MANUEL: "Las manifestaciones de los auditores sobre la capacidad de la empresa para continuar en funcionamiento: Una asignatura pendiente para la profesión". *Revista Técnica*. Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, nº 23, 1991, p. 9].

<sup>66</sup> UNIÓN EUROPEA DE EXPERTOS CONTABLES, ECONÓMICOS Y FINANCIEROS: "Recomendación nº 4 de Censura de Cuentas: La censura y el principio de gestión continuada", UEC, 1978. Incluido en "Normas y recomendaciones de Auditoría y Contabilidad", Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, Madrid, 1987. [Citado por PRADO LORENZO, JOSÉ MANUEL: "Las manifestaciones de los auditores sobre la capacidad de la empresa para continuar en funcionamiento: Una asignatura pendiente para la profesión". *Revista Técnica*. Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, nº 23, 1991, p. 9].

<sup>67</sup> AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards Nº. 34: The Auditor's Considerations When a Question Arises About an Entity's Continued Existence". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Agosto, marzo, 1981.

<sup>68</sup> AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards Nº. 59: The Auditor's Consideration of an Entity's Ability to Continue as a Going Concern". American Institute of Certified Public Accountants. New York, abril, 1988.

"El auditor es responsable de su informe y debe realizar su trabajo de acuerdo con las Normas Técnicas de Auditoría establecidas. Su trabajo no está específicamente destinado a detectar irregularidades de todo tipo e importe que hayan podido cometerse y, por lo tanto, no puede esperarse que sea uno de sus resultados. No obstante, el auditor debe planificar su examen teniendo en cuenta la posibilidad de que pudieran existir errores o irregularidades con un efecto significativo en las cuentas anuales.

Las funciones del auditor de cuentas tampoco incluyen la predicción de sucesos futuros, por lo tanto, la emisión de un informe sin salvedades sobre las cuentas anuales no constituye una garantía o seguridad de que la entidad tenga capacidad para continuar su actividad durante un período determinado después de la fecha de dicho informe. No obstante, el auditor de cuentas debe prestar atención a aquellas situaciones o circunstancias que le puedan hacer dudar de la continuidad de la actividad de la entidad y, si una vez analizados todos los factores subsisten dudas importantes, mencionar tal incertidumbre en su informe de acuerdo con lo previsto en el párrafo 3.7.9."<sup>69</sup>

El principio de auditoría de "empresa en funcionamiento" está estrechamente relacionado con el principio de contabilidad generalmente aceptado de "gestión continuada".<sup>70</sup> En este sentido, el Plan General de Contabilidad de 1973 definía el «principio de gestión continuada» en estos términos:

"Debe considerarse la gestión de la empresa prácticamente indefinida. En consecuencia, las reglas que se exponen no pretenden determinar el valor actual del patrimonio a efectos de su enajenación global o parcial, ni el importe resultante en caso de liquidación".<sup>71</sup>

El Plan General de Contabilidad de 1990, vigente actualmente, mantiene prácticamente la misma definición, pero emplea ya el término de «empresa en funcionamiento». En este sentido dice:

---

<sup>69</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, del Presidente del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, por la que se publican las Normas Técnicas de Auditoría. Boletín Oficial del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Apartado 1.5.3.

El párrafo 3.7.9. es el relativo a la "incertidumbre" en una auditoría de estados financieros.

<sup>70</sup> Cfr. GINER INCHAUSTI, BEGOÑA: "Principios contables y auditoría". Incluido en MONTESINOS JULVE, VICENTE (Ed.): "La Auditoría en España. Situación actual y perspectivas". Universitat de València. Valencia, 1991, pp. 187-189.

<sup>71</sup> DECRETO 530/1973, de 22 de febrero, por el que se aprueba el Plan General de Contabilidad.

"Se considerará que la gestión de la empresa tiene prácticamente una duración ilimitada. En consecuencia, la aplicación de los principios contables no irá encaminada a determinar el valor del patrimonio a efectos de su enajenación global o parcial ni el importe resultante en caso de liquidación".<sup>72</sup>

En términos parecidos se manifiesta la **Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA)**. De acuerdo con la AECA, el principio de empresa en funcionamiento queda definido del siguiente modo:

"Salvo prueba en contrario, se presume que continúa la marcha de la actividad empresarial. Por tanto, en la gestión normal de la empresa la aplicación de los presentes principios no puede ir encaminada a determinar el valor liquidativo del patrimonio".<sup>73</sup>

El contenido de esta norma sobre el tema de empresa en funcionamiento ha sido desarrollado, posteriormente, por el **ICAC** en la "**Norma de Auditoría sobre la aplicación del principio de empresa en funcionamiento**".<sup>74</sup>

Del estudio de esta norma y de las anteriores definiciones se desprenden una serie de hechos:

1. Para que se pueda aplicar el principio de auditoría de «empresa en funcionamiento» es necesario que la entidad no se encuentre en proceso de liquidación, o vaya a estarlo en un período de tiempo razonablemente corto. Pues en caso contrario los principios contables y de auditoría a aplicar serían totalmente distintos.
2. La tarea de evaluación de la capacidad de la entidad para continuar como empresa en funcionamiento no

---

<sup>72</sup> REAL DECRETO 1643/1990, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Plan General de Contabilidad.

<sup>73</sup> ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE CONTABILIDAD Y ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS (AECA): "Principios y normas de contabilidad en España". Documento 1 de Principios Contables. AECA. Madrid, mayo, 1980. Edición revisada en 1991.

<sup>74</sup> RESOLUCIÓN de 31 de mayo de 1993, del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas por la que se publica la Norma de Auditoría sobre la aplicación del principio de empresas en funcionamiento. Boletín Oficial del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, nº. 13, mayo, 1993.

corresponde al auditor sino a la Dirección y a los Administradores.

3. La emisión de un informe de auditoría sin salvedades no es garantía de que la entidad tenga capacidad para continuar su actividad con normalidad durante período de tiempo determinado después de la fecha del informe.
4. La capacidad de una entidad para continuar como empresa en funcionamiento está normalmente implícita en los estados financieros, siempre que éstos se hayan preparado siguiendo los principios de contabilidad generalmente aceptados. Por lo tanto, esta capacidad de empresa en funcionamiento es asumida por el auditor, salvo que exista información significativa contraria; en cuyo caso, el auditor deberá expresar una opinión al respecto o denegar la opinión en el informe de auditoría.

Por lo tanto, cuando en el transcurso de una auditoría, el auditor observa situaciones o circunstancias que le pueden hacer dudar de la capacidad de la empresa para continuar en funcionamiento durante un período de tiempo razonable, entonces deberá analizar y evaluar tanto los posibles factores causantes de duda como los factores que puedan mitigar dicha duda.

Entre las posibles circunstancias que podrían constituir factores causantes de duda sobre la capacidad de la entidad para seguir como empresa en funcionamiento, el ICAC cita las siguientes:

- "- Sociedades que se encuentran incluidas en las situaciones contempladas en los artículos 163 y 260 del Texto Refundido de la Ley de Sociedades Anónimas.<sup>75</sup>
- Sociedades que se encuentren en estado de suspensión de pagos.

---

<sup>75</sup> Los artículos 163 y 260 hacen referencia a la "Reducción de Capital" y la "Disolución de la sociedad anónima" respectivamente.

- Resultados económicos negativos y/o flujo de caja negativo de forma continuada y de cuantía significativa.
- Fondo de maniobra negativo persistente y de cuantía significativa.
- Pérdida de concesiones, licencias o patentes muy importantes.
- Reducción de pedidos de clientes o pérdida de alguno/s muy importante/s.
- Grandes inversiones en productos cuyo éxito comercial parece improbable.
- Existencia de contratos a largo plazo no rentables.
- Contingencias por importe muy significativo".<sup>76</sup>

En cuanto a los posibles factores que pueden reducir o eliminar la duda sobre la capacidad de la entidad para seguir como empresa en funcionamiento, el ICAC cita los siguientes:

- "- Apoyo financiero de los accionistas.
- La existencia de un compromiso de apoyo financiero por parte de la matriz.
- Capacidad de incrementar los fondos propios mediante la emisión de nuevas acciones o la aportación de fondos por parte de los accionistas o socios.
- Probabilidad de obtención de subvenciones y otras ayudas públicas o privadas.
- Posibilidad de obtener o incrementar dividendos u otros ingresos de empresas del grupo o asociadas.
- Disponibilidad de líneas de crédito y financiación adicional por existir aún suficiente garantía real, no existiendo restricciones en las pólizas existentes que la impedirían.
- Capacidad de renovación o retraso de los vencimientos de los préstamos existentes.
- Posibilidad de acuerdo de reestructuración de las deudas.
- Posibilidad de venta de activos no críticos para la actividad operativa normal de la entidad, existiendo un mercado para su venta y no habiendo impedimentos para la misma.
- Posibilidad de cancelación de operaciones que produzcan flujo de caja negativo. Capacidad de absorber su amortización en un razonable período de tiempo.
- Razonables posibilidades de sustituir los pedidos o los clientes

---

<sup>76</sup> RESOLUCIÓN de 31-5-1993, Norma de Auditoría sobre la aplicación del principio de empresas en funcionamiento. Op. cit., Anexo I.

perdidos.

- Posibilidad de sustitución de proveedores importantes perdidos o que no concedan el crédito normal.
- Posibilidad de reducir gastos, sin disminuir su capacidad operativa.
- Capacidad para operar a niveles reducidos de actividad o para canalizar los recursos a otras actividades.<sup>77</sup>

Para poder evaluar los factores causantes de la duda y los factores mitigantes de la duda sobre la capacidad de la empresa para continuar en funcionamiento, el auditor debe tener un buen conocimiento de los negocios del cliente y del sector en que opera, teniendo en cuenta la situación económica internacional, nacional y local. El auditor debe comentar estos factores con la Dirección o Administradores de la empresa y debe estudiar las posibles implicaciones legales.<sup>78</sup> El auditor también debe analizar los planes que la Dirección tenga previsto aplicar sobre la solvencia y continuidad de la entidad durante el próximo ejercicio.<sup>79</sup>

Después de realizadas dichas evaluaciones, el auditor se formará su opinión sobre la capacidad de la empresa para continuar en funcionamiento, la cual quedará documentada en sus papeles de trabajo y expresada en el informe de auditoría. Los tipos de opiniones que puede expresar en el auditor en el informe puede ser: (1) opinión favorable, (2) opinión con salvedades y (3) opinión denegada.<sup>80</sup>

A continuación vamos a ver algunas de las aplicaciones de los sistemas expertos sobre el tema de la opinión de

---

<sup>77</sup> Ibid. Anexo II.

<sup>78</sup> Ibid. Párrafo 4.1.

<sup>79</sup> Ibid. Párrafo 4.2.

<sup>80</sup> Ibid. Párrafo 5.1.

La explicación sobre estos tipos de salvedades y sobre los párrafos de salvedad y de opinión que deberán incluirse en el informe de auditoría puede verse en los Párrafos: 5.2 a 5.5.

auditoría de empresa en funcionamiento. Las investigaciones más importantes sobre este tema son las de los sistemas expertos AOD y GC-X.

### **AOD (Audit Opinion Decision) <sup>81</sup>**

**Autor o autores e institución patrocinadora:** Jesse F. Dillard y Jane F. Mutchler bajo los auspicios del Programa "Oportunidades de Investigación en Auditoría" de Peat, Marwick, Mitchell Foundation.

**Subdominio (área funcional):** El AOD es un sistema experto que ayuda a los auditores en la emisión de los juicios relacionados con las decisiones de opinión de empresa en funcionamiento, de acuerdo con la normativa del SAS N<sup>o</sup>. 34 de la AICPA.<sup>82</sup>

El sistema no se ha desarrollado con fines prácticos, sino como prototipo de investigación en el campo académico. Este prototipo de investigación se ha centrado exclusivamente en la fase de especificación de la tarea y arquitectura del sistema.

---

<sup>81</sup> Cfr.

\* DILLARD, JESSE F. y MUTCHLER, JANE F.: "Knowledge Based Expert Computer Systems For Audit Opinion Decisions". Technical Report Submitted to the Peat, Marwick, Mitchell Foundation, enero, 1986.

\* DILLARD, JESSE F. y MUTCHLER, JANE F.: "Knowledge-based Expert Support Systems in Auditing". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:

\* CUMMINGS, B. K. y APOSTOLOU, N. G. (1987): "Expert systems ...", op. cit., p. 9.

\* MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., p. 100.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1989): "Review of ...". Op. cit., p. 9.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1993): "Expert Systems ...". Op. cit., p. 218.

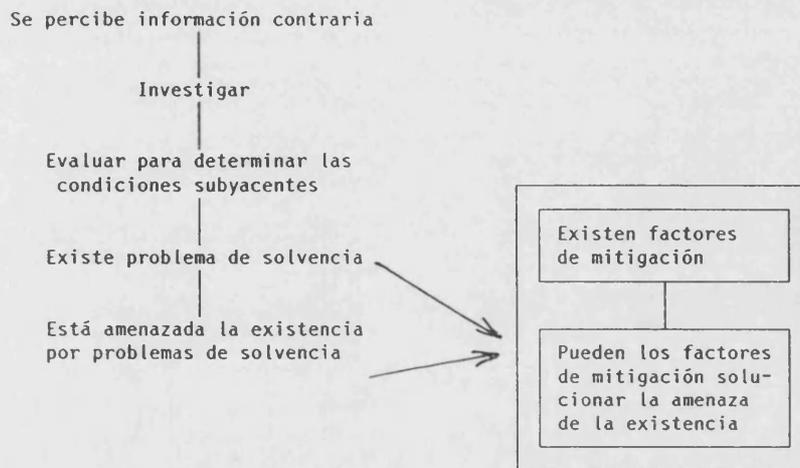
\* van DIJK, J. C. y WILLIAMS, P. A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 137 y 179.

\* WILSON, EDWARD, EDGE, W., FOGELGARN, L., SIMNETT, R. y GAY, G.: "Going Concern: a Prototype Expert System". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988, pp. 4-5.

<sup>82</sup> AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards N<sup>o</sup>. 34: The Auditor's Considerations When a Question Arises About an Entity's Continued Existence". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Agosto, marzo, 1981.

**Descripción funcional del sistema:** El sistema AOD trata de modelizar los procesos de decisión del auditor sobre el tema de la opinión de auditoría de empresa en funcionamiento, siguiendo el modelo de decisión normativo propuesto por el SAS N° 34 del AICPA. El proceso de decisión del SAS N° 34 sigue el flujo de decisiones que aparece en la Figura 13.

Figura 13. Proceso de decisión del SAS N° 34

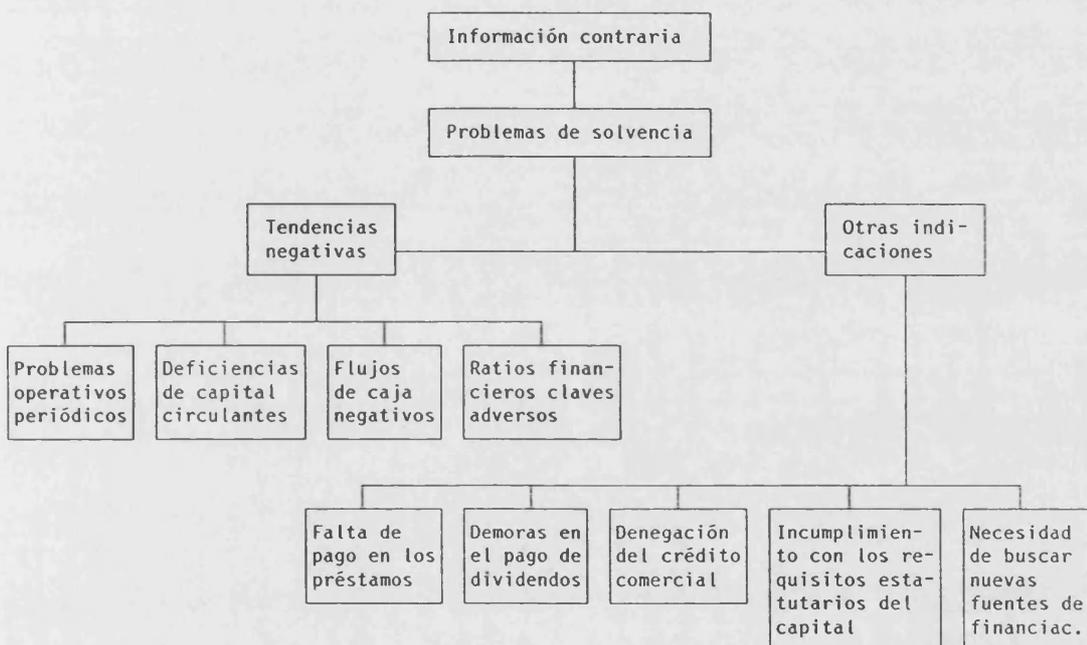


Fuente: DILLARD, JESSE F. y MUTCHLER, JANE F.: "Knowledge Based Expert Computer Systems For Audit Opinion Decisions". Technical Report Submitted to the Peat, Marwick, Mitchell Foundation, enero, 1986, p. 12.

De acuerdo con el modelo propuesto por el SAS N° 34, si en el transcurso de una auditoría el auditor detecta que existe información contraria y esta información está relacionada con problemas de solvencia para la entidad, entonces se puede considerar que existen dudas sobre la capacidad de la empresa para continuar su actividad en un período razonable de tiempo. En estos casos se analizarán los factores que puedan tener una tendencia negativa sobre la actividad de la entidad (e.g., problemas operativos periódicos, deficiencias de capital circulante, flujos de caja negativos, ratios financieros adversos) y otras indicaciones que también pueden influir en la marcha de la

actividad de la entidad (e.g., falta de pago en los préstamos, demoras en el pago de dividendos, denegación del crédito comercial, incumplimiento con los requisitos estatutarios de capital, necesidad de buscar nuevas fuentes de financiación). El esquema del proceso de evaluación de la información contraria propuesto por el SAS N° 34 puede verse en la Figura 14.

Figura 14. Clasificación de la información contraria en el SAS 34

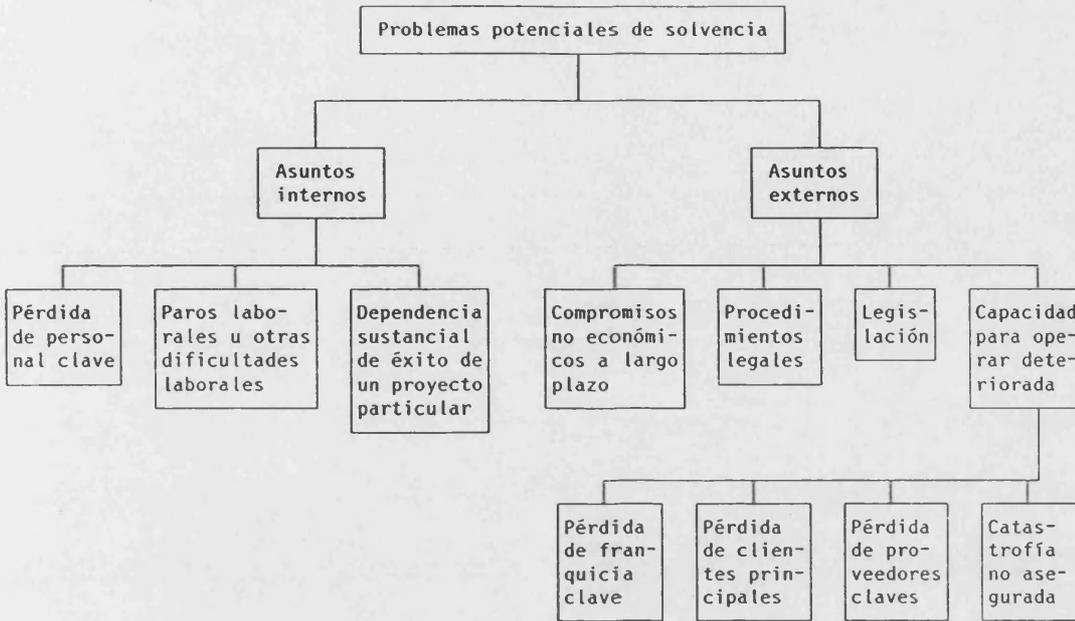


Fuente: \* DILLARD, JESSE F. y MUTCHLER, JANE F.: "Knowledge Based Expert Computer Systems For Audit Opinion Decisions". Technical Report Submitted to the Peat, Marwick, Mitchell Foundation, enero, 1986, p. 15.

\* DILLARD, JESSE F. y MUTCHLER, JANE F.: "Knowledge-based Expert Support Systems in Auditing". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988, p. 143.

El auditor también tiene que evaluar los problemas potenciales de solvencia que puedan influir en la marcha futura de la entidad. En la Figura 15 se puede ver el esquema de evaluación de los problemas de solvencia.

Figura 15. Clasificación de las consideraciones potenciales de solvencia

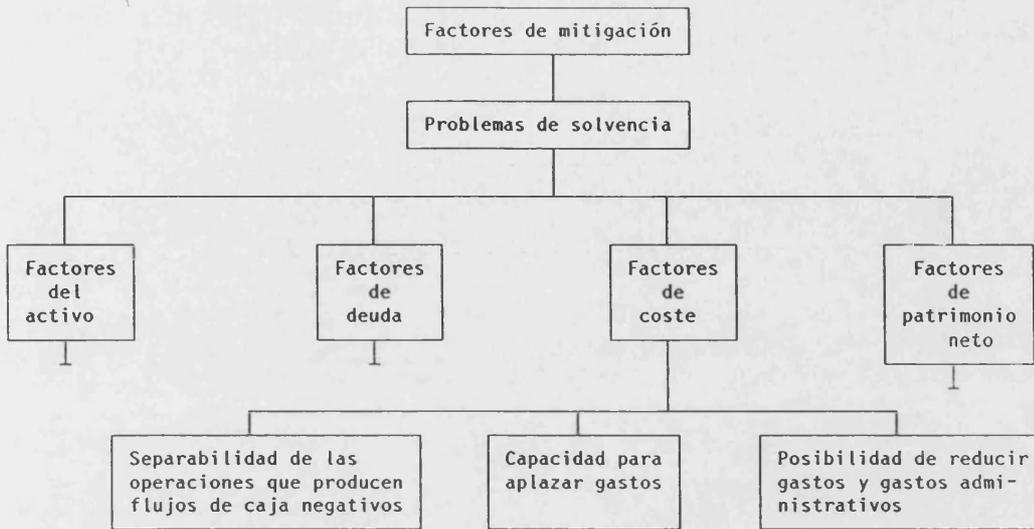


Fuente: \* DILLARD, JESSE F. y MUTCHLER, JANE F.: "Knowledge Based Expert Computer Systems For Audit Opinion Decisions". Technical Report Submitted to the Peat, Marwick, Mitchell Foundation, enero, 1986, p. 16.

\* DILLARD, JESSE F. y MUTCHLER, JANE F.: "Knowledge-based Expert Support Systems in Auditing". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988, p. 144.

Ahora bien, además de analizar las circunstancias que puedan constituir factores causantes de duda sobre la capacidad de la entidad para seguir como empresa en funcionamiento, el auditor también debe analizar los factores que tiendan a reducir o eliminar la duda sobre la capacidad de la entidad para seguir como empresa en funcionamiento. En la Figura 16 se muestra el esquema de evaluación de los factores de mitigación relacionados con los problemas de solvencia.

Figura 16. Clasificación de los factores de mitigación relacionados con los problemas de solvencia



- Fuente: \*
- DILLARD, JESSE F. y MUTCHLER, JANE F.: "Knowledge Based Expert Computer Systems For Audit Opinion Decisions". Technical Report Submitted to the Peat, Marwick, Mitchell Foundation, enero, 1986, p. 17.
  - \* DILLARD, JESSE F. y MUTCHLER, JANE F.: "Knowledge-based Expert Support Systems in Auditing". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988, p. 145.

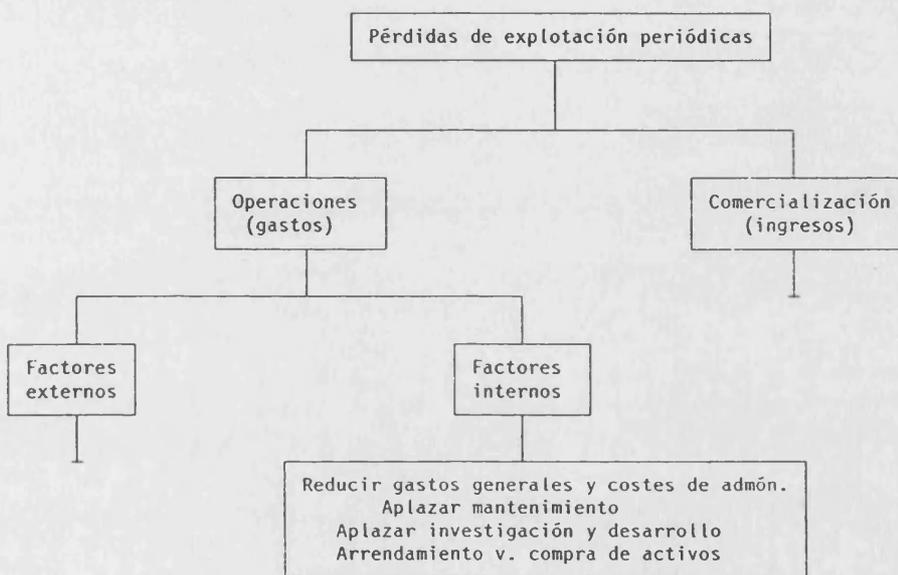
Cada una de las células de las Figuras 14 a 16 representa una decisión o conjunto de decisión que tiene que tomar el auditor cuando se realiza la opinión de empresa en funcionamiento. A las preguntas que se plantean en cada una de estas decisiones el auditor puede responde con "si", "no" y "no se".

Con toda la información suministrada al sistema, a continuación, se procede a evaluar si la entidad posee capacidad para seguir como empresa en funcionamiento. Para ello se deben evaluar tanto los factores causantes de duda como los factores mitigantes de la duda. Cuando se produzcan casos en los que los factores causantes de duda estén muy relacionados con factores mitigantes de la duda, entonces se debe analizar minuciosamente cada uno de los factores y comentar dichas situaciones con la Dirección, consultando,

además, los planes de la dirección para poner remedio al problema. En la Figura 17 se puede ver el esquema del proceso de decisión que se debe seguir para los casos de pérdidas de explotación periódicas, cuando existan factores de duda y factores de mitigación de la duda que estén relacionados entre sí.

Figura 17

Clasificación de las pérdidas de explotación periódicas y de los factores de mitigación relacionados



Evaluar los planes de la dirección para reducir evaluando

- \* las suposiciones subyacentes
- \* el conocimiento del negocio
- \* el conocimiento de la dirección
- \* el rendimiento del pasado

Determinar los resultados probables en las pérdidas de explotación periódicas

- Fuente: \*
- DILLARD, JESSE F. y MUTCHLER, JANE F.: "Knowledge Based Expert Computer Systems For Audit Opinion Decisions". Technical Report Submitted to the Peat, Marwick, Mitchell Foundation, enero, 1986, p. 19.
  - \* DILLARD, JESSE F. y MUTCHLER, JANE F.: "Knowledge-based Expert Support Systems in Auditing". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988, p. 146.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** En una primera fase, el sistema se construyó utilizando el sistema ZOG. El sistema ZOG es una gran base

de datos organizada como una red de marcos. Posteriormente, se paso al sistema XINFO, un sistema de red basado en marcos similar al anterior pero más potente. El sistema funciona en ordenadores centrales (mainframe), pero también puede funcionar en un entorno de PC.

**Adquisición del conocimiento:** El conocimiento del sistema se adquirió por medio de cuatro formas: (1) utilizando la documentación autorizada disponible, (2) por medio de entrevistas en profundidad con los auditores expertos, (3) desarrollo de dos paquetes de caso y 4) análisis de los protocolos verbales de los auditores que estudiaron los paquetes de caso.

**Representación del conocimiento:** Cada decisión está representada por un marco (*frame*). Ahora bien, el término marco (*frame*) que utilizan Dillard y Mutchler en este trabajo no se entiende en el sentido teórico propuesto por Minsky (ver epígrafe § I-5.2.5) sino en un sentido técnico, es decir, referido a la representación de una decisión y su presentación en la pantalla de la terminal de ordenador. La base de conocimiento contiene 445 marcos (*frames*) de este tipo.

**Motor de inferencia: métodos de razonamiento:** El sistema no tiene capacidades lógicas. Su inteligencia consiste en estructurar las decisiones intermedias y presentarlas al usuario en el formato y secuencia indicado por el experto.

**Validación del sistema:** Debido a que el proyecto de investigación del sistema AOD se centró exclusivamente en la fase de especificación de la tarea y arquitectura del sistema, no se efectuaron las fases posteriores típicas del desarrollo de sistemas expertos, es decir, la fase de prueba

y modificación del sistema, y la fase de puesta en práctica y refinamiento del mismo. Por lo tanto, no se llevó a cabo una comprobación del sistema con auditores ni una comprobación de las predicciones con casos históricos.

**Estado de desarrollo:** En la actualidad se está trabajando en un nuevo prototipo, el AOD-II, donde ya se incorporan las capacidades lógicas.<sup>83</sup>

**GC-X (acrónimo de Going-Concern EXpert)** <sup>84</sup>

**Autor o autores e institución patrocinadora:** Stanley F. Biggs, Mallory Selfridge, de la Universidad de Connecticut, y George R. Krupka, de General Electric Company. Esta investigación contó con el apoyo de Peat Marwick Foundation.

**Subdominio (área funcional):** El sistema GC-X es un prototipo de sistema experto que ayuda a los auditores en la emisión de los juicios de auditoría de empresa en funcionamiento.

El objetivo principal de la investigación llevada a cabo por Biggs, Selfridge y Krupka, no es la construcción de un sistema experto de carácter práctico, sino el estudio de la pericia o conocimientos técnicos de los auditores, cuando

---

<sup>83</sup> MESSIER y HANSEN (1987): "Expert Systems ...", op. cit., p. 100.

<sup>84</sup> Cfr.:

\* BIGGS, STANLEY F. y SELFRIDGE, M.: "GC-X: A Prototype Expert System for the Auditor's Going Concern Judgment". Working Paper, University of Connecticut, enero 1986.

\* SELFRIDGE, MALLORY y BIGGS, STANLEY F.: "GCX: Knowledge Structures for Going-Concern Evaluations". Working Paper. University of Connecticut, 1988.

\* BIGGS, STANLEY F., SELFRIDGE, MALLORY y KRUPKA, GEORGE R.: "A Computational Model of Auditor Knowledge and Reasoning Processes in the Going-Concern Judgment"; marzo, 1992. Próximo a publicar en Auditing: A Journal of Practice and Theory.

Un resumen sobre los primeros prototipos del sistema GC-X puede verse, por ejemplo, en:

\* CUMMINGS, B. K. y APOSTOLOU, N. G. (1987): "Expert systems ...", op. cit., pp. 8-9.

\* MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., p. 100.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1989): "Review of ...", op. cit., pp. 8-9.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1993): "Expert Systems ...", op. cit., p. 217.

\* van DIJK, J. C. y WILLIAMS, P. A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 137 y 179.

realizan juicios de auditoría de empresa en funcionamiento. Es decir, se pretende construir un «modelo computacional»<sup>85</sup> de los procesos de razonamiento de los auditores cuando realizan este tipo de tareas.<sup>86</sup> Como consecuencia de estas investigaciones se desarrolló también el sistema experto GC-X, que ha servido para probar y poner en práctica el modelo teórico de empresa en funcionamiento, denominado «Going-Concern eXpert model». Sin embargo, aunque el sistema experto no se ha desarrollado para ser utilizado en la práctica, el prototipo de sistema experto y la investigación llevada a cabo puede ser útil para los que deseen desarrollar en la práctica sistemas expertos de este tipo.

**Descripción funcional del sistema:** El modelo teórico en el que descansa el sistema experto GC-X se basa en que los auditores poseen y utilizan tres grandes categorías de conocimientos: (1) conocimientos financieros, (2) conocimientos de los acontecimientos y (3) conocimientos procedimentales. Dentro de estas tres grandes categorías de conocimientos se pueden representar nueve tipos de conocimientos concretos que los auditores utilizan para emitir los juicios de empresa en funcionamiento: (1) conocimiento de las medidas financieras, (2) conocimiento de las finanzas de la compañía, (3) conocimiento de los acontecimientos actuales, (4) conocimiento de los acontecimientos normales, (5) conocimiento de las operaciones de la compañía, (6) conocimiento para reconocer los problemas de empresa en funciona-

---

<sup>85</sup> La modelización computacional es una tipo de modelización teórica, que consiste en el desarrollo de un modelo teórico del comportamiento de una tarea complicada realizada por una persona humana, y en la puesta en práctica de dicho modelo en un programa informático.

<sup>86</sup> Una explicación amplia de la investigación llevada a cabo por Selfridge y Biggs, sobre la naturaleza y estructura de la pericia o conocimientos técnicos de los auditores que realizan juicios de auditoría de empresa en funcionamiento, puede verse en:

\* SELFRIDGE, MALLORY y BIGGS, STANLEY F.: "The Architecture of Expertise: the Auditor's Going-Concern Judgement". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 2, nº. 3, 1990, pp. 3-18.

\* SELFRIDGE, MALLORY y BIGGS, STANLEY F.: "The Architecture of Expertise: The Auditor's Going-Concern Judgement". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993, pp. 159-177.



miento, (7) conocimiento del razonamiento causal sobre los problemas de empresa en funcionamiento, (8) conocimiento del razonamiento evaluativo sobre los planes para mitigar los problemas y (9) conocimiento para emitir el juicio de empresa en funcionamiento. Estos conocimientos están muy relacionados entre sí y están organizados en una estructura de memoria jerárquica de generalización creciente. Los conocimientos procedimentales tiene cuatro procesos de razonamiento que funcionan sobre los conocimientos financieros y sobre los conocimientos de acontecimientos. En la Tabla 3 se pueden apreciar los distintos tipos de conocimientos y la forma de representación utilizada en el modelo teórico de conocimiento del auditor sobre los juicios de empresa en funcionamiento.

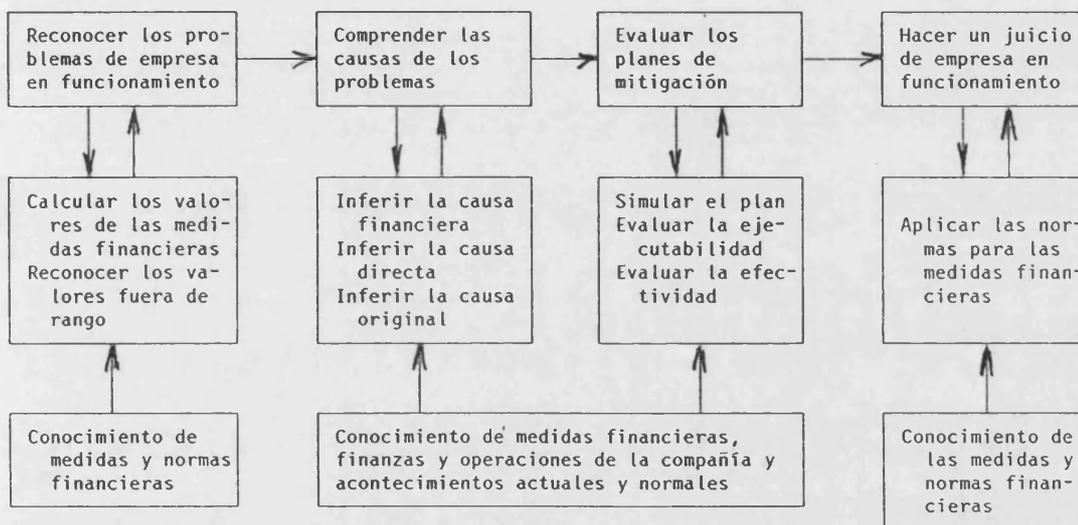
Tabla 3. Conocimiento del auditor en el juicio de empresa en funcionamiento

TIPO DE CONOCIMIENTO	REPRESENTACIÓN
<u>Conocimiento financiero</u>	
1. Medidas financieras	Red de razonamiento financiero
2. Finanzas de la compañía	Árbol de descomposición financiero
<u>Conocimiento de los acontecimientos</u>	
3. Acontecimientos actuales	Red de acontecimientos vinculada a la causalidad
4. Acontecimientos normales	Red de acontecimientos generalizada
5. Operaciones de la compañía	Red de acontecimientos jerárquica generalizada
<u>Conocimiento procedimental</u>	
6. Reconocer los problemas de empresa en funcionamiento	Descomposición de los factores financieros y algoritmo de cálculo
7. Razonamiento causal sobre los problemas de empresa en funcionamiento	Algoritmo de razonamiento causal
8. Razonamiento evaluativo sobre los planes para mitigar los problemas	Simulación del plan y algoritmo de evaluación
9. Realización del juicio de empresa en funcionamiento	Algoritmo para elegir entre tres juicios

Fuente: BIGGS, STANLEY F., SELFRIDGE, MALLORY y KRUPKA, GEORGE R.: "A Computational Model of Auditor Knowledge and Reasoning Processes in the Going-Concern Judgment". marzo, 1992, p 28.

El sistema GC-X trabaja con los datos de una empresa del mundo real y emite juicios de auditoría de empresa en funcionamiento, realizando cuatro tipos de operaciones: (1) reconocimiento de los problemas de la empresa en funcionamiento, (2) comprensión de las causas de los problemas, (3) evaluación de los planes de la dirección para mitigar dichos problemas y (4) emisión de un juicio de auditoría de empresa en funcionamiento. En la Figura 18 se puede ver un esquema del proceso de funcionamiento del modelo.

Figura 18. Modelo global del GC-X



Fuente: BIGGS, STANLEY F., SELFRIDGE, MALLORY y KRUPKA, GEORGE R.: "A Computational Model of Auditor Knowledge and Reasoning Processes in the Going-Concern Judgment". Marzo, 1992, p. 30. Próximo a publicar en Auditing: A Journal of Practice and Theory.

El sistema GC-X emite juicios directamente de los datos contenidos en la base de datos del sistema, o puede operar interactivamente con un usuario. El sistema tiene un interfase de lenguaje natural sencillo y capacidad para explicar sus razonamientos. El tiempo de duración de una sesión de consulta con el sistema depende de la cantidad de problemas reconocidos, pero viene a durar aproximadamente un minuto por año.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** El sistema ha sido programado en MacScheme, un dialecto del LISP, y opera en un ordenador Apple Macintosh II.

**Adquisición del conocimiento:** La adquisición del conocimiento se realizó por medio de entrevistas personales con un auditor experto en temas de empresa en funcionamiento de una importante empresa de auditoría. El experto fue nombrado por la propia empresa de auditoría. En las entrevistas también estuvo presente un directivo de dicha empresa. Las entrevistas produjeron alrededor de 100 páginas de transcripciones realizadas con tres clientes.

Aunque el sistema se basa principalmente en la pericia y conocimientos de un auditor experto en juicios de auditoría de empresa en funcionamiento, también se revisó la literatura sobre el tema, especialmente la norma de auditoría SAS Nº. 59 del AICPA.<sup>87</sup>

La base de datos del sistema contiene 5 años de información financiera de la empresa y acontecimientos del negocio y mundiales. La red de acontecimientos actuales contiene 140 acontecimientos. El sistema también posee conocimientos de 69 tipos diferentes de acontecimientos internos relacionados con 10 clases diferentes, 215 entidades de 12 tipos diferentes y 21 tipos diferentes de entidades de acciones que pueden ser tomadas.

**Representación del conocimiento:** En los primeros prototipos se utilizó una aproximación basada en reglas de producción para representar el conocimiento de los auditores. Sin embargo, en los siguientes prototipos, debido a que

---

<sup>87</sup> AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards Nº. 59: The Auditor's Consideration of an Entity's Ability to Continue as a Going Concern". American Institute of Certified Public Accountants. New York, abril, 1988.

el razonamiento causal basado en los acontecimientos exigía una representación flexible en el programa informático, se decidió que el programa basado en reglas no era el más adecuado y se sustituyó por una aproximación basada en marcos (*frames*), ya que esta técnica permite representar mejor los acontecimientos sobre este tipo de conocimientos y poderlos conectar mejor con los conocimientos financieros.

**Validación del sistema:** Hasta la fecha la investigación se ha centrado únicamente en la construcción del modelo teórico y en la implementación del programa informático. La fase de comprobación empírica no se ha considerado como prioritaria y se ha dejado para investigar en el futuro.

**Estado de desarrollo:** El sistema **GC-X** no está terminado y presenta importantes limitaciones, ya que se trata de una investigación sobre la construcción de un modelo computacional del conocimiento de los auditores sobre el tema de empresa en funcionamiento, y, como se sabe, este tema es muy complejo y ha sido muy poco investigado, como se desprende del análisis de la literatura sobre el tema.

#### OTRAS INVESTIGACIONES DE INTERÉS

\* Wilson et al.<sup>88</sup> está trabajando en un sistema experto sobre la formulación de opinión de empresa en funcionamiento, basándose en el conocimiento de un experto de auditoría y en el conocimiento contenido en la **norma de auditoría AUP 7, "Statement of Auditing Practice: 'Going Concern'" del Institute of Chartered Accountants**. El conocimiento está representado por reglas de producción del

---

<sup>88</sup> Cfr. WILSON, EDWARD, EDGE, WILLIAM, FOGELGARN, LESLIE, SIMNETT, ROGER y GAY, GRANT: "Going Concern: a Prototype Expert System". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

tipo "Si-Entonces" y marcos (*frames*). En su construcción se utilizó la concha de sistema experto ADS, y funciona en un PC.

\* En la Conferencia Internacional sobre "Utilización de sistemas expertos por Contables/Audidores", celebrada en Amsterdam en 1988, organizada por el Instituto Holandés NIVRA,<sup>89</sup> se presentó un sistema experto de demostración, denominado BRES,<sup>90</sup> que evaluaba los riesgos de empresa en marcha.

\* Slagle et al.<sup>91</sup> han escogido el problema de auditoría de la opinión de empresa en marcha como base para un experimento comparativo de la metodología de desarrollo de Waterman y la metodología de especificación del conocimiento de Slagle.

---

<sup>89</sup> Cfr. NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

<sup>90</sup> Cfr.

\* LITHP SYSTEMS BV: "What are expert systems". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

\* van LITH, PETER: "Developing Expert Systems, knowledge engineering". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

\* LITHP SYSTEMS BV: "Business Review Expert System 'BRES'. User's manual for BRES". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

<sup>91</sup> Cfr. SLAGLE, JAMES R., GARDINER, DAVID A. y HAN, KYUNGSOOK: "Knowledge Specification of an Expert System". IEEE Expert, vol. 5, nº. 4, agosto, 1990, pp. 20-28.

## **CAPITULO 7. SISTEMAS EXPERTOS EN EL INFORME DE AUDITORÍA.**

### **7.1 Características generales del informe de auditoría.**

El trabajo realizado durante las fases anteriores del proceso de auditoría culmina con la emisión de un informe, conocido como **informe de auditoría o dictamen de auditoría**, en el que el auditor independiente comunica los resultados y conclusiones obtenidos en el trabajo de auditoría realizado. Con el material de evidencia obtenido en las fases anteriores del proceso de auditoría, el auditor se forma y elige una opinión sobre la fiabilidad de la información contenida en los estados financieros auditados, y la expresa en el informe de auditoría.

La opinión del auditor, contenida en el informe de auditoría, es el resumen de la evidencia obtenida en las distintas áreas o grupos de cuentas analizadas. Para cada una de estas áreas o grupos de cuentas el auditor tiene que formarse y elegir una opinión parcial sobre la fiabilidad de la información contenida en cada una de estas cuentas o grupos de cuentas. La agregación de estas opiniones parciales da lugar a la opinión final sobre la totalidad de los estados financieros, que es la que se expresa en el informe de auditoría.

Por razones obvias de extensión, ya apuntadas en los epígrafes anteriores, no vamos a analizar con profundidad el tema del informe de auditoría; no obstante, expondremos las características más importantes del mismo.

El informe de auditoría<sup>1</sup> es un documento en el que se expresa el alcance del trabajo efectuado por el auditor y su opinión sobre la fiabilidad de la información contenida en los estados financieros auditados, de acuerdo con los principios de contabilidad generalmente aceptados. Este documento, al ser el medio de comunicación que utiliza el auditor para expresar su opinión ante la empresa y ante terceros, debe estar redactado con términos muy claros y precisos, evitando las expresiones complicadas y ambiguas, con el fin de que resulte comprensible por las personas a quienes va dirigido.

El informe de auditoría está regulado por varias normas de auditoría. Las normas de auditoría relativas al informe de auditoría más conocidas y en las que se basan muchas de las normas utilizadas por la mayoría de los organismos emisores de normas de auditoría son las emitidas por el

---

<sup>1</sup> Una ampliación sobre el informe de auditoría puede verse, por ejemplo, en:

\* ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA: "La Auditoría contable". Incluido en SÁNCHEZ FERNÁNDEZ DE VALDERRAMA, JOSÉ LUIS: "Introducción a los conceptos de contabilidad superior". Ariel Economía. Barcelona, 1990, pp. 261-263.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards Nº. 1: Codification of Auditing Standards and Procedures". Sección 150 y Secciones 400, 500 y 600. American Institute of Certified Public Accountants. New York, noviembre, 1972.

\* ÁLVAREZ LÓPEZ, JOSÉ: "Auditoría contable". 2ª edición. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. 1991. Capítulos 23 y 24, pp. 315-336.

\* ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K.: "Auditing. An Integrated Approach". Fourth edition. Prentice-Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey, 1988. Capítulo 2, pp. 33-66.

\* CASALS CREUS, RAMÓN, GASSO VILAFRANCA, JOSÉ M. y SORIA SENDRA, CARLOS: "Fundamentos de auditoría". Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid. 1987. Capítulo 24, pp. 469-483.

\* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M.: "Auditoría". Interamericana. México. 1987. Capítulos 5 y 6, pp. 147-204.

\* COOPERS & LYBRAND: "Manual de Auditoría". Ediciones Deusto. Bilbao, 1984. Capítulo 28, pp. 436-462.

\* INSTITUTO DE CENSORES JURADOS DE CUENTAS DE ESPAÑA: "Manual de Auditoría". Instituto de Censores Jurados de Cuentas. Madrid. 1982. Capítulo 5, págs. 41-80.

\* MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO: "Auditoría Empresarial". 2ª edición. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. 1989. Capítulo 27, pp. 459-477.

\* PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL: "Manual de Auditoría y Cuentas Anuales". Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid, 1991. Capítulo 17, pp. 227-241.

\* REGISTRO DE ECONOMISTAS AUDITORES (REA): "Auditoría. Inventario de objetivos y procedimientos". Capítulo 22, pp. 273-283.

\* SCHAPPERLE, ROBERT F.: "Normas de presentación de informes". Incluido en Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 45, pp. 1069-1095.

\* VILLANI, KATHELEEN: "Redacción del informe". Incluido en Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 46, pp. 1097-1119.

**AICPA.** Estas normas son las siguientes:<sup>2</sup>

1. El informe debe establecer si los estados financieros están presentados de acuerdo con los principios de contabilidad generalmente aceptados.
2. El informe identificará aquellas circunstancias en las que tales principios no han sido observados consistentemente en el período actual en relación al período precedente.
3. Los desgloses informativos en los estados financieros deben ser considerados como razonablemente adecuados, a menos que de otra forma sea planteado en el informe.
4. El informe debe contener una expresión de la opinión en relación con los estados financieros, tomados en su conjunto, o una afirmación al efecto de que una opinión no puede ser expresada. Cuando una opinión global no pueda ser expresada, las razones de ello deberán ser planteadas. En todos los casos en donde el nombre del auditor esté asociado con unos estados financieros, el informe deberá contener una indicación clara y escueta del carácter del trabajo del auditor, si hubiese alguno, y el grado de responsabilidad que el auditor está tomando.

En nuestro país, el **Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas (ICAC)** regula el tema del informe de auditoría con cinco normas. Las normas emitidas por el **ICAC**, en líneas generales, son muy similares a las establecidas por el **AICPA**. Las **normas del ICAC sobre el informe de auditoría**<sup>3</sup> son:

**1ª Norma. Conformidad con los principios de contabilidad generalmente aceptados.** "El auditor debe manifestar en el informe si las cuentas anuales contienen la información necesaria y suficiente para la interpretación y comprensión adecuada y han sido formulados de conformidad con principios y normas contables generalmente

---

<sup>2</sup> Cfr.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Codification of Statements on Auditing Standards, Numbers 1 to 69". AU Section 150.02. American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1992, pp. 7-8.

\* AICPA (1972): "Statement on ...", op. cit.

<sup>3</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, del Presidente del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, por la que se publican las Normas Técnicas de Auditoría. Boletín Oficial del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Apartado 3.1.2.

aceptados."

**2ª Norma. Uniformidad con principios y normas de ejercicio anteriores.** "El informe expresará si los principios y normas contables generalmente aceptados guardan uniformidad con los aplicados en el ejercicio anterior".

**3ª Norma. Adecuación de la información contenida en los estados financieros.** "El auditor debe manifestar si las cuentas anuales expresan, en todos los aspectos significativos, la imagen fiel del patrimonio y de la situación financiera de la entidad y de los resultados de sus operaciones y de los recursos obtenidos y aplicados".

**4ª Norma. Opinión del auditor.** "El auditor expresará en el informe su opinión en relación con las cuentas anuales tomadas en su conjunto, o una afirmación de que no se puede expresar una opinión, y en este caso, las causas que lo impidan. Cuando se exprese una opinión con salvedades (reservas en el Texto Refundido de la Ley de Sociedades Anónimas) o desfavorable sobre las cuentas anuales, se deberán exponer las razones que existan para ello".

**5ª Norma. Concordancia de la información contable contenida en el informe de gestión con las cuentas anuales.** "El auditor indicará en su informe si la información contable que contiene el informe de gestión concuerda con la de las cuentas anuales auditadas".

De acuerdo con las normas técnicas sobre el informe de auditoría del ICAC, los elementos básicos del informe de auditoría<sup>4</sup> son:

1. título o identificación del informe,
2. identificación de los destinatarios y de las personas que efectuaron el encargo,
3. entidad auditada,
4. párrafo de alcance de la auditoría,
5. párrafo de opinión,
6. párrafo de salvedades,

---

<sup>4</sup> RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 3.2.

7. párrafo sobre el informe de gestión,
8. nombre, dirección y datos registrados del auditor,
9. firma del auditor, y
10. fecha de emisión del informe.

De todos los elementos citados del informe de auditoría hay dos que son fundamentales: (1) el **párrafo de «alcance»**, y (2) el **párrafo de «opinión»**. En el **párrafo de «alcance»**<sup>5</sup> se indican: los documentos que han sido objeto de la auditoría, las normas y procedimientos de auditoría aplicados en el trabajo realizado, y/o las normas y procedimientos no aplicados por haber limitaciones en el alcance de la auditoría. En el **párrafo de «opinión»**<sup>6</sup> se expresa de forma clara y precisa la opinión del auditor sobre la razonabilidad y fiabilidad de la información contenida en los estados financieros auditados, de conformidad con los principios de contabilidad generalmente aceptados, y si estos principios se han aplicado con uniformidad. En el **párrafo de «opinión»** se indicarán también las salvedades que existan sobre los estados financieros.

Cuando el auditor quiera expresar una opinión con salvedades, desfavorable o denegada expondrá de forma detallada las razones que lo justifican por medio de un **párrafo de «salvedades»**,<sup>7</sup> que figurará como **párrafo «intermedio»** entre el **párrafo de «alcance»** y el **párrafo de «opinión»**.

El auditor también puede utilizar un **párrafo de «énfasis»**<sup>8</sup> para expresar realce en algún asunto relacionado

---

<sup>5</sup> Ibid. Apartado 3.2.4.

<sup>6</sup> Ibid. Apartado 3.2.5.

<sup>7</sup> Ibid. Apartado 3.2.6.

<sup>8</sup> Ibid. Apartado 3.2.7.

con los estados financieros, siempre que éste no suponga una salvedad en su opinión.

En cuanto a la **fecha de emisión del informe de auditoría**, ésta coincidirá con la fecha de terminación del trabajo de auditoría en las oficinas de la entidad auditada.<sup>9</sup>

El informe de auditoría siempre se referirá a la fecha de cierre del ejercicio. Sin embargo, cuando con posterioridad a la fecha de cierre, pero antes de la fecha de emisión del informe de auditoría, se produzcan hechos que tengan, o puedan tener, un efecto significativo sobre las cuentas anuales, entonces el auditor deberá incluir una salvedad en el informe de auditoría explicando este incumplimiento.<sup>10</sup> Por otra parte, cuando entre la fecha de emisión del informe de auditoría y la fecha de entrega de dicho informe, existan hechos que tengan o puedan tener una importancia significativa sobre las cuentas anuales, entonces el auditor deberá incluir una salvedad en el informe de auditoría.

Con respecto a los **tipos de opinión**<sup>11</sup> que pueden expresarse en el informe de auditoría, ésta puede ser:

1. opinión favorable o sin salvedades,
2. opinión con salvedades,
3. opinión desfavorable o adversa, y
4. opinión denegación o abstención de opinión.

La **opinión favorable**<sup>12</sup> se manifiesta cuando se presentan las siguientes circunstancias: (1) el auditor ha llevado

---

<sup>9</sup> Ibid. Apartado 3.2.11.

<sup>10</sup> Ibid. Apartado 3.3.

<sup>11</sup> Ibid. Apartado 3.6.

<sup>12</sup> Ibid. Apartado 3.6.2.

a cabo su trabajo de auditoría sin ningún tipo de limitaciones y ha podido aplicar todas las normas y procedimientos de auditoría necesarios, de acuerdo con las normas de auditoría generalmente aceptadas, (2) los estados financieros se han formulado de conformidad con los principios y normas de contabilidad generalmente aceptados, (3) los principios y normas de contabilidad aplicados guardan uniformidad con los aplicados en los ejercicios anteriores, (4) los estados financieros presentan razonablemente la imagen fiel del patrimonio de la entidad, su situación financiera y los resultados obtenidos.

La **opinión con salvedades**<sup>13</sup> se aplica cuando el auditor se encuentra satisfecho con el trabajo de auditoría realizado y los estados financieros presentan razonablemente la imagen fiel del patrimonio de la entidad auditada, su situación financiera y los resultados obtenidos, pero se dan algunas de las siguientes circunstancias: (1) han existido limitaciones en el alcance del trabajo de auditoría realizado, (2) hay errores o incumplimiento de los principios y normas de contabilidad generalmente aceptados, (3) hay incertidumbres sobre el futuro de aspectos relacionados con los estados financieros, (4) han existido cambios durante el ejercicio con respecto a los principios y normas de contabilidad generalmente aceptados aplicados en el ejercicio anterior.<sup>14</sup> Las salvedades se expresarán en el informe de auditoría dentro del **párrafo de «opinión»**, utilizando la expresión **«excepto por»**, y se describirán claramente la naturaleza y las razones de la salvedad, utilizando para ello un **párrafo «intermedio»**, que figurará en el informe entre el **párrafo de "alcance"** y el **párrafo de «opinión»**.

---

<sup>13</sup> Ibid. Apartados 3.6.3 y 3.6.4.

<sup>14</sup> Una ampliación sobre los detalles de estas circunstancias, así como el efecto de las mismas en el informe de auditoría puede verse en la RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 3.7.

La **opinión desfavorable**<sup>15</sup> se emplea cuando, a juicio del auditor, los estados financieros no presentan razonablemente la imagen fiel del patrimonio de la entidad, su situación financiera, ni el resultado obtenido en el ejercicio, de conformidad con los principios y normas de contabilidad generalmente aceptados. Las razones que obligan al auditor a emitir una opinión desfavorable deberán figurar en un párrafo «intermedio», que figurará entre el párrafo de «alcance» y el párrafo de «opinión».<sup>16</sup>

Y, por último, la **opinión denegada**<sup>17</sup> se manifiesta cuando el auditor no obtiene la evidencia suficiente y competente que le permita formarse una opinión sobre la razonabilidad de la totalidad de los estados financieros auditados. Para que se produzca una denegación de opinión es necesario que existan limitaciones al alcance de la auditoría y/o incertidumbres de importancia y magnitud muy significativas que impidan al auditor formarse una opinión sobre los estados financieros, pues, si no es así, bastaría con expresar una opinión con salvedades. Además de expresar la denegación de opinión en el párrafo de «opinión», el auditor expresará también en un párrafo «intermedio» las razones de las limitaciones al alcance y/o de las incertidumbres que motivaron dicha denegación de la opinión.<sup>18</sup>

El informe de auditoría debe incluir también un párrafo

---

<sup>15</sup> Ibid. Apartados 3.6.3-3.6.7.

<sup>16</sup> Una ampliación sobre los detalles de las circunstancias que dan origen a este tipo de opinión, así como el tipo de redacción a incluir en el informe de auditoría puede verse en la RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartado 3.7.

<sup>17</sup> Ibid. Op. cit. Apartados 3.6.10 y 3.6.11.

<sup>18</sup> Una ampliación sobre los detalles de estas circunstancias, así como la forma de redactar el informe de auditoría puede verse en la RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, Normas Técnicas de Auditoría. Op. cit. Apartados 3.7.4, para los casos de limitaciones al alcance de la auditoría, y 3.7.12., para los casos de incertidumbres.

sobre el informe de gestión,<sup>19</sup> en el que el auditor expresa su opinión sobre que la información contenida en el informe de gestión concuerda con la contenida en las cuentas anuales del ejercicio.

Con el fin de conseguir que el informe de auditoría sea claro y sencillo y que exista uniformidad entre todos los auditores, los organismos emisores de normas de auditoría han formulado unos **modelos normalizados de informes de auditoría**,<sup>20</sup> que contemplan las distintas situaciones que pueden presentarse a la hora de expresar la opinión del auditor en el informe de auditoría.

En la etapa final del proceso de auditoría, junto con el informe de auditoría, el auditor también emite un informe en el que se indican las deficiencias observadas en el sistema de control interno de la entidad y las recomendaciones que sugiere el auditor para mejorar dicho sistema, este documento se denomina **carta de recomendaciones**.

El auditor también puede elaborar otros tipos de informes, por ejemplo: **informes especiales** (e.g, informes largos, donde se amplían ciertos aspectos contenidos en el informe de auditoría normal (informe corto); **informes parciales en el contexto de una auditoría limitada**, donde se expresa la opinión sobre ciertas cuentas o áreas; informe sobre los derechos de suscripción preferente en el supuesto del artº. 159 de la L.S.A, ...); o **informes internos** (e.g., informe sobre los costes, horarios y presupuestos de las auditorías, resumen de los puntos especiales a tener en cuenta en el próximo año, sugerencias de cambios o ampliaciones en la las normas y procedimientos de auditoría).

---

<sup>19</sup> Ibid. Apartado 3.2.8.

<sup>20</sup> Ibid. Apartado 3.9.

## 7.2. La aplicación de los sistemas expertos en el informe de auditoría.

La elaboración del informe de auditoría es también otra área en la que se pueden aplicar los sistemas expertos. Este tipo de sistemas expertos suelen tener un interfase que enlaza la información elaborada por el sistema con programas de procesamiento de textos, con el fin de poder producir y editar el informe de auditoría.

Los sistemas expertos que se han desarrollado en este campo se han centrado principalmente en la elección del tipo de opinión a incluir en el informe, y en verificar si los estados financieros de la empresa se han preparado de acuerdo con los principios de contabilidad generalmente aceptados. El ejemplo más importante sobre este tema es el AUDI EXPERT, que pasamos a exponer a continuación.

### AUDI EXPERT <sup>21</sup>

**Autor o autores e institución patrocinadora:** Enrique Bonsón Ponte, del Grupo de Investigación sobre Sistemas Expertos de la Universidad de Sevilla (España), bajo la dirección de Guillermo Sierra Molina.

**Subdominio (área funcional):** El sistema AUDI EXPERT es un prototipo de sistema experto que ayuda a los auditores en el proceso de elección de opinión y elaboración del informe de auditoría.

---

<sup>21</sup> Cfr.

\* SIERRA MOLINA, GUILLERMO y BONSON PONTE, ENRIQUE: "Audi Expert: Un sistema experto para la elaboración del informe de auditoría". Partida Doble, nº. 28, noviembre, 1992, pp. 45-52.

\* BONSON PONTE, ENRIQUE: "Fundamentos de un sistema experto para la elaboración del informe de auditoría". Comunicación presentada en el V Encuentro de Profesores Universitarios de Contabilidad. Sevilla, 27-29 de mayo de 1993.

**Descripción funcional del sistema:** El AUDI EXPERT trabaja en las fases de recopilación de conclusiones y redacción del informe. El sistema realiza una serie de preguntas al auditor sobre las diversas áreas de la auditoría, con el fin de recoger las conclusiones de cada una de estas áreas. Con esta información y junto con la información sobre los tipos de opinión contenida en la base de conocimiento, el sistema elige el tipo de opinión y elabora un informe preliminar del informe de auditoría.

El tipo de opinión que elija el sistema depende del grado de materialidad con el que se desee trabajar, factor este que es necesario introducir al sistema para que se pueda llegar a una conclusión.

El sistema determina las opiniones parciales de cada área y, luego, en base a estas opiniones genera la opinión global de todos los estados financieros. La opinión global dependerá de las opiniones parciales anteriores, de tal forma que si una opinión parcial es significativa y provoca una opinión denegada, ésta repercutirá en la opinión global.

El sistema sigue un orden jerárquico en los tipos de opinión: (1) opinión denegada, (2) opinión adversa, (3) opinión con salvedades y (4) opinión sin salvedades. De acuerdo con esta jerarquía, el sistema actúa del siguiente modo:

1. Si se detecta un área con opinión denegada, entonces la opinión será **denegada**.
2. Si no se detectan áreas con opinión denegada y se detecta algún área con opinión adversa, entonces la opinión será **adversa**.
3. Si no hay áreas con opinión denegada, ni opinión adversa, y se detecta alguna área con salvedades por

limitaciones al alcance y/o con salvedades de otro tipo, entonces la opinión será **con salvedades**.

4. Si no se cumple ninguna de las condiciones anteriores, entonces la opinión será **sin salvedades**.

El modelo teórico que utiliza el sistema se basa en los tipos de opinión de auditoría propuestos por el Registro de Economistas Auditores de España (REA). En las Tabla 1 se muestran los distintos tipos de opiniones a formular en el informe de auditoría.

Tabla 1. Tipos de opinión del informe de auditoría

	EFECTO SOBRE LAS CUENTAS ANUALES	
	SIGNIFICATIVO	MUY SIGNIFICATIVO
LIMITACIÓN EN EL ALCANCE	SALVEDADES	DENEGADA
ERRORES	SALVEDADES	ADVERSA
INCUMPLIMIENTO PYNCGA	SALVEDADES	ADVERSA
OMISIONES INFORMACIÓN	SALVEDADES	ADVERSA
INCERTIDUMBRES	SALVEDADES	DENEGADA
CAMBIO DE PYNCGA JUSTIFICADO	SALVEDAD EN	UNIFORMIDAD
CAMBIO DE PYNCGA NO JUSTIFICADO	SALVEDADES	ADVERSA
CAMBIO DE PYNCGA A PYNCGA	SALVEDADES	ADVERSA
HECHOS POSTERIORES NO CORREGIDOS O NO DESGLOSADOS EN LA MEMORIA	SALVEDADES	ADVERSA

Fuente: SIERRA MOLINA, GUILLERMO y BONSON PONTE, ENRIQUE: "Audi Expert: Un sistema experto para la elaboración del informe de auditoría". Partida Doble, nº. 28, noviembre, 1992, p. 48.

El sistema tiene tres módulos principales: INIT, MENÚ y OPINIÓN. Tiene también un módulo para cada área de la auditoría (i.e., IM para el inmovilizado material, II para el inmovilizado inmaterial, TES para la tesorería, ...). El módulo INIT es el encargado de realizar la inicialización de las variables, reglas, ficheros, presentación del programa,

etc. El módulo MENÚ presenta un balance de situación y a partir del mismo permite elegir el área a analizar. El módulo OPINIÓN recoge y agrega las opiniones de las distintas áreas analizadas, y en base a ellas genera la opinión de auditoría que debe figurar en el informe de auditoría. En la Figura 1 se pueden apreciar los distintos módulos del sistema.

Figura 1. Diagrama de módulos del sistema AUDI EXPERT

	G. ESTABLEC.	CAPITAL Y RESERVAS	
	I. INMATERIAL	RESULTADOS	COMPRAS Y GASTOS VENTAS E INGRESOS
	I. MATERIAL	I. DISTRIBUIR	
	I. FINANCIERO	PROVISIONES	
	ACC. PROPIAS	ACREEDOR. L/P	
<b>INIT</b>	G. DISTRIBUIR	ACREED. C/P	
<b>MENÚ</b>	EXISTENCIAS	A.P.P.	
<b>OPINIÓN</b>	DEUDORES		
	I.F.T.		
	ACCIONES PROPIAS C/P		
	TESORERÍA		
	A.P.A.		

Fuente: SIERRA MOLINA, GUILLERMO y BONSON PONTE, ENRIQUE: "Audi Expert: Un sistema experto para la elaboración del informe de auditoría". Partida Doble, nº. 28, noviembre, 1992, p. 49.

Cada uno de estos módulos de área es un pequeño sistema experto. Para cada uno de estos módulos el sistema realiza el siguiente proceso:

1. En relación con cada objetivo de auditoría previstos para cada área, el sistema formula una o varias preguntas con el fin de evaluar el cumplimiento o no del objetivo.

2. Si existen hechos que pueden afectar a la opinión de auditoría, entonces el sistema realiza nuevas preguntas con el fin de averiguar el efecto sobre las cuentas anuales.
3. Si la opinión que genera el sistema no es una opinión limpia o sin salvedades, entonces el sistema pide que se introduzca el comentario explicativo de los hechos, que incluirá en el informe de auditoría como párrafo intermedio.
4. Una vez que el sistema ha analizado todos los objetivos de un área, el sistema genera una propuesta de opinión y la almacena en el informe borrador.

En la Figura 2 se muestran algunas de las preguntas que formula el sistema durante una sesión de consulta con relación al inmovilizado material.

Figura 2. Ejemplo de preguntas formuladas por sistema relacionadas con el inmovilizado material

<p>Los elementos del I.M.:</p> <p>¿Existen físicamente?          ¿Son propiedad de la empresa?          ¿Están en condiciones de uso?</p>
<p>Las adiciones efectuadas durante el período:</p> <p>¿Constituyen partidas activables?          ¿Existen físicamente en la empresa?          ¿Son de su propiedad?</p>
<p>¿Han sido cargadas en cuentas de gastos partidas que debieron ser capitalizadas?</p>
<p>¿Los retiros realizados en el período han sido debidamente contabilizados, respecto al coste y a la amortización acumulada, reconociéndose el beneficio/pérdida resultante?</p>

.....

Fuente: SIERRA MOLINA, GUILLERMO y BONSON PONTE, ENRIQUE: "Audi Expert: Un sistema experto para la elaboración del informe de auditoría". Partida Doble, nº. 28, noviembre, 1992, p. 50.

Una vez analizadas todas las áreas de la auditoría y agregadas las distintas opiniones parciales, el sistema elige la opinión final y formula un informe de auditoría borrador. El informe de auditoría está dividido en cuatro partes principales: (1) cabecera, (2) párrafo de énfasis, (3) párrafo de opinión y (4) pie del informe.

El sistema tiene dos limitaciones importantes: (1) los grados de materialidad deben ser conocidos y (2) no tiene en cuenta la opinión de empresa en funcionamiento.

**Adquisición del conocimiento:** El proceso de adquisición del conocimiento se ha dividido en dos fases. En la primera fase, el conocimiento ha sido adquirido de los libros de texto y de la literatura profesional. En una segunda fase, se ha previsto obtener el conocimiento de auditores expertos con el fin de introducir los conocimientos heurísticos de estos expertos.

**Representación del conocimiento:** En la representación del conocimiento se utilizan reglas de producción del tipo SI-ENTONCES. Contiene más de 500 reglas.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** En la construcción del sistema se ha utilizado la concha de sistema experto **CRISTAL**. El sistema funciona en ordenadores personales.

**Usuarios del sistema:** El sistema está destinado a los auditores que realizan la elección de la opinión de auditoría y elaboran el informe de auditoría. El sistema también se puede utilizar como medio de formación para los auditores jóvenes.

**Estado de desarrollo:** El sistema se encuentra actual-

mente en fase de pruebas y falta todavía por realizar la fase de adquisición del conocimiento de los auditores expertos.

### OTRAS INVESTIGACIONES DE INTERÉS

Otras investigaciones interesantes relacionadas con el tema de informe de auditoría son:

\* El sistema experto **CHECKGAAP**<sup>22</sup> está siendo desarrollado por la empresa de auditoría británica Deloitte, Haskins & Sells. Este sistema garantiza que el informe de auditoría presentado por un auditor se ajusta a las UK Companies Act. [Leyes de las Sociedades Mercantiles Británicas].<sup>23</sup> El sistema no elabora el informe, sino que actúa sobre el informe ya elaborado. El sistema es una versión informatizada de la lista de control que los auditores de Deloitte, Haskins & Sells utilizan para verificar que el informe de auditoría cumple con la normativa mercantil británica. El sistema está diseñado en forma de estructura de árbol que permite analizar sólo aquellos aspectos legales que están relacionados con el informe. En su construcción se utilizó la concha de sistema experto **BROWSE**, especialmente construida para ello por Deloitte, Haskins & Sells. Se utilizaron los lenguajes C y Assembler. El sistema funciona en un IBM PC o compatible.

---

<sup>22</sup> Cfr.

\* CONNELL, N. A. D.: "Expert Systems in Accounting: A Review of Some Recent Applications". Accounting and Business Research, nº. 67, Invierno, 1987, pp. 229-230

\* EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989, pp. 60-61.

<sup>23</sup> Este es un problema muy importante en Gran Bretaña, pues en este país las Leyes de las Sociedades Mercantiles obligan a las empresas a que presenten sus estados financieros de acuerdo con las normas legales. Esto obliga a un trabajo adicional a los auditores, pues, además de examinar los estados financieros presentados por el cliente, les obliga a comprobar si éstos se adaptan a la legislación mercantil británica.

\* Mockler<sup>24</sup> ha desarrollado un estudio teórico de prototipo de SE que ayuda a los auditores a formarse y elegir el tipo de opinión que debe figurar en el informe de auditoría, de acuerdo con los Principios de Contabilidad Generalmente Aceptados y las Normas de Auditoría Generalmente Aceptadas en EE.UU. El prototipo está limitado a dos pequeños segmentos del sistema completo: (1) la auditoría de las cuentas de arrendamiento y (2) la auditoría de las cuentas de inventario. Sin embargo, el sistema que describe Mockler es mucho más amplio, pues abarca otros campos de los estados financieros y de la auditoría (e.g., pensiones, plantas y equipos, inversiones financieras, ...). El sistema puede dar diversos tipos de opinión: (1) opinión desfavorable, (2) opinión favorable, (3) opinión adversa y (4) renunciar a opinar. En su implementación práctica se utilizó la concha de sistema experto M-1. El conocimiento está representado por reglas de producción del tipo "Si-Entonces", y utiliza la estrategia de razonamiento de encadenamiento hacia atrás.

---

<sup>24</sup> Cfr. MOCKLER, ROBERT J.: "Knowledge-Based Systems for Management Decisions". Prentice-Hall Intern, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989.

## **CAPITULO 8. SISTEMAS EXPERTOS RELACIONADOS CON OTRAS ÁREAS DE LA AUDITORÍA.**

### **8.1. La aplicación de los sistemas expertos en otras áreas de la auditoría.**

En los capítulos anteriores hemos analizado las características generales de cada una de las fases del proceso de auditoría y hemos realizado, también, una descripción de las principales aplicaciones de los sistemas expertos en dichas fases. En el presente capítulo nos vamos a centrar en analizar otros aspectos o áreas de la auditoría que, aunque no coinciden exactamente con las fases en que hemos dividido el proceso de auditoría, sin embargo, se desarrollan, también, el trabajo de auditoría. A título de ejemplo podemos citar, entre otras, las siguientes áreas:

- \* Formación técnica y capacidad profesional de los auditores.<sup>1</sup>
- \* Control de los aspectos de ética profesional (i.e., independencia, integridad y objetividad).<sup>2</sup>
- \* Control del progreso de la auditoría y control de

---

<sup>1</sup> Cfr.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Codification of Statements on Auditing Standards, Numbers 1 to 69". Section AU 210. American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1992, p. 15.

\* RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, del Presidente del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, por la que se publican las Normas Técnicas de Auditoría. Boletín Oficial del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. 1ª. Norma técnica de carácter general. Apartado 1.2.

<sup>2</sup> Cfr.

\* AICPA (1992): "Codification of ...". Section AU 220, op. cit., p. 17.

\* ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K.: "Auditing. An Integrated Approach". Fourth edition. Prentice-Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey, 1988. Capítulo 3, pp. 67-98.

\* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M.: "Auditoría". Interamericana. México. 1987. Capítulo 3, pp. 60-102.

\* RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC, Normas Técnicas de Auditoría. Op.cit. 2ª Norma técnica de carácter general. Apartado 1.3.

\* WILLIAMSON, ROBERT W.: "Ética profesional". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 4, pp. 53-79.



calidad de los trabajos de auditoría realizados.<sup>3</sup>

- \* Control de la responsabilidad legal de los auditores.<sup>4</sup>
- \* Preparación del muestreo para realizar las pruebas de auditoría.<sup>5</sup>
- \* Preparación y control de los documentos y papeles de trabajo.<sup>6</sup>

<sup>3</sup> Cfr.

- \* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Procedure No. 25: The Relationship of Generally Accepted Auditing Standards to Quality Control Standards". American Institute of Certified Public Accountants. New York. Noviembre, 1979.
- \* AICPA (1992): "Codification of ...". Section AU 161, op. cit., p. 9.
- \* COOK y WINKLE (1987): "Auditoría", op. cit. Capítulo 2, pp. 30-59.
- \* RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC, Normas Técnicas de Auditoría. Op.cit. 3ª Norma técnica de carácter general. Apartado 1.4.
- \* RESOLUCIÓN de 16 de marzo de 1993, del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, por la que se publica la Norma de Auditoría sobre control de calidad. Boletín Oficial del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, nº. 12, marzo, 1993.
- \* van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A.: "Expert Systems in Auditing". Macmillan Publishers, Globe Book Services, London, 1990. Capítulo 14, pp. 121-127.

<sup>4</sup> Cfr.

- \* AICPA (1992): "Codification of ...". Section AU 110, op. cit., pp. 5-6.
- \* ARENS y LOEBBECKE (1988): "Auditing. An ...", op. cit., capítulo 4, pp. 99-129.
- \* COOK y WINKLE (1987): "Auditoría", op. cit., capítulo 4, pp. 103-146.
- \* INSTITUTO DE CENSORES JURADOS DE CUENTAS DE ESPAÑA: "Manual de Auditoría". Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid. 1982. Capítulo 3, pp. 31-34.
- \* RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC, Normas Técnicas de Auditoría. Op.cit. 4ª Norma técnica de carácter general. Apartado 1.5.
- \* STEIN, ALVIN M. y WOLOSKY, JOEL M.: "Responsabilidad legal". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 5, pp. 81-98.

<sup>5</sup> Cfr.

- \* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards Nº. 39: Audit Sampling". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Junio, 1981.
- \* ARENS y LOEBBECKE (1988): "Auditing. An ...", op. cit., capítulo 12, pp. 389-429, y capítulo 14, pp. 467-508.
- \* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M. (1987): "Auditoría". Op. cit., capítulo 10, pp. 334-371.
- \* PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL: "Manual de Auditoría y Cuentas Anuales". Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid, 1991. Capítulo 12, pp. 179-188.
- \* REGISTRO DE ECONOMISTAS AUDITORES (REA): "Auditoría. Inventario de objetivos y procedimientos". pp. 73-82.
- \* SUÁREZ SUÁREZ, ANDRÉS S.: "La moderna auditoría. Un análisis conceptual y metodológico". McGraw-Hill. Madrid. 1990. Capítulo 5, pp. 45-63.
- \* ZUBER, GEORGE R. y AKRESH, ABRAHAM D.: "Muestreo estadístico". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988, capítulo 19, pp. 409-457.

<sup>6</sup> Cfr.

- \* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards Nº. 41: Working Papers". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Marzo, 1978.
- \* AICPA (1992): "Codification of ...". Section AU 339, op. cit., pp. 247-248.
- \* ARENS y LOEBBECKE (1988): "Auditing. An ...". Op. cit., capítulo 6, pp. 165-194.
- \* CASALS CREUS, RAMÓN, GASSO VILAFRANCA, JOSÉ M. y SORIA SENDRA, CARLOS: "Fundamentos de auditoría". Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid. 1992, capítulo 6, pp. 95-130.
- \* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M. (1987): "Auditoría", Op. cit., capítulo 9, pp. 274-333.
- \* COOPERS & LYBRAND: "Manual de Auditoría". Ediciones Deusto. Bilbao, 1984, pp. 43-51.
- \* INSTITUTO DE CENSORES JURADOS DE CUENTAS DE ESPAÑA (1982): "Manual de ...". Op. cit., capítulo 7, pp. 97-107.

- \* Gestión y control de los archivos de auditoría.<sup>7</sup>
- \* Auditoría contable de los hechos posteriores.<sup>8</sup>
- \* Auditorías de cuentas anuales consolidadas de grupos de empresas.<sup>9</sup>

Todas las áreas de la auditoría citadas, y otras muchas más, son campos potenciales en los que se puede aplicar la tecnología de los sistemas expertos.

Además de las áreas descritas, los sistemas expertos también se pueden aplicar para tratar, a la vez, aspectos de varias áreas del proceso de auditoría (e.g., evaluación del riesgo de la auditoría, planificación, pruebas de auditoría, obtención de la evidencia). Los sistemas expertos también pueden abarcar todo el proceso de la auditoría—aunque esta última posición, por el momento, nos parece excesivamente pretenciosa. Las investigaciones que se están llevando a cabo sobre estos tipos de sistemas todavía son muy teóricas y está escasamente documentadas. A continuación, vamos a exponer, brevemente, algunos ejemplos de aplicaciones de sistemas expertos relacionados con estas áreas de la auditoría.

Entre los sistemas expertos que tratan de solucionar

---

\* MARTIN, LEROY E.: "Papeles de trabajo de auditoría". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988, capítulo 18, pp. 389-408.

\* MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO: "Auditoría Empresarial". 2ª edición. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. 1989. Capítulo 18, pp. 174-186.

\* PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL (1991): "Manual de ...". Op. cit., capítulo 13, pp. 189-196.

\* REA: "Auditoría. Inventario ...". Op. cit., capítulo 6, pp. 97-110, y Anexo 6, pp. 320-322.

\* RESOLUCIÓN de 19-1-1991 del ICAC, Normas Técnicas de Auditoría. Op.cit., Normas técnica sobre ejecución del trabajo. Apartado 2.6.

<sup>7</sup> Cfr. van DIJK, J.C. y WILLIAMS, P.A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 142-144.

<sup>8</sup> Cfr. CARBAJAL TORRE, JORGE: "Auditoría contable de los hechos posteriores". Revista Técnica. Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España, nº. 3, 1993, pp. 18-29.

<sup>9</sup> Cfr.

\* COOPERS & LYBRAND (1984): "Manual de Auditoría", op. cit., pp. 400-414.

\* MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO (1989): "Auditoría Empresarial". Op. cit., pp. 479-503.

una sola área de la auditoría podemos citar los siguientes ejemplos:

\* Sandra Brown<sup>10</sup> está desarrollando un sistema experto como ayuda para decidir qué miembros del Instituto de Contables Públicos están calificados para un permiso de insolvencias. El sistema ha sido desarrollado utilizando la concha de sistema experto **EXSYS**, combinado con un sistema de gestión de base de datos, el **dBASE III**.

\* Khandeker y Phalke<sup>11</sup> han desarrollado un sistema experto para ayudar al auditor en la evaluación de la calidad de una auditoría. En su construcción utilizaron la concha de sistema experto **VP Expert**.

Entre los sistemas expertos que se han centrado en varias áreas a la vez podemos citar:

\* El **ICE**<sup>12</sup> es un prototipo de sistema experto que ayuda a los auditores en el proceso de evaluación del control interno y la planificación de la auditoría en el

---

<sup>10</sup> Cfr.

\* BROWN, SANDRA: "Assessing professional expertise: DBMS v Expert System". The Accountant's Magazine, nº. 972, julio, 1987, pp. 45-48.

\* BROWN, SANDRA: "Assessing professional expertise - DBMS v. expert systems: a comparative study". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood Limited, Chichester, 1989.

<sup>11</sup> Cfr. KHANDEKER, J. G. y PHALKE, A. A.: "Evaluating Audit Quality with Expert Systems". Internal Auditor, vol. 48, nº. 5, octubre, 1991, pp. 14-16.

<sup>12</sup> Cfr.

\* KELLY, KIRK P.: "Expert Problem Solving for the Audit Planning Process", unpublished Ph.D. dissertation, University of Pittsburgh, 1984.

\* KELLY, KIRK P.: "A Knowledge-Based Theory of the Audit Planning Process", Working Paper, 1987.

\* KELLY, KIRK P.: "Modeling The Audit Planning Process". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol 1, nº. 1, septiembre-octubre, 1987, pp. 3, 7-9, 13.

Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:

\* O'LEARY, DANIEL E.: "The Use of Artificial Intelligence in Accounting". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987, pp. 88-89.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Review of Expert Systems in Auditing". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol 2, núms. 1 y 2, primavera-verano, 1989, p. 8.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Expert Systems in Auditing". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993, p. 216.

proceso de compras. Este sistema contiene también información sobre los clientes de una empresa de auditoría. El conocimiento está estructurado en tres niveles: (1) información sobre la industria, economía, gestión e historia de la auditoría; (2) información sobre el entorno del cliente, organización, manuales de planificación y procedimientos contables, y (3) las funciones de control interno relativas al proceso de compras. Estos tres tipos de conocimientos están representados por medio de marcos (frames) en forma de red jerárquica dividida en tres niveles: el primer nivel se centra en la orientación, el segundo nivel hace referencia al entorno del cliente y el tercer se centra en las funciones de control interno. El sistema utiliza también reglas de producción para realizar los procesos de inferencia. Contiene también meta-reglas. El motor de inferencia permite las estrategias de encadenamiento hacia adelante y encadenamiento hacia atrás. El sistema fue programado en LISP.

El **AUDITOR'S ASSISTANT**<sup>13</sup> es un prototipo teórico de sistema experto que ayuda a los auditores en las decisiones de auditoría, dentro de las fases de planificación de la auditoría y obtención de la evidencia. El sistema permite al auditor crear una red de variables y evidencias que sirven para decir sobre qué procedimiento o pruebas de auditoría debe llevar a cabo y sobre cuándo se ha obtenido la evidencia suficiente para emitir una opinión. El sistema intenta recoger todos los problemas de incertidumbre que existen en este tipo de decisiones, utilizando como fundamento teórico la **Teoría de la Evidencia de Shafer** (ver epígrafe § I-5.3).

---

<sup>13</sup> Cfr. SHAFER, GLENN, SHENOY, PRAKASH P. y SRIVASTAVA, RAJENDRA P.: "AUDITOR'S ASSISTANT: A Knowledge Engineering Tool For Audit Decision. Incluido en SRIVASTAVA, RAJENDRA P. y REBELE, JAMES E. [Eds.]: "Auditing Symposium IX. Proceedings of the 1988 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems. 19-20 May 1988". Division of Accounting, School Business, University of Kansas, Lawrence, Kansas, 1988.

Un comentario crítico del sistema puede verse en SULLIVAN, JOHN B.: "Discussant's Response to "AUDITOR'S ASSISTANT: A Knowledge Engineering Tool For Audit Decision". Incluido en SRIVASTAVA, RAJENDRA P. y REBELE, JAMES E. [Eds.]: "Auditing Symposium IX. Proceedings of the 1988 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems. 19-20 May 1988". Division of Accounting, School Business, University of Kansas, Lawrence, Kansas, 1988.

\* **BDO COMPASS**,<sup>14</sup> de BDD Binder, es un SE que evalúa los riesgos como base para la aproximación a la auditoría. El sistema posee un **módulo generador de programas de auditoría** que produce unos programas de auditoría detallados y genera estimaciones de tiempo, como base para los presupuestos de asignación detallados. El sistema produce las pruebas de conformidad y sustantivas a realizar, e indica las técnicas de muestreo a utilizar y el tamaño de las muestras. También calcula los tiempos necesarios para cada prueba.<sup>15</sup>

Entre las investigaciones de sistemas expertos que contemplen todas las fases del proceso de auditoría podemos citar los siguientes ejemplos:

\* Mockler<sup>16</sup> describe un marco teórico de prototipo de sistema experto que ayuda a los auditores en el proceso global de la auditoría. La idea del proyecto abarca todas las fases del proceso de auditoría (i.e., materialidad, riesgo, control interno, planificación de la auditoría, ...) y todas las áreas de la contabilidad (i.e., tesorería, plantas y equipos, inversiones financieras, compras, ingresos, ...). Sin embargo, el prototipo descrito por el auditor está limitado a dos pequeños segmentos del sistema completo: (1) la auditoría de las cuentas de arrendamiento y (2) la auditoría de las cuentas de inventario. El sistema permite que los auditores puedan formarse y elegir el tipo de opinión que debe figurar en el informe de auditoría, de acuerdo con los principios de contabilidad generalmente aceptados y las normas de auditoría generalmente aceptadas en los EE.UU. El conocimiento está representado por reglas

---

<sup>14</sup> Cfr. van DIJK, J. C. y WILLIAMS, P. A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 94 y 175.

<sup>15</sup> Ibid., p. 109.

<sup>16</sup> Cfr. MOCKLER, ROBERT J.: "Knowledge-Based Systems for Management Decisions". Prentice-Hall Intern, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989, pp. 233-252.

de producción del tipo Si-Entonces, y utiliza la estrategia de razonamiento de encadenamiento hacia atrás. En su implementación se utilizó la concha M-1.

\* Deloitte, Haskins & Sells están desarrollando el sistema experto **AUDITPLUS**, que incluirá todas las partes del proceso de auditoría, desde el principio hasta el final, capaz de seguir los procesos de pensamientos naturales de los auditores.<sup>17</sup>

\* Coopers & Lybrand están desarrollando el sistema experto **AShell** <sup>18</sup>. Este sistema cubre todo el proceso de auditoría, incluyendo la planificación, ejecución y producción automática de papeles de trabajo e informes de auditoría.

La integración de todas las fases del proceso de auditoría también se puede hacer por medio de distintos sistemas expertos relacionados entre sí en forma de red. En este sentido el ejemplo más significativo es el propuesto por Jacob y Bailey.<sup>19</sup> Estos autores han diseñado un marco teórico de sistema experto que apoya todos los aspectos de la auditoría de forma integrada. El modelo propuesto no se trata de un único sistema experto que trate todos los aspectos de la auditoría de forma global, sino de un conjunto de sistemas expertos, integrados jerárquicamente en forma de red. Para cada nudo de la red existe un sistema experto que se centra en un dominio muy específico del

---

<sup>17</sup> Cfr. GARSOMBKE, H. PERRIM y PARKER, LARRY M.: "Decision Support Systems and Expert Systems: Auditing in the Information Age". Journal of Accounting and EDP, invierno, 1987, pp. 23-24.

<sup>18</sup> Cfr.

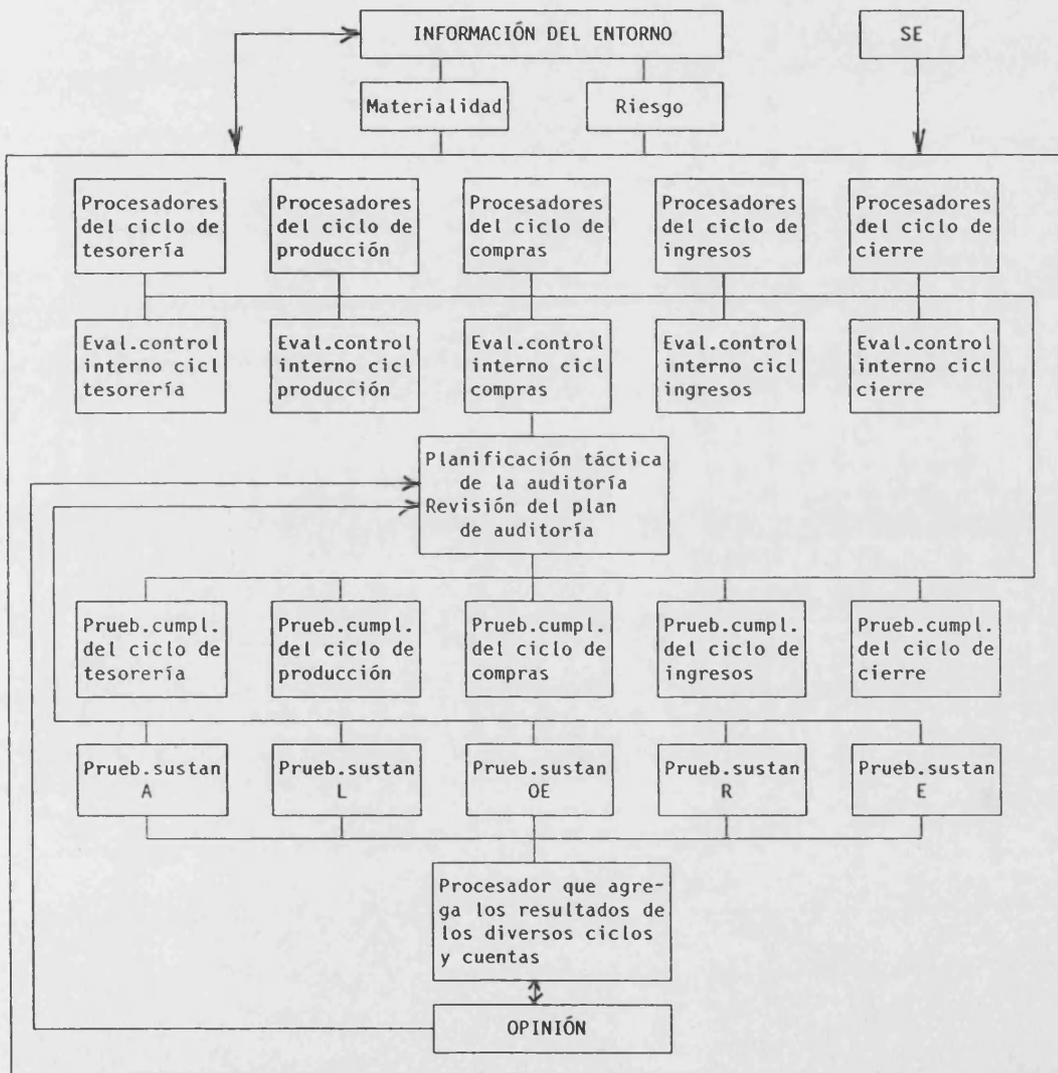
\* BROWN, CAROL E. y PHILLIPS, MARY ELLEN: "Expert Systems for Management Accountants". Management Accounting, enero, 1990, p. 22.

\* BROWN, CAROL E.: "Expert Systems in Public Accounting: Current Practice and Future Directions", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, p. 9.

<sup>19</sup> Cfr. JACOB, VARGUESE S. y BAILEY, ANDREW D. Jr.: "A decision process approach to expert systems in auditing". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989, pp. 162-165.

proceso de auditoría. Los resultados parciales de los distintos sistemas expertos se tratan a final del proceso por otro sistema experto, que agrega los resultados parciales de los distintos sistemas expertos y elige la opinión que debe figurar en el informe de auditoría. (Ver Figura 1).

Figura 1. Red de sistemas expertos de auditoría



Fuente: JACOB, VARGUESE S. y BAILEY, ANDREW D. Jr.: "A decision process approach to expert systems in auditing". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989, p. 164.

Nota: Las figuras geométricas han sido adaptadas.

## **CAPITULO 9. SISTEMAS EXPERTOS EN AUDITORÍA INTERNA.**

### **9.1. Características generales de la auditoría interna.**

Después de la auditoría externa, la segunda gran área de investigación sobre la aplicación de los sistemas expertos en auditoría es la dedicada a la auditoría interna. Aunque las investigaciones publicadas sobre auditoría interna no son tan numerosas como las referentes a la auditoría externa, sin embargo, son también muy importantes<sup>1</sup> y se espera un rápido desarrollo de las mismas. La confianza en este tipo de crecimiento viene avalada por una encuesta realizada entre los auditores internos miembros del IIA por Daniel O'Leary y Paul Watkins, dentro del Programa de Tecnologías Avanzadas en Sistemas de Información en la Universidad de Southern California. En dicha encuesta se pone de manifiesto que de las 918 empresas encuestadas, aproximadamente una tercera parte están utilizando aplicaciones de sistemas expertos.<sup>2</sup>

En este capítulo, vamos a analizar los sistemas expertos relacionados con la auditoría interna. Al igual que en capítulos anteriores, por razones obvias de extensión no vamos a entrar a analizar con profundidad el tema de la

---

<sup>1</sup> En el campo de la auditoría interna, pueden verse, por ejemplo, los siguientes trabajos:

\* BROWN, CAROL E. y PHILLIPS, MARY ELLEN: "Expert Systems for Internal Auditing". *Internal Auditor*, vol. 48, Nº 4, agosto, 1991, pp. 23-28.

\* CUMMINGS, WILLIAM, LAUER, JOACHIM y BAKER, RICHARD: "Expert Systems in Internal Auditing". *Internal Auditing*, verano, 1988, pp. 49-64.

\* FLESHER, DALE L. y MARTIN, CINDY: "Artificial Intelligence". *Internal Auditor*, febrero, 1987, pp. 32-6.

\* MOELLER, ROBERT R.: "Artificial Intelligence: A Primer. (IIA Monograph Series)". The Institute of Internal Auditors, Research Foundation, Altamonte Springs, Florida, 1987.

\* van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A.: "Expert Systems in Auditing". Macmillan Publishers, Globe Book Services, London, 1990. Apéndice A, "Fases del proceso de auditoría". Capítulo 17, pp. 145-147.

<sup>2</sup> Cfr. BROWN, C. E. y PHILLIPS, M. E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 23-24.

auditoría interna,<sup>3</sup> simplemente nos limitaremos a exponer, en primer lugar, unas ideas generales sobre la misma y, a continuación, estudiaremos las principales aplicaciones desarrolladas en este dominio.

Aunque el origen de la auditoría externa como práctica profesional reconocida se remonta a más de un siglo; sin embargo, el nacimiento y desarrollo de la auditoría interna es bastante reciente. La práctica de la auditoría interna surgió alrededor de los años 40, como consecuencia del aumento de la importancia de la revisión del control interno en la auditoría. En el año 1941 se produce un hito muy importante para la auditoría interna: la creación del **Instituto de Auditores Internos (Institute of Internal Auditors) (IIA)** en los EE.UU. de América. El IIA es un organismo profesional, de ámbito internacional, que se dedica a la promoción y desarrollo de la auditoría interna en todo el mundo. Su sede central se encuentra en Altamonte, Springs, Florida, EE.UU. El IIA tiene como objetivos principales: (1) el desarrollo de la auditoría interna, (2) la publicación de

---

<sup>3</sup> Una ampliación sobre los fundamentos y características generales de la auditoría interna puede verse, por ejemplo, en:

\* ALMELA DIEZ, BIENVENIDA: "Control y auditoría internos de la empresa". Consejo General de Colegios de Economistas. Madrid. 1988.

\* ALMELA DIEZ, BIENVENIDA: "La Auditoría contable". Incluido en SÁNCHEZ FERNÁNDEZ DE VALDERRAMA, JOSÉ LUIS: "Introducción a los conceptos de contabilidad superior". Ariel Economía. Barcelona, 1990, pp. 254-256.

\* BACON, C. H. A.: "Manual de Auditoría Interna". UTEHA, México, 1973.

\* CASALS CREUS, RAMON, GASSO VILAFRANCA, JOSÉ M. y SORIA SENDRA, CARLOS: "Fundamentos de auditoría". Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid. 1992. Capítulo 25, pp. 485-491.

\* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M.: "Auditoría". Interamericana. México. 1987. Capítulo 12, pp. 396-426.

\* COOPERS & LYBRAND: "Manual de Auditoría". Ediciones Deusto. Bilbao, 1984.

\* CUADRADO EBREIRO, M<sup>a</sup>. AMPARO: "Algunos aspectos acerca de la auditoría interna". Técnica Contable, tomo XXXIII, 1981, pp. 241-248.

\* FAUS I BUCH, FERRAN: "La auditoría interna". Alta Dirección, nº. 101, enero-febrero, 1982, pp. 89-95.

\* HEVIA, EDUARDO: "Manual de auditoría interna. Enfoque operativo y de gestión". Centrum. Barcelona, 1989.

\* MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO: "Auditoría Empresarial". 2ª edición. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. 1989, pp. 196-237.

\* PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL: "Manual de Auditoría y Cuentas Anuales". Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid, 1991, pp. 53-55.

\* REEVE, JOHN T.: "Auditoría interna". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 8, pp. 165-198.

normas y procedimientos de auditoría interna, (3) la publicación de normas sobre ética profesional para los auditores internos y (4) la publicación de normas sobre capacitación y formación permanente de los auditores internos. El IIA, al igual que ha ocurrido con el AICPA en auditoría externa, ha contribuido de una manera muy notable al desarrollo de la auditoría interna y ha tenido, y sigue teniendo, una gran influencia en la mayoría de los organismos emisores de normas y pronunciamientos de auditoría interna en todo el mundo.

En España existen dos institutos de auditores internos, el **Instituto de Auditores Internos de España** y el **Instituto de Auditores Internos de Cataluña**, ambos afiliados al IIA. Los dos institutos realizan en nuestro país tareas similares a las del instituto americano.

La auditoría interna es la actividad realizada de una forma continua, completa e independiente en una entidad, por el personal de la misma entidad, consistente en: (1) comprobar la razonabilidad de las operaciones contables, administrativas y financieras, y (2) verificar y evaluar el sistema de control interno de la entidad, con el fin de garantizar que los activos de la empresa están debidamente protegidos, que la información contenida en los registros contables es fidedigna y que el funcionamiento de la empresa se desarrolla según las directrices marcadas por la dirección.

De acuerdo con el IIA, la auditoría interna puede ser definida como:

"... una función de apreciación independiente establecida dentro de la empresa con el fin de examinar y evaluar sus actividades, como un servicio para la propia empresa. El objeto de la auditoría interna es la de auxiliar a los miembros de la empresa en el efectivo desempeño de sus responsabilidades. Para alcanzar este fin, la auditoría interna rendirá análisis, apreciaciones,

recomendaciones, consejos e informes relacionados con las actividades revisadas".<sup>4</sup>

Aunque en la auditoría interna se realizan casi todas las funciones básicas que hemos indicado para la auditoría externa; sin embargo, en la auditoría interna se pone un mayor énfasis en la revisión y evaluación de sistema de control interno de la empresa.

Los objetivos de la auditoría interna son muy amplios y comprenden, entre otras, las siguientes funciones:<sup>5</sup>

- \* revisión y evaluación de la razonabilidad de la información contable y de otros datos producidos por la organización,
- \* discusión y comentario con la Dirección del resultado obtenido,
- \* revisión y evaluación del sistema de control interno de la organización,
- \* comprobación de que se están cumpliendo las políticas, planes, procedimientos, normas, ... emitidos por la Dirección,
- \* asegurarse de que los activos de la entidad están debidamente registrados y suficientemente protegidos,
- \* realizar averiguaciones especiales solicitadas por la Dirección,
- \* análisis crítico del sistema de control interno de la organización, indicando a la Dirección las áreas de

---

<sup>4</sup> INSTITUTE OF INTERNAL AUDITORS (IIA): "Standards for the Professional Practice of Internal Auditing". The Institute of Internal Auditors, Altamonte, Springs, Florida, 1978, p. 1. Citado por PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL: "Manual de Auditoría y Cuentas Anuales". Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid, 1991, p. 53.

Véase también MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "Normas de Auditoría". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988, p. 40.

<sup>5</sup> Cfr., por ejemplo:

- \* ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA (1988): "Control y ...", op. cit., pp. 159-160 y p. 167.
- \* ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA (1990): "La Auditoría ...", op. cit., p. 254.
- \* CUADRADO EBRERO, M<sup>a</sup>. AMPARO (1981): "Algunos aspectos ...", op. cit., pp. 244-245.
- \* PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL (1991): "Manual de ...", op. cit., p. 54.
- \* REEVE, JOHN T. (1988): "Auditoría interna", op. cit., pp. 168-169.

gestión que son poco eficientes, proporcionando, también, sugerencias y recomendaciones para el perfeccionamiento del sistema,

- \* opinar sobre el diseño y documentación de los sistemas de información contable;
- \* filtración y verificación de las transacciones con el fin de detectar fraudes y errores,
- \* investigar y preparar informes sobre irregularidades,
- \* colaborar con los auditores externos en el desarrollo de la auditoría externa.<sup>6</sup>

Un aspecto muy importante a destacar, en el contexto de la auditoría interna, es el relativo a ciertas características propias de los auditores internos. En este sentido son de destacar las siguientes características:

- \* **Vinculación de los auditores internos.** Los auditores internos son empleados de la empresa, pero que realizan una función de *staff* dependiente de la alta dirección de la empresa, con el fin de conseguir que sean independientes.
- \* **Independencia del auditor.** El auditor, aunque forma parte de la plantilla de la empresa, no debe tener limitaciones que le impidan poder realizar su trabajo; por lo tanto, debe tener acceso a cualquier departamento e información de la empresa.
- \* **Calidad profesional de los auditores internos.** Los

---

<sup>6</sup> Sobre los aspectos relacionados con en el papel de la función de auditoría interna en una auditoría externa y el papel que deben desempeñar ambos auditores, véase por ejemplo:

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards Nº. 65: The Auditor's Consideration of the Internal Audit Function in an Audit of Financial Statements". American Institute of Certified Public Accountants. New York, abril, 1991.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Codification of Statements on Auditing Standards, Numbers 1 to 69". Section AU 322. American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1992, pp. 105-112.

\* INSTITUTE OF INTERNAL AUDITORS (IIA): "Statement on Internal Auditing Standards (SIAS) Nº. 5: Internal auditors' relationship with independent outside auditors". The Institute of Internal Auditors, Altamonte, Springs, Florida, 1978.

auditores internos deben tener una buena formación económico-contable, conocer perfectamente el funcionamiento de la empresa, estar familiarizados con las políticas, planes, normas y procedimientos de la organización.

Además de estas características peculiares de los auditores internos existen, también, otras diferencias importantes entre la auditoría interna y la auditoría externa. Las **diferencias** más importantes que existen entre ambos tipos de auditoría pueden verse resumidas en el siguiente cuadro:<sup>7</sup>

Diferencias entre la auditoría externa y la auditoría interna

Elemento	Auditoría externa	Auditoría interna
Sujeto	Profesional independiente	Empleado de la empresa
Grado de independencia	Total	Limitada
Responsabilidad	Económica, corporativa, civil y penal	Laboral
Objetivo	Examen de los estados financieros	Examen de la gestión de la empresa
Propósito	Opinar sobre los estados financieros	Promover mejoras en la gestión
Informe emitido	Informe para los accionistas con su opinión sobre los estados financieros	Informe con sugerencias y recomendaciones para la gerencia
Usuarios del informe	Empresa y público en general	Empresa
Número de áreas examinadas en un período	Mayor	Menor
Intensidad del trabajo sobre cada área	Menor	Mayor
Continuidad del trabajo	Periódico	Continuo

En cuanto a la normativa que regula la auditoría interna, hemos de indicar que existe una notable influencia del **IIA** en la mayoría de las organizaciones emisoras de

<sup>7</sup> El siguiente cuadro se ha adaptado de:

\* PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL (1991): "Manual de ...", op. cit., p. 55.

\* CASALS CREUS, RAMÓN et al. (1992): "Fundamentos de ...", op. cit., p. 490.

normas de auditoría interna. La primera declaración importante emitida por el IIA sobre auditoría interna fue la "Declaración sobre las responsabilidades del auditor interno",<sup>8</sup> en 1947. Esta declaración posteriormente ha sufrido varias modificaciones. Otras declaraciones importantes emitidas por el IIA son el Código de Ética,<sup>9</sup> que regula los aspectos sobre deontología profesional de los auditores internos, y las "Normas para la práctica profesional de la auditoría interna".<sup>10</sup> Además de estas declaraciones, el IIA ha emitido muchas más declaraciones sobre auditoría interna.<sup>11</sup>

En cuanto al proceso de auditoría interna, hemos de indicar que, en líneas generales, es muy similar al realizado para la auditoría externa (ver epígrafe § II-2.2.4), aunque poniendo un mayor énfasis en los aspectos relacionados con la revisión y evaluación del sistema de control interno de las organizaciones (ver epígrafe § 4.1). Ahora bien, dentro de las fases del proceso de auditoría, para poder llevar a cabo una correcta verificación y evaluación del sistema de control interno, es necesario realizar una buena planificación del trabajo de auditoría interna, en la que se establezca el alcance y la frecuencia de los trabajos de auditoría que se deban de realizar a lo largo del año para cumplir los objetivos fijados con la auditoría interna (ver epígrafe § II-5.1).<sup>12</sup>

---

<sup>8</sup> INSTITUTE OF INTERNAL AUDITORS (IIA): "Statement of Responsibilities of Internal Auditors". New York, The Institute of Internal Auditors, 1947.

<sup>9</sup> INSTITUTE OF INTERNAL AUDITORS (IIA): "Code of Ethics". The Institute of Internal Auditors, 1968.

<sup>10</sup> INSTITUTE OF INTERNAL AUDITORS (IIA): "Standards for the Professional Practice of Internal Auditing". The Institute of Internal Auditors, 1978.

<sup>11</sup> Cfr. INSTITUTE OF INTERNAL AUDITORS (IIA): "Professional Internal Auditing Standards Volume". The Institute of Internal Auditors, Altamonte, Springs, Florida, 1985.

<sup>12</sup> Una ampliación sobre los elementos de la planificación y desarrollo de una auditoría interna puede verse, por ejemplo, en ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA (1988): "Control y ...", op. cit., capítulo 10, pp. 183-191.

Al igual que ocurre en auditoría externa, el proceso de auditoría interna culmina con la emisión de un **informe de auditoría interna**, en el que el auditor interno comunica a los directores de la empresa las conclusiones de su trabajo. El **informe de auditoría interna** es distinto del informe de auditoría externa, pues el segundo se centra básicamente en la emisión de una opinión sobre la razonabilidad de los estados financieros de la entidad, mientras que el primero se centra principalmente en la evaluación de los sistemas de control interno de la entidad y en la emisión de sugerencias y recomendaciones para su mejora.<sup>13</sup>

El **informe de auditoría interna** debe contener información sobre los siguientes aspectos:<sup>14</sup>

- \* Destinatario. Normalmente la gerencia.
- \* Definición del alcance del trabajo realizado, con indicación de cualquier limitación.
- \* Conclusión general, indicando, también, aquellos temas que requieran una atención inmediata.
- \* Relación de excepciones.
- \* Recomendaciones.
- \* Otros comentarios que puedan ser de interés para la gerencia.

Una vez expuestas las características básicas de la auditoría interna, a continuación, vamos a comentar algunas de las principales aplicaciones de sistemas expertos en este dominio.

---

<sup>13</sup> Una ampliación sobre el **informe de auditoría interna** puede verse, por ejemplo, en:  
\* ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA (1988): "Control y ...", op. cit., capítulo 10, pp. 191-193.  
\* REEVE, JOHN T. (1988): "Auditoría interna", op. cit., pp. 195-198.

<sup>14</sup> Cfr. CASALS CREUS, RAMÓN et al. (1992): "Fundamentos de auditoría", op. cit., pp. 490-491.

## 9.2. La aplicación de los sistemas expertos en auditoría interna.

Al igual que ocurría con auditoría externa, los sistemas expertos se pueden aplicar en todas las fases del proceso de auditoría interna.

Una característica muy importante de los departamentos de auditoría interna, que es necesario resaltar desde el punto de vista de la aplicabilidad de los sistemas expertos, es que son un campo ideal de formación de los controladores y jefes administrativos de la empresa. Pues en la mayoría de las grandes empresas, los controladores y jefes de administrativos han pasado previamente por el departamento de auditoría interna. Por lo tanto, dado que la pericia de los auditores se pierde al ser transferidos a otros departamentos, esta es una buena razón para capturar la pericia de los auditores internos en forma de sistema experto. Un sistema experto de este tipo serviría para mantener y transmitir la memoria institucional de la compañía.<sup>15</sup> Otra característica importante de los sistemas expertos en auditoría interna es que permiten a los auditores internos revisar el 100% de las transacciones de una determinada área de auditoría y no una pequeña muestra de los acontecimientos registrados.<sup>16</sup>

La mayor parte de las aplicaciones de sistemas expertos en auditoría interna han tenido menos publicidad y cuentan con menos información sobre los mismos que los sistemas expertos en auditoría externa. Esto se debe a que la mayoría de las aplicaciones han sido realizadas por institutos y empresas de auditoría privadas.

---

<sup>15</sup> Cfr. CUMMINGS et al. (1988): "Expert Systems ...", op. cit., p. 50.

<sup>16</sup> Cfr. BROWN, CAROL E. y PHILLIPS, MARY ELLEN (1991): "Expert Systems ...", op. cit., p. 23.

Entre las aplicaciones de sistemas expertos en el campo de la auditoría interna, las más conocidos son el sistema AUDIT MASTERPLAN y el sistema ASHELL, ambos de auditoría interna general, y el sistema QUESTOR, en auditoría interna bancaria. Sistemas que pasamos a analizar a continuación.

#### **AUDIT MASTERPLAN (AMP) <sup>17</sup>**

**Autor o autores e institución patrocinadora:** El sistema AUDIT MASTERPLAN (AMP) fue desarrollado por Boritz, en el Institute of Internal Auditors (IIA) de EE.UU. y fue comercializado por este mismo instituto.

**Subdominio (área funcional):** El AMP ayuda a los auditores internos en la planificación de la auditoría interna.

**Descripción funcional del sistema:** El AMP se centra en las áreas de las operaciones de alto riesgo. El sistema está compuesto por cinco módulos: (1) gestión de sistemas, (2) gestión del factor de riesgo, (3) gestión de la cartera de auditoría, (4) gestión de las habilidades de personal, y (5) planificación y programación a largo plazo. El sistema está dirigido por menús y es muy amistoso con el usuario.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** Está basado en PC y es compatible con Lotus 123.

---

<sup>17</sup> Cfr. BORITZ, J.: "Audit MASTERPLAN". Audit Planning Software publicado por el Institute of Internal Auditors, 1986.

Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Review of Expert Systems in Auditing". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol 2, núms. 1 y 2, primavera-verano, 1989, p. 13.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Expert Systems in Auditing". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993, p. 223.

\* van DIJK, J. C. y WILLIAMS, P. A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 146 y 176.

\* BROWN, C. E. y PHILLIPS, M. E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 24-25.

**Adquisición del conocimiento:** El conocimiento del sistema se basa en las Normas para la Práctica Profesional de la Auditoría Interna del IIA y en un estudio anterior realizado por Boritz.<sup>18</sup>

**ASHELL**<sup>19</sup>

**Autor o autores e institución patrocinadora:** Ha sido desarrollado por la División de Asesoría a la Dirección de Coopers & Lybrand.

**Subdominio (área funcional):** El ASHELL es un sistema experto de auditoría interna para instituciones financieras.

**Descripción funcional del sistema:** El sistema cubre todo el proceso de auditoría (i.e., planificación, ejecución y generación automática de papeles de trabajo e informes de auditoría).

El ASHELL contiene dos componentes principales: (1) el módulo de adquisición y gestión del conocimiento, que los auditores internos utilizan para añadir y mantener información en la base de conocimiento del sistema, y (2) el módulo de auditoría, que realiza las tareas propias de la auditoría interna.

El sistema permite visualizar de forma inmediata las diversas funciones de la auditoría y puede acceder directamente a los datos de las transacciones contenidos en el

---

<sup>18</sup> Cfr. BORITZ, J.: "Scheduling Internal Audit Activities". Auditing: A Journal of Theory and Practice, vol. 6, nº. 1, otoño, 1986, pp. 1-19.

<sup>19</sup> Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:  
\* BROWN, CAROL E. y PHILLIPS, MARY ELLEN: "Expert Systems for Management Accountants". Management Accounting, enero, 1990, p. 22.  
\* BROWN, CAROL E. y PHILLIPS, MARY ELLEN (1991): "Expert Systems ...", op. cit., p. 25.

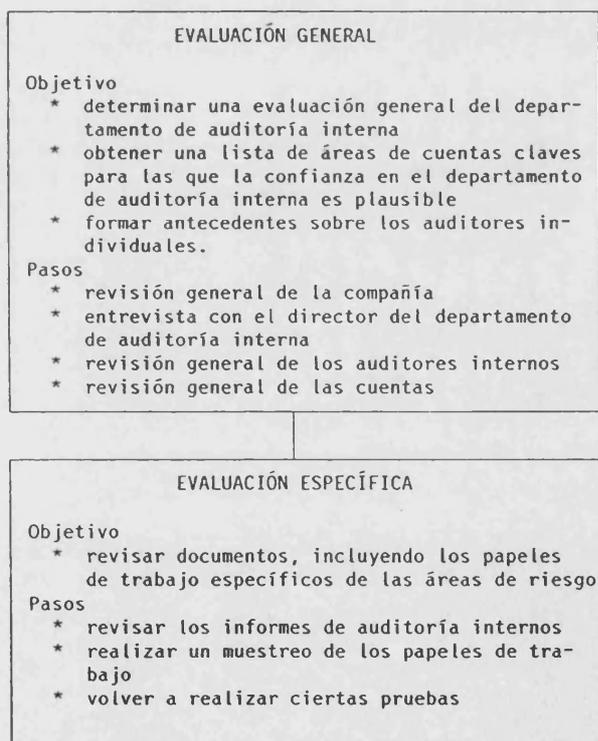
ordenador central. El sistema funciona por menús y resulta muy amistoso para el usuario.

## QUESTOR <sup>20</sup>

**Autor o autores e institución patrocinadora:** El sistema QUESTOR ha sido desarrollado por Arun Sen y Wanda Wallace A., ambos de la Universidad de Texas, en EE.UU.

**Subdominio (área funcional):** El QUESTOR ayuda en la evaluación de los departamentos de auditoría interna bancarios.

Figura 1. El proceso de evaluación general del departamento de auditoría internas



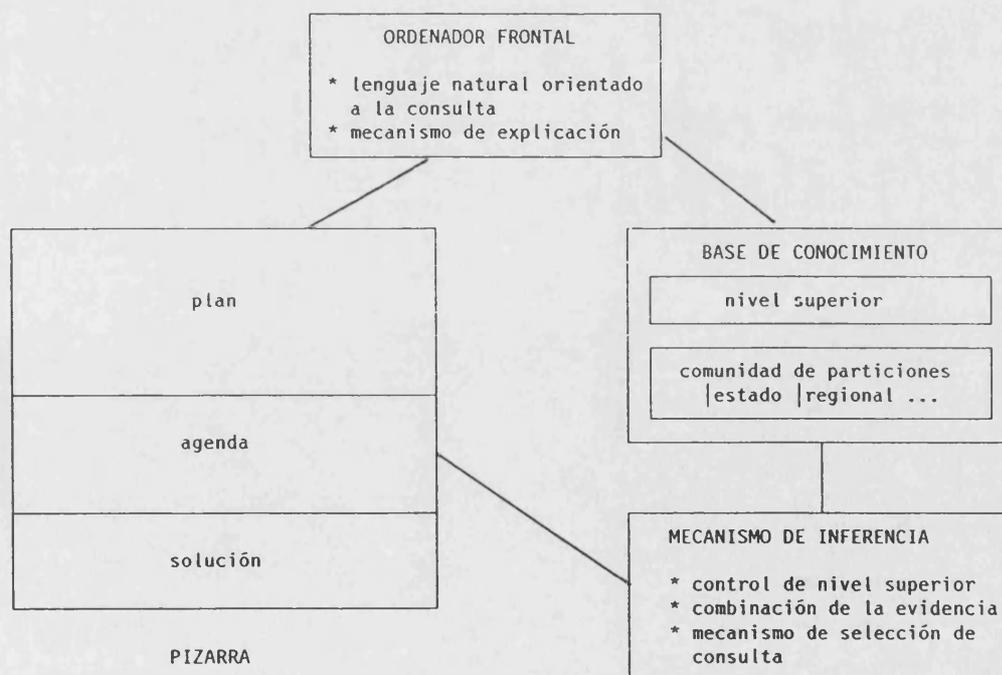
Fuente: SEN, ARUN y WALLACE, WANDA A.: "An Expert Systems Assistance to Internal Audit Department Evaluation", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, p. 54.

<sup>20</sup> Cfr. SEN, ARUN y WALLACE, WANDA A.: "An Expert Systems Assistance to Internal Audit Department Evaluation", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 51-66.

**Descripción funcional del sistema:** El sistema realiza el papel de un ayudante inteligente o de un asesor del consejo de administración de un banco. Para la evaluación del departamento de auditoría interna, el sistema realiza una evaluación general y una evaluación específica. El esquema del proceso de evaluación del departamento de auditoría interna se puede ver en la Figura 1.

La inferencia global del sistema descansa en cuatro componente principales: (1) el mecanismo de combinación de la evidencia; (2) el procedimiento para seleccionar las hipótesis clasificadas en nivel superior; (3) el mecanismo de selección de consultas que manda el diálogo entre el usuario y el sistema, basado en las hipótesis clasificadas en el nivel superior, y (4) un controlador de nivel superior para seleccionar las particiones dentro de la base de reglas. La arquitectura del sistema QUESTOR se muestra en la Figura 2.

Figura 2. La arquitectura del Sistema QUESTOR



Fuente: SEN, ARUN y WALLACE, WANDA A.: "An Expert Systems Assistance to Internal Audit Department Evaluation", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, p. 57

El sistema es interactivo y amistoso con el usuario. Utiliza un diálogo en lenguaje natural simple para interactuar con el usuario.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** En la construcción del sistema QUESTOR se utilizó la concha de sistema experto **EXSYS**. Funciona en un entorno de PCs, ya que este es el ordenador normal utilizado por los usuarios bancarios, entorno donde va a funcionar normalmente el sistema.

**Adquisición del conocimiento:** El conocimiento se ha obtenido de tres fuentes distintas: (1) la literatura existente sobre el tema, (2) un licenciado en contabilidad con experiencia en este tipo de auditorías y (3) un estudio de campo que recogía detalles reales de los departamentos de auditoría interna.

**Representación del conocimiento:** El conocimiento se representa utilizando reglas de producción del tipo "Si-Entonces". Se utilizan factores de certidumbre para recoger la información incompleta e incierta. El sistema contiene más de 400 reglas.

#### **OTRAS INVESTIGACIONES DE INTERÉS**

Dentro del dominio de la auditoría interna, también existen sistemas expertos que se han centrado en un área específica de la auditoría interna (e.g., verificación de los archivos de nómina, detección de fraudes y errores ...).

En el campo de la verificación de los archivos de nómina el ejemplo más significativo es el sistema **PAYPER**

(Payroll - Personell).<sup>21</sup> El PAYPER es un prototipo de sistema experto que ayuda a los auditores internos a revisar los archivos de nómina y personal. El sistema fue construido utilizando la concha de sistema experto **EXSYS**.

En el campo de la filtración y verificación de las transacciones de alto riesgo, con el fin de detección y prevención del fraude y errores, las aplicaciones de sistemas expertos más importantes son:

\* **DISCOVERY** <sup>22</sup> Es un sistema experto que detecta el uso no autorizado de los sistemas de TRW,<sup>23</sup> sin interferir en el uso normal del cliente. El sistema controla 400.000 consultas diarias desde 120.000 localizaciones diferentes.

\* **Debit Card Fraud** <sup>24</sup> Es un sistema experto, desarrollado por Security Pacific Bank, para prevenir e impedir el uso fraudulento de las tarjetas de crédito en los cajeros automáticos y puntos de venta.

---

<sup>21</sup> Cfr. O'LEARY, DANIEL E. y TAN, M.: "A Knowledge-Based System for Auditing Payroll - Personnel Files". Artículo no publicado, University of Southern California, febrero, 1987.

Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1989): "Review of ...". op. cit., p. 13-14.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1993): "Expert Systems ...", op. cit., p. 224.

<sup>22</sup> Cfr.

\* TENER, WILLIAM T.: "Expert Systems for Computer Security". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 2, marzo, 1988, pp. 3-5.

\* TENER, WILLIAM T.: "Expert Systems for Computer Security". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993. Capítulo 13, pp. 267-272.

Un resumen del sistema puede verse en:

\* BROWN, C. E. y PHILLIPS, M. E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., p. 26.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1989): "Review of ...", op. cit., p. 15.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1993): "Expert Systems ...", op. cit., p. 225.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Issues in Expert Systems for Security". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

<sup>23</sup> TRW es una sociedad que proporciona información de crédito sobre las personas para instituciones de concesión de créditos.

<sup>24</sup> Cfr. LECOT, KOENRAAD: "Using Expert Systems in Banking: The Case of Fraud Detection and Prevention". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol 1, nº. 3, junio, 1988, pp. 17-20.

Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:

\* BROWN, C. E. y PHILLIPS, M. E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 26-27.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1989): "Review of ...", op. cit., p. 15.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1993): "Expert Systems ...", op. cit., p. 225.

## **CAPITULO 10. SISTEMAS EXPERTOS EN AUDITORÍA INFORMÁTICA Y OTRAS ÁREAS RELACIONADAS CON EL PROCESO ELECTRÓNICO DE DATOS.**

El tercer gran subcampo de la auditoría en el que se han venido desarrollando sistemas expertos es el relacionado con la auditoría del proceso electrónico de datos o auditoría informática.<sup>1</sup> Además de la auditoría informática, en este capítulo trataremos también de los sistemas expertos relacionados con áreas del proceso electrónico de datos diferentes a la auditoría, pues los contables y auditores también realizan tareas de **asesoramiento** para sus clientes sobre temas relacionados con el **proceso electrónico de datos**. Estas dos áreas, gracias a los grandes avances en la informática y la tecnología de la información, son un campo potencial muy interesante para los contables y auditores, que han visto ampliado considerablemente su campo de actuación.

---

<sup>1</sup> Una ampliación sobre el tema de los sistemas expertos en auditoría informática pueden verse, por ejemplo, en:

\* CHU, GRACE T.: "Expert Systems in Computer Based Auditing". The EDP Auditor Journal, vol. 1, 1989, p. 30.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "Expert Systems for Decision Support in EDP Auditing". International Journal of Computer and Information Sciences, vol. 11, nº. 5, 1982, pp. 357-379.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A knowledge-based expert system for auditing advanced computer systems". European Journal of Operational Research, Septiembre, 1986, pp. 371-379.

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984, pp. 189-196.

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Auditing: The State of the Art". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 7, nº. 1, otoño, 1987, p. 98.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Review of Expert Systems in Auditing". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol 2, núms. 1 y 2, primavera-verano, 1989, pp. 5-7.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Expert Systems in Auditing". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993, pp. 213-215.

\* TENER, WILLIAM T.: "Expert Systems for Computer Security". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 2, marzo, 1988, pp. 3-5.

\* TENER, WILLIAM T.: "Expert Systems for Computer Security". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993, pp. 267-272.

### 10.1. Características generales de la auditoría informática.

La incorporación del ordenador, a partir de la década de los años 60, en las tareas administrativas y contables supuso un importante cambio en el tratamiento y almacenamiento de la información contable, así como en la propia organización administrativa de las empresas. Aunque en un principio los auditores ignoraron estos cambios, pues siguieron realizando las auditorías de la misma forma que lo hacían para entornos no informatizados; sin embargo, a medida que la informática fue evolucionando e introduciéndose cada vez más en las empresas, fue necesario cambiar el enfoque de la auditoría. Desde entonces, el concepto de la auditoría en entornos de proceso electrónico de datos ha cambiado mucho.

Como se sabe, la tecnología informática ha evolucionado mucho y todavía seguirá evolucionando más en el futuro. Hoy en día, la mayoría de las auditorías se desarrollan en entornos muy complejos, donde los sistemas de información contable están informatizados y donde prácticamente toda la información contable se encuentra en soportes magnéticos y no en papeles. Se ha pasado de grandes sistemas centralizados, que más o menos eran fáciles de controlar, a sistemas distribuidos y a sistemas repartidos, conectados entre sí por medio de las redes locales y de las telecomunicaciones. Además, los ordenadores personales y la **tecnología de la información** han ejercido una influencia muy considerable sobre el entorno de la auditoría. En la actualidad las auditorías se realizan en entornos administrativos altamente automatizados y sofisticados (e.g., bases de datos, hojas de cálculo, procesos de texto, gráficos, correo electrónico, archivo electrónico, intercambio electrónico de datos, comunicaciones, redes locales, etc.). También, cada día más, van teniendo mucha importancia las cuestiones legales rela-

cionadas con el tratamiento y transmisión de la información. Para regular estos aspectos todos los estados están publicando leyes que pretenden reducir los abusos y los fraudes ocasionados por el tratamiento electrónico de la información (e.g., las leyes de EE.UU.: Privacy Act de 1974, Computer Fraud and Abuse Act de 1986, Electronic Communications Privacy Act de 1986;<sup>2</sup> o las leyes de Gran Bretaña: Data Protection Act de 1984 y Financial Service Act de 1986<sup>3</sup>). Todos estos cambios han influido mucho en el trabajo de la auditoría y en el papel de los auditores.<sup>4</sup> Por lo tanto, los contables y auditores tienen que estar preparados para desenvolverse en este nuevo entorno y no delegar esta misión totalmente a los informáticos, como hicieron en otras épocas, pues las personas que mejor conocen los sistemas de información contable son los propios contables y auditores.<sup>5</sup>

Para actuar en este tipo de entornos ha surgido una

---

<sup>2</sup> Cfr. GALLEGOS, FREDERICK y BIEBER, DOUGLAS W.: "Emerging Technology and Information Systems Auditing". Journal of Accounting and EDP, verano, 1987, pp. 49-50.

<sup>3</sup> Cfr. INSTITUTE OF CHARTERED ACCOUNTANTS IN ENGLAND AND WALES (ICAEW): "Information Technology Statement No. 3.: Control and Management of Information". Accountancy, abril, 1987, p. 160.

<sup>4</sup> Sobre el impacto de la Tecnología de la Información en el entorno de la auditoría véase por ejemplo:

\* BALDWIN, TREVOR y WILLIAMS, BERNARD: "IT and the Auditor: the Next 10 Years". Accountancy, octubre, 1990, pp. 128-129.

\* DAVIS, KEAGLE W.: "The Information Systems Auditor of the 1980s". Management Accounting [EE.UU.], marzo, 1981, pp. 40-47.

\* DAVIS, GORDON B. y WEBER, RON: "The Audit and Changing Information Systems". The Internal Auditor, agosto, 1983, pp. 34-38.

\* FORD, JOHN C.: "The Impact of Information Technology on Management through the 80s. Proceeding of the second NACCA Conference, September 1986". Juta & Co., Capte Town, 1987.

\* GALLEGOS, F. y BIEBER, D. W. (1987): "Emerging Technology ...", op. cit., pp. 47-56.

\* HOLSTRUM, GARY L.: "The Impact of Technological Events and Trends on Audit Evidence in the Year 2000: Phase I. Incluido en RAJENDRA P. SRIVASTAVA y N. ALLEN FORD [Eds.]: "Auditing Symposium VIII. Proceedings of the 1986 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems". School of Business, University of Kansas. Lawrence, Kansas, 1986, pp. 125-146.

\* HOLSTRUM, GARY L., MOCK, THEODORE J. y WEST, ROBERT N.: "Information Systems in the 1990s". Internal Auditor, febrero, 1990.

\* MENKUS, BELDEN: "Technology and Internal Auditing". Internal Auditor, junio, 1991, pp. 124-126.

\* NICOLAU CASELLAS, RAMÓN: "Los auditores y el ordenador". Alta Dirección, nº. 101, enero-febrero, 1982, pp. 25-48.

\* ROUSSEY, ROBERT S.: "The CPA in the information age: today and tomorrow". Journal of Accountancy, octubre, 1986, pp. 94-107.

<sup>5</sup> Cfr. SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "La tecnología de la información y el directivo de la empresa del futuro". Partida Doble, nº 29, diciembre, 1992, p. 15.

nueva rama de la auditoría, la auditoría del proceso electrónico de datos o auditoría informática, que trata sobre la revisión y evaluación de la información procesada por medios informáticos, así como de la seguridad y control de los propios sistemas informáticos.

Al igual que indicamos en los epígrafes anteriores, por razones obvias de extensión, no vamos a entrar en el análisis del amplio y complejo campo de la auditoría de proceso electrónico de datos o auditoría informática,<sup>6</sup> pues

---

<sup>6</sup> Una ampliación sobre la Auditoría Informática puede verse, por ejemplo, en:

- \* ALONSO RIVAS, GONZALO: "Auditoría informática". Ediciones Díaz de Santos, Madrid, 1988.
- \* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards No. 48: The Effects of Computer Processing on the Examination of Financial Statements". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Julio, 1984. [El contenido de esta norma ha sido integrado en diversas secciones del SAS Nº. 55 y del SAS Nº 66].
- \* ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K.: "Auditing. An Integrated Approach". Fourth edition. Prentice-Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey, 1988, capítulo 15, pp. 509-549.
- \* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M.: "Auditoría". Interamericana. México. 1987, capítulo 11, pp. 372-395.
- \* COOPERS & LYBRAND: "Manual de Auditoría". Ediciones Deusto. Bilbao, 1984, capítulo 10, pp. 134-161.
- \* CREI: "Papeles de Avila. Reunión de expertos sobre 'Auditoría Informática' celebrado en Avila (España) del 15 al 17 de Diciembre de 1986". Centro Regional del IBI para la Enseñanza de la Informática". Madrid, 1987.
- \* DAVIS, GORDON, R., ADAMS, DONALD L. y SCHALLER, CAROL A.: "Auditing & EDP". Second Edition. American Institute of Certified Public Accountants. New York, 1983.
- \* DE JUAN RIVAS y PÉREZ PASCUAL, AURORA: "La auditoría en el desarrollo de proyectos informáticos". Ediciones Díaz de Santos, Madrid, 1988.
- \* ENGLISH, WILLIAM L.: "Sistemas informatizados". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988, capítulo 20, pp. 459-495.
- \* FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE CONTADORES (IFAC): "15ª. Gufa Internacional sobre Censura de Cuentas. «La auditoría en el marco del procesamiento electrónico de datos (EDP-Electronic Data Processing)»". IFAC, enero, 1984. [Traducción al castellano de Vicente Bastante Jiménez, Revista Técnica del Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, nº 10, 1985, pp. 56-58].
- \* FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, FLORENCIO: "La auditoría en un entorno informatizado". Revista Técnica. Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España, nº. 3, 1993, pp. 12-17.
- \* FORD, JOHN C.: "Security and Control of Information Systems". Internal Auditing, invierno, 1988, pp. 29-35.
- \* GALLEGOS, PREDERICK, RICHARDSON, DANA R. y BORTHCIK, R. A. FAYE: "Audit and Control of Information Systems". South-Western Publishing Co. Cincinnati, Ohio, 1987.
- \* HARO PÉREZ, JOSÉ y SOLAS MUÑOZ, MANUEL: "Una aproximación a la auditoría operativa del centro de proceso de datos". Partida Doble, nº. 37, septiembre, 1993, pp. 30-37.
- \* HEUDE, RONALD: "L'audit des systèmes informatiques". La Revue du Financier, marzo-abril, 1980, pp. 22-30.
- \* LOEBBECKE, JAMES K., MULLARKEY, JOHN F. y ZUBER, GEORGER R.: "Auditing in a Computer Environment". Incluido en WILKINSON, JOSEPH W. y KNEER, DAN C.: "Information Systems for Accounting and Management: Concepts, Applications, and Technology". Prentice-Hall. Englewood Cliffs, 1987, pp. 264-272.
- \* MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO: "Auditoría Empresarial". 2ª edición. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. 1989, capítulo 29, pp. 505-527.
- \* MURPHY, MICHAEL A. y PARKER, XENIA LEY (Coopers & Lybrand): "Handbook of EDP Auditing. Second edition. 1990 Supplement". Warren, Gordham & Lamon, Boston, Massachusetts, 1990.
- \* SOLER AMARO, RAMÓN: "Manual de contabilidad y auditoría con ordenador". Ministerio de Hacienda, Madrid, 1979.
- \* THOMAS, A. J. y DOUGLAS, I. J.: "Auditoría informática". Paraninfo, Madrid, 1987.
- \* VALLABHANENI, S. RAO: "Auditing Computer Security. A Manual with Case Studies". John Wiley & Sons. New York, 1989.

esto sería materia de otro trabajo. Sin embargo, por su novedad, si es conveniente indicar, algunas de las características más importantes de este dominio.

El primer aspecto a considerar es el relativo a los distintos enfoques que pueden existir en una auditoría informática. La práctica de la auditoría en los entornos de proceso de datos electrónico ha dado lugar, en el tiempo, a cinco enfoques diferentes:<sup>7</sup> (1) la auditoría «alrededor del ordenador», (2) la auditoría «del ordenador», (3) la auditoría «a través del ordenador», (4) la auditoría «con el ordenador», y (5) la auditoría «operativa del proceso electrónico de datos». De estos enfoques, los más conocidos son la auditoría «alrededor del ordenador» y la auditoría «a través del ordenador», también denominados como aproximación de «caja negra» y de «caja traslúcida», respectivamente.<sup>8</sup>

El enfoque de auditoría «alrededor del ordenador» o de «caja negra» se limita únicamente a analizar las entradas y salidas del sistema, sin preocuparse para nada de lo que pasa en el interior del mismo. En este enfoque el proceso de auditoría es exactamente igual que el realizado en una auditoría de sistemas de proceso manual. Partiendo de unos datos de entrada, los auditores determinan los datos de salida del sistema y, si éstos son los esperados, se concluye que el sistema funciona correctamente. La aproxima-

---

\* WATNE, DONALD A. y TURNEY, PETER B. B.: "Auditing EDP Systems". Second Edition. Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, 1990.

\* WEBER, RON: "EDP Auditing. Conceptual Foundations and Practice". Second Edition. McGraw-Hill, Inc., New York, 1988.

<sup>7</sup> Cfr.

\* BUENO PALACIO, PILAR: "Relaciones entre el análisis del control interno y la auditoría, en el caso de sistemas de información automatizados". Revista Técnica del Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, nº 13, 1986, p. 29.

\* MADARIAGA GOROCICA, JOSÉ MARÍA: "La auditoría en la práctica. Con solución de 200 casos". Editorial Deusto. Bilbao, 1986, pp. 234-242.

\* REGISTRO DE ECONOMISTAS AUDITORES (REA): "Auditoría. Inventario de objetivos y procedimientos". Madrid, 1986, pp. 57-58.

<sup>8</sup> Cfr. MALLACH, EFREM G.: "Audit, Control, and Security Implications of Emerging Technologies". Edpacs. febrero, 1988, pp. 4-5.

ción de «auditoría a través del ordenador» o de «caja traslúcida», además de analizar las entradas y salidas del sistema, requiere, también, la inspección de las funciones internas del sistema, examinando el proceso y los archivos de datos, es decir, analizando cómo trabajan los diversos componentes del sistema.

En una primera etapa, al comienzo de la utilización del ordenador, se utilizó el enfoque de auditoría «alrededor del ordenador» o de «caja negra», en el que los auditores se limitaron solamente a auditar las entradas de información y las salidas de la información procesada por el sistema. Sin embargo, con el paso del tiempo, se vio que este enfoque era insuficiente y se pasó al enfoque de «auditoría a través del ordenador» o de «caja traslúcida» en el que, además de procesar las entradas y salidas del sistema, el auditor realiza una revisión y evaluación del propio proceso de datos, analizando lo que pasa en el interior del ordenador y velando por la seguridad y control del propio sistema informático. En el contexto actual de la auditoría, el enfoque que más se utiliza es el de la auditoría «a través del ordenador» o de «caja traslúcida», debido, principalmente, a que los sistemas informáticos actuales son muy complejos y a que tienen múltiples variables interactivas relacionadas entre sí, que hacen necesario analizar también el propio sistema de proceso para poder evaluar correctamente los sistemas de control.

El enfoque de auditoría «del ordenador» fue una evolución del enfoque de auditoría «alrededor del ordenador», y pretendía analizar el sistema de control interno del departamento de proceso de datos, utilizando los mismos criterios que se utilizaban para cualquier otro departamento de la empresa.

Los auditores también pueden utilizar el enfoque de «auditoría con el ordenador», que consiste en utilizar el ordenador y las herramientas que proporciona la tecnología de la información como instrumentos de ayuda para realizar el propio trabajo de auditoría en entornos de proceso electrónico de datos.

Por último, también se pueden aplicar los conceptos que proporciona la auditoría operativa al propio proceso electrónico de datos, con el fin de evaluar la eficacia y eficiencia del sistema informático. Este enfoque de auditoría se denomina «auditoría operativa del proceso de datos».

Desde nuestro punto de vista, y dada la complejidad de los sistemas de tratamiento de información actuales, la auditoría informática debe ser tratada en todas sus dimensiones (i.e., ordenador, programas, organización, ...) y, por lo tanto, debe incluir todos los enfoques anteriormente citados.

El segundo aspecto a considerar es el relativo a la formación requerida por los auditores informáticos. Para realizar una auditoría informática es necesario tener una preparación especial en este tipo de entornos. Para llevar a cabo este tipo de auditorías los auditores tienen que estar especialmente preparados, deben tener conocimientos adecuados sobre las siguientes materias: el ordenador electrónico, el proceso electrónico de datos, la ofimática, los sistemas de información, los sistemas de información contable informatizados, la inteligencia artificial y, sobre todo, la auditoría informática.<sup>9</sup> La auditoría informática

---

<sup>9</sup> Cfr.

\* SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Integración del ordenador y de la tecnología de la información en la enseñanza de la Contabilidad". Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, pp. 55-73. Aparece publicado también en la revista Partida-Doble, nº. 15, septiembre, 1991, pp. 64-71; y en la revista Técnica Contable, nº. 515, noviembre, 1991, pp. 625-634, 646.

\* SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "La tecnología de la información y el directivo de la empresa del

requiere profesionales que dominen dos materias distintas: (1) la materia económica y contable y (2) la informática. Esto se puede conseguir formando a los auditores en ambos ámbitos, o bien por medio de una adecuada colaboración entre profesionales de ambas disciplinas.

Lo mismo que en auditoría financiera, donde existen asociaciones profesionales que velan por el desarrollo de la auditoría financiera a nivel mundial y nacional, en auditoría informática también existen asociaciones de auditores informáticos que realizan el mismo cometido. A nivel internacional, la organización profesional de auditoría informática más prestigiosa es la **Electronic Data Processing Auditors Association (EDPAA)**. El **EDPAA** agrupa a más de diez mil asociados, en 32 países de todo el mundo, con ciento quince capítulos. En España también existe la **Organización de Auditoría Informática (OAI)**, que es el capítulo nº 112 de la **EDPAA**. La **OAI** surgió de un convenio de colaboración entre la **Asociación de Licenciados en Informática (ALI)** y el **Consejo General de Colegios de Economistas de España**. La finalidad principal de la **OAI** es promover y consolidar la actividad profesional del auditor informático en España. La **OAI** ha publicado ya un **Código de Ética Profesional para los Auditores Informáticos** y ha divulgado normas y publicaciones sobre auditoría informática. La **OAI** facilita también el acceso a los cursos preparatorios para el examen **CISA (Certified Information Systems Auditors)** de la **EDP Auditors Association** de EE.UU. El **CISA** es el certificado de auditor informático más prestigioso reconocido a nivel mundial.<sup>10</sup>

---

futuro". Partida Doble, nº 29, diciembre, 1992, pp. 6-21.

<sup>10</sup> Cfr.

\* RAMOS GONZÁLEZ, MIGUEL ÁNGEL: "La auditoría informática en España: situación actual y horizontes". Dirección y Progreso, nº. 101, septiembre-octubre, 1988, pp. 17-23.

\* CHIP: "OAI, difundir y consolidar la auditoría informática". Chip, nº. 97, suplemento, diciembre, 1989, p. 65.

El tercer aspecto a considerar es el relativo a los fundamentos de la auditoría informática. En este sentido hay que indicar que, en cuanto al objetivo y al método de la auditoría, no existen diferencias importantes con respecto a la auditoría realizada en entornos de sistemas de proceso realizado de forma manual, pues las normas de auditoría generalmente aceptadas, las fases del proceso y los conceptos básicos son prácticamente los mismos. Sin embargo, sí existen diferencias importantes en cuanto al análisis y evaluación de los sistemas de control y en cuanto a los métodos y procedimientos de obtención de la evidencia.

En una auditoría de proceso electrónico de datos, la fase más importante del proceso de auditoría es la relativa a la evaluación del sistema de control interno del proceso electrónico de datos. Al igual que en la auditoría de sistemas de proceso manual, en los sistemas de proceso electrónico de datos el objetivo principal del sistema de control interno consiste en: garantizar que la información está debidamente autorizada, está correctamente registrada y procesada, es completa y fiable, que los activos están debidamente protegidos, ... Sin embargo, existen diferencias importantes en cuanto a los métodos y procedimientos de auditoría utilizados.

En este sentido, la Guía Nº 15 de la Federación Internacional de Contadores (IFAC), indica:

"El objetivo global y el ámbito de una auditoría no cambia en el marco del EDP; sin embargo el uso de un ordenador modifica el procesamiento y almacenaje de la información financiera y puede afectar a la organización y a los procedimientos empleados por la entidad para conseguir un adecuado control interno. Por consiguiente, los procedimientos seguidos por el auditor en su estudio y evaluación del sistema de contabilidad, así como a los controles internos que se relacionan con el mismo, y la naturaleza, momentos y extensión de sus otros procedimientos de auditoría pueden verse

afectados en el marco del EDP".<sup>11</sup>

También es importante destacar que los sistemas de proceso electrónico de datos producen cambios importantes en las organizaciones. Estos cambios afectan principalmente a la separación de funciones. En un sistema de proceso de datos manual es necesario una adecuada separación de funciones entre las diversas personas que intervienen en el proceso, mientras que en un sistema de proceso electrónico de datos el número de personas suele ser más reducido, ya que muchas de las funciones se realizan simultáneas por el ordenador. Otro cambio importante es el relativo a la visibilidad de la información. En un sistema manual las información es mucho más visible y está perfectamente documentada, mientras que en un sistema de proceso electrónico de datos muchas operaciones quedan ocultas dentro del sistema y no aparecen documentadas en forma impresa fuera del mismo. También existe un mayor riesgo de errores, debido a que existe una menor participación del personal, a la posibilidad de acceso al sistema de personas no autorizadas, o a la pérdida de información almacenada en los registros informáticos. Todos estos aspectos afectan claramente sobre la forma de evaluación del sistema de control interno, que naturalmente deberá ser distinta de la evaluación de un sistema de control interno de procesamiento manual.<sup>12</sup>

**Un sistema de control interno en entornos de proceso electrónico de datos se basa en dos tipos de controles**

---

<sup>11</sup> FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE CONTADORES (IFAC): "15ª. Guía Internacional sobre Censura de Cuentas. «La auditoría en el marco del procesamiento electrónico de datos (EDP-Electronic Data Processing)»". Párrafo 3. IFAC, enero, 1984. [Traducción al castellano de Vicente Bastante Jiménez, Revista Técnica del Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, nº 10, 1985, p. 56].

Véase también:

\* MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO (1989): "Auditoría Empresarial", op. cit., p. 507.

<sup>12</sup> Cfr. ARENS, A. A. y LOEBBECKE, J. K. (1988): "Auditing. An ...". Op. cit., pp. 512-515.

básicos:<sup>13</sup> (1) los controles generales y (2) los controles de las aplicaciones. Los **controles generales** están relacionados con todas las partes del sistema de proceso electrónico de datos. Mientras que los **controles de las aplicaciones** se refieren a aplicaciones específicos dentro del sistema (e.g.: aplicación de las ventas, aplicación de inventarios, aplicación de nóminas, ...).

Figura 1. Categorías de controles generales y de aplicación

CATEGORÍA DE LOS CONTROLES	EJEMPLO DE LOS CONTROLES	
Controles generales	El plan de organización y de operación de la actividad de PED.	La separación de tareas entre el programador y los operadores del ordenador.
	Los procedimientos de documentación, revisión y aprobación de sistemas y programas.	Instrucciones ejecución del programa adecuadas para operar el ordenador.
	Controles del equipo ( <u>hardware</u> ).	El fallo de equipo causa un mensaje de error en el monitor.
	Controles sobre acceso al equipo, procesos, y los ficheros de datos.	La contraseña autorizada requerida por el terminal del ordenador para operar.
Controles de aplicación.	Entrada.	La autorización de preproceso de las transacciones de ventas.
	Preproceso.	La prueba de racionalidad para precio de venta de una unidad de una venta.
	Salida.	Revisión del postproceso de las transacciones de ventas por el departamento de ventas.

Fuente: ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K.: "Auditing. An Integrated Approach". Fourth edition. Prentice-Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey, 1988, p. 516.

<sup>13</sup> Cfr. ARENS, A. A. y LOEBBECKE, J. K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., pp. 515-523.

Véase también:

\* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M. (1987): "Auditoría", op. cit., pp. 373-380.

\* FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE CONTADORES (IFAC): "20ª. Guía Internacional sobre Censura de Cuentas: «The effects of an EDP Environment on the Study in Evaluation of the Accountant System and related internal control»". IFAC, junio, 1985.

Un resumen de esta Guía puede verse en:

\* MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO (1989): "Auditoría Empresarial". Op. cit., pp. 519-527.

\* SERRANO MORACHO, FRANCISCO: "El proceso de auditoría del sistema informático contable (S.I.C.)". Revista Técnica del Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, nº. 21, 1990, pp. 64-68.

\* WATNE, D. A. y TURNEY, P. B. B. (1990): "Auditing EDP ...", op. cit., pp. 143-392.

Los **controles generales** a su vez se pueden agrupar en cuatro categorías de controles: (1) controles sobre el plan de la organización y operación de la actividad del proceso electrónico de datos, (2) controles sobre los procedimientos de documentación, revisión y aprobación de sistemas y programas, (3) controles sobre el equipo (*hardware*) y (4) controles sobre el acceso al equipo, procesos y ficheros de datos. Los **controles de la aplicación** a su vez se pueden agrupar en tres categorías: (1) controles de entrada, (2) controles de proceso y (3) controles de salida. En la Figura 1 se pueden ver resumidas estos tipos de controles.

Otro aspecto muy interesante a tener en cuenta en una auditoría informática es el relativo a las **técnicas de auditoría** que se pueden utilizar para verificar el proceso electrónico de datos. Tal como indicamos anteriormente, los auditores también pueden utilizar el ordenador como ayuda para realizar el propio trabajo de auditoría en entornos de proceso electrónico de datos. Este enfoque constituye lo que se denomina «**auditoría con el ordenador**» y las técnicas que se utilizan para realizar la misma se denominan «**Técnicas de auditoría asistida por ordenador (TAAO) [Computer Assisted Auditing Techniques (CAAT)]**».<sup>14</sup> Las TAAO más importantes

---

<sup>14</sup> Una ampliación sobre las Técnicas de auditoría asistida por ordenador (TAAO) puede verse, por ejemplo, en:

- \* ARENS, A. A. y LOEBBECKE, J. K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., pp. 526-538.
- \* CASALS CREUS, RAMÓN, GASSO VILAFRANCA, JOSÉ M. y SORIA SENDRA, CARLOS: "Fundamentos de auditoría". Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid. 1992, capítulo 26, pp. 493-501.
- \* COLON, JOËL: "Comment améliorer l'efficacité des missions d'audit: présentation des outils informatiques". Revue Française de Comptabilité, nº. 146, mayo, 1984, pp. 184-189.
- \* COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M. (1987): "Auditoría", op. cit., pp. 381-384.
- \* COOPERS & LYBRAND (1984): "Manual de Auditoría", op. cit., pp. 153-158.
- \* DAVIS, GORDON, R., ADAMS, DONALD L. y SCHALLER, CAROL A.: "Auditing & EDP". Second Edition. American Institute of Certified Public Accountants. New York, 1983, pp. 201-275.
- \* FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE CONTADORES (IFAC): "16ª. Guía Internacional sobre Censura de Cuentas. «Técnica de auditoría con ayuda del ordenador»". IFAC, octubre, 1984. [Traducción al castellano de Vicente Bastante Jiménez. Revista Técnica del Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, nº 10, 1985, pp. 59-64].
- \* GALLEGOS, F. y BIEBER, D. W. (1987): "Emerging Technology ...", op. cit., pp. 50-53.
- \* GATES, ERIC J.: "El uso de software en la auditoría". Dirección y Progreso, nº. 101, septiembre-octubre, pp. 33-38.
- \* IGLESIAS LEZAMA, JOSÉ IGNACIO: "Técnicas para la auditoría de estados financieros obtenidos por ordenador". Revista Técnica del Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, nº 7, 1983, pp. 4-20.
- \* JACOBSON, SCOTT y WOLFE, CHRISTOPHER: "Auditing with your microcomputer". Journal of

son: (1) los datos de prueba, (2) los programas de ordenador de los auditores, (3) los programas generalizados de auditoría y (4) la auditoría apoyada por micro-ordenadores.

El enfoque de los **datos de prueba**<sup>15</sup> consiste en introducir ciertos datos, especialmente preparados por el auditor, en los programas del ordenador del cliente para probar si los programas y el sistema de control del cliente funcionan correctamente. Los datos de prueba pueden referirse tanto a transacciones válidas como a transacciones no válidas.

El enfoque de los **programas de ordenador del auditor**<sup>16</sup> consiste en comparar los resultados obtenidos por el cliente con los resultados obtenidos por el auditor al ejecutar su propio programa del auditor, manejando los datos contenidos en los registros del cliente.

El enfoque de los **programas generalizados de auditoría**<sup>17</sup> consiste en verificar la información contenida en los registros del cliente utilizando programas informáticos especiales, realizados por empresas informáticas o por las propias empresas de auditoría. Estos programas pueden ser utilizados en diferentes auditorías para realizar diversas operaciones (e.g., verificación de los cálculos y sumas efectuados por el cliente; examen de la calidad, integridad, consistencia y exactitud de los registros; comparación de los datos en archivos separados; comparación de los datos

---

Accountancy, febrero, 1990, pp. 70-80.

\* MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO (1989): "Auditoría Empresarial", op. cit., pp. 510-519.

\* NICOLAU CASELLAS, RAMÓN: "Los auditores y el ordenador". Alta Dirección, nº. 101, enero-febrero, 1982, pp. 43-45.

\* SOLER AMARO, RAMÓN (1979): "Manual de ...", op. cit., pp. 363-382.

<sup>15</sup> Cfr. ARENS, A. A. y LOEBBECKE, J. K. (1988): "Auditing. An ...", op. cit., pp. 526-527.

<sup>16</sup> Ibid., pp. 528-529.

<sup>17</sup> Ibid. pp. 529-533.

obtenidos a través de otros procedimientos de auditoría con los registros de la empresa; selección de las muestras de auditoría; impresión de cartas de confirmación; ...). Los programas generalizados de auditoría pueden ser de tres tipos: (1) paquetes de programas, (2) programas específicos y (3) programas de utilidades.

Por último, una variante del enfoque anterior es el enfoque de auditoría apoyada por micro-ordenadores,<sup>18</sup> conocido también como «Técnicas de auditoría asistida por Micro-ordenadores (Micro CATs)»,<sup>19</sup> que consiste en la utilización de micro-ordenadores, ordenadores personales y ordenadores portátiles para desempeñar diversas tareas de auditoría (e.g., realización de cálculos, preparación de balances de comprobación, preparación de programas de auditoría, preparación de papeles de trabajo, realización de procedimientos de revisión analítica, muestreo de auditoría, ...). Los programas de que más se utilizan en un enfoque de auditoría apoyada por miniordenadores son: (1) programas comerciales de uso general (e.g., hojas de cálculo, procesadores de textos, sistemas de gestión de bases de datos, ...); (2) las plantillas o modelos normalizados, que son modelos especialmente diseñados para una determinada operación que se presentan en la pantalla de una hoja de cálculo o de un procesador de textos, permitiendo al ordenador un tratamiento adecuado de sus datos y de sus resultados; (3) programas de uso especial, y (4) programas de adaptados al usuario. Ejemplos de estos tipos de programas son: ACL Plus, Applaud, Easytrieve, IDEA (del AICPA), Accountant's Trial Balance (del AICPA), Audit Cubre, Express

---

<sup>18</sup> Ibid., pp. 534-538.

<sup>19</sup> Cfr. VELA BARGUES, JORGE: "Auditoría informatizada". Partida Doble, nº. 23, mayo, 1992, p. 52.

Workpapers, Reaudit (de Coopers & Lybrand);<sup>20</sup> Panaudit, Audit Analyser, CA Earl, Ulysse;<sup>21</sup> Interactive Data Extraction and Analysis (IDEA) del Instituto Canadiense de Auditores de Cuenta (CICA).<sup>22</sup>

Otro aspecto muy interesante a tener en cuenta en una auditoría informática es realizar una **auditoría operativa del propio proceso de datos**, con el fin de evaluar la eficacia y eficiencia del sistema. Este enfoque de la auditoría tiene por objeto: velar por la seguridad de los datos, programas y equipos informáticos; velar por el buen funcionamiento del sistema de procesamiento electrónico de datos; localizar y reducir los riesgos de fraudes y errores; optimizar las prestaciones de los programas, de los sistemas informáticos y de la propia organización informatizada, etc. Este tipo de auditoría implica realizar una investigación analítica de las distintas subfunciones informáticas, así como una evaluación global del sistema informático, de la organización general y de la política informática.<sup>23</sup>

Una **revisión analítica de las distintas subfunciones informáticas** abarcaría, entre otras, los siguientes tipos de tareas:<sup>24</sup>

1. **Auditoría financiera de la función informática.** Tiene como misión evaluar el control interno y la eficacia de los aspectos financieros de la función informática:

---

<sup>20</sup> Cfr. JACOBSON, SCOTT y WOLFE, CHRISTOPHER: "Auditing with your microcomputer". Journal of Accountancy, febrero, 1990, pp. 76 y 80.

<sup>21</sup> Cfr. COLON, JOËL: "Comment améliorer l'efficacité des missions d'audit: présentation des outils informatiques". Revue Française de Comptabilité, nº. 146, mayo, 1984, p. 187.

<sup>22</sup> Cfr. VELA BARGUES, JORGE (1992): "Auditoría informatizada", op. cit., pp. 53-54.

<sup>23</sup> Cfr. PLANS, JOSE: "La práctica de la auditoría informática". Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid, 1986, pp. 20-31.

<sup>24</sup> Ibid., pp. 33-148.

- elaboración y seguimiento de los presupuestos de la función informática;
- concepción de un sistema de contabilidad analítica del centro informático;
- sistema de facturación interna, etc.

2. **Auditoría de la seguridad general informática.** Trata sobre las medidas de protección del sistema informático, que permitan también preservar el patrimonio de la empresa y asegurar la continuidad del funcionamiento de la empresa. Esta función debe localizar y reducir los riesgos que afectan a la empresa, tales como: robo de material, programas, datos; falta de vigilancia; perturbaciones de agentes físicos (fuego, agua, polvo, ...). Las investigaciones principales que se deben realizar tratan sobre los siguientes aspectos:

- Responsables, medios y medidas de seguridad.
- Seguridad concerniente al personal.
- Seguridad física de los materiales y de los locales.
- Seguridad de los datos, de los programas y de la documentación.
- Seguridad de la red y de las transmisiones.
- Prevención, reparaciones y seguros.

3. **Auditoría de las explotaciones.** Trata sobre el control del funcionamiento del sistema informático, así como del control de la organización y de los procedimientos internos al servicio de las operaciones.

El control de funcionamiento de los sistemas debe investigar, entre otros, sobre los siguientes aspectos:

- Calidad del servicio.
- Fiabilidad del sistema.
- Disponibilidad del sistema.
- Plazo de respuesta.
- Carga del sistema.
- Dimensión del supervisor.

El control de la organización y de los procedimientos

debe evaluar las relaciones de las diferentes secciones con el exterior, y evaluar los métodos de trabajo y operaciones. Se han de investigar, entre otros, sobre los siguientes aspectos:

- Interfaz usuarios/operaciones.
- Interfaz estudios/operaciones.
- Funciones del servicio de operaciones (e.g., planificación, recepción, captura de datos, preparación, control...).

**4. Auditoría de las aplicaciones operativas.** Tiene por objeto evaluar la idoneidad, seguridad y rendimiento de las aplicaciones. Para ello se deberán investigar, entre otros, los siguientes aspectos de las aplicaciones:

- Grado de satisfacción de los usuarios.
- Objetivos alcanzados.
- Adecuación de la documentación.
- Seguridad, coherencia y fiabilidad.
- Prestaciones técnicas.

**5. Auditoría de nuevos proyectos.** Trata de evaluar la viabilidad de los proyectos nuevos a través de las distintas etapas del ciclo de vida de un proyecto (i.e., diagnóstico, estudio previo, concepción, realización y puesta en marcha). Las investigaciones principales a realizar tratarían sobre:

- Contratación del proyecto.
- Dominio del proyecto.
- Evaluación de las realizaciones.
- Evaluación de la documentación.

**6. Auditoría del mantenimiento de las aplicaciones.** Tiene por objeto evaluar la seguridad de los procedimientos de mantenimiento de las aplicaciones, así como evaluar la eficacia de los procedimientos y los medios utilizados. Las investigaciones a realizar tratarían, entre otros, sobre los siguientes aspectos:

- Análisis de las demandas.
- Afectación de las prioridades.
- Realización del mantenimiento.
- Proceso de concertación.
- Organización del mantenimiento.
- Herramientas de mantenimiento.
- Recursos humanos.

**7. Auditoría de la gestión de recursos.** Trata de evaluar la bondad de los recursos en la gestión de los mismos a nivel de la seguridad y de los costes. Las investigaciones a realizar tratarían, entre otros, sobre los siguientes aspectos:

- Análisis de los riesgos.
- Petición de ofertas.
- Revisión de precios.
- Examen de los contratos.
- Control permanente.
- Protección de los datos.

Además de la revisión analítica de las distintas subfunciones informáticas, también se tiene que realizar un **examen y evaluación global del sistema informático, de la organización general y de la política informática**, con el fin de asegurarse de que la informática contribuye a lograr los objetivos de la empresa. Este tipo de examen abarcaría los siguientes tipos de tareas:<sup>25</sup>

**1. Auditoría de la circulación de la información.** Tiene por objeto evaluar el nivel de seguridad y de eficacia del sistema de información. Las principales investigaciones a efectuar tratarían sobre:

- Circulación de la información.
- Localización y responsabilidad de los tratamientos.
- Localización y responsabilidad de los ficheros

---

<sup>25</sup> Cfr. PLANS, JOSE (1986): "La práctica ...", op. cit., pp. 149-158.

maestros.

2. **Auditoría de los medios de tratamiento.** Trata de evaluar la seguridad y la prestación de los recursos técnicos y humanos implicados en el tratamiento informático. Las investigaciones a efectuar tratarían, entre otros, de los siguientes aspectos:

- Estructura general informática de la entidad.
- Tráfico de la red informática.
- Coste de la estructura informática.
- Seguridad general de la sociedad.
- Organización y localización de los servicios informáticos.
- Segregación de funciones.
- Supervisión del personal informático.
- Planificación y seguimiento de las tareas.
- Política del personal.

3. **Auditoría de la política informática y de los medios de aplicación.** Tiene como propósito verificar la existencia de órganos de decisión y seguimiento adecuados para asegurar la contribución de la informática al logro de los objetivos de la empresa, así como de evaluar las actuaciones de dichos órganos. Las investigaciones principales a efectuar tratarían sobre los siguientes aspectos:

- Órganos de decisión y seguimiento de la informática.
- Política y plan informático.
- Cuadro de mandos.

Otro aspecto muy interesante a tener en cuenta en la actualidad es la **auditoría de los sistemas informáticos evolucionados** (e.g., sistemas distribuidos, sistemas repartidos, sistemas integrados, sistemas de gestión de bases de datos, ...), los cuales requieren controles muy diferentes a los utilizados para los sistemas informáticos centralizados tradicionales. Los tipos de entorno de la auditoría más

frecuentes a los que se tienen que enfrentar los auditores informáticos en la actualidad se pueden clasificar de varias formas. Una primera aproximación sería en función del tipo de ordenadores que configuran el sistema:<sup>26</sup> sistemas informáticos basados en micro-ordenadores, sistemas informáticos basados en miniordenadores, sistemas informáticos grandes (mainframes). Sin embargo, en la actualidad los entornos que existen son una combinación de distintos tipos de ordenadores. Por esta razón, hoy en día es más importante clasificar los entornos informáticos en función de la localización física del tratamiento informático. Así, las estructuras de sistemas informáticos se pueden clasificar en:<sup>27</sup> (1) sistemas informáticos centralizados, (2) sistemas informáticos distribuidos y (3) sistemas informáticos repartidos.

Los **sistemas informáticos centralizados** son sistemas en los que todos los medios informáticos están centralizados en un único puesto de la organización. Todos los ordenadores y ficheros están centralizados, así como las entradas y salidas del proceso. Los **sistemas informáticos distribuidos** son sistemas en los que el proceso está centralizado, pero permiten el acceso directo o en línea desde distintos terminales locales. En estos sistemas hay un ordenador central y unos ficheros centralizados, pero éstos están conectados con los puntos locales, que permiten la entrada

---

<sup>26</sup> Una ampliación sobre los controles de auditoría de este tipo de entornos puede verse, por ejemplo, en:

\* DAVIS, GORDON et al. (1983): "Auditing and ...", op. cit., pp. 289-302.  
\* GALLEGOS, PREDERICK et al (1987): "Audit and ...", op. cit., pp. 370-432.  
\* VALLABHANENI, S. RAO (1989): "Auditing Computer ...", op. cit., pp. 109-224.

<sup>27</sup> Una ampliación sobre las características generales de tipo de entornos y sobre los controles de auditoría de los mismos puede verse, por ejemplo, en:

\* BAUVIN, GERARD: "La typologie des systèmes d'information. Application à l'informatisation des moyennes et petites entreprises". Revue Française de Comptabilité, nº 136, mayo, 1983, pp. 256-266.

\* CHAMBARDE, DIDIER: "Systèmes d'information et révision". Revue Française de Comptabilité, nº 136, mayo, 1983, pp. 284-289.

\* ENGLISH, WILLIAM L. (1988): "Sistemas informatizados", op. cit., pp. 491-495.

\* HANSEN, JAMES V.: "Audit Considerations in Distributed Processing Systems". Communications of the ACM, vol. 26, nº. 8, agosto, 1983, pp. 562-569.

y salida a los datos por medio de terminales, dominados por el ordenador central. Estos sistemas permiten el acceso directo al sistema central, la multiprogramación y la multitarea. Los **sistemas repartidos** son sistemas que procesan la información más importante en los ordenadores centrales, pero que permiten la repartición de ciertos tratamientos informáticos en distintos lugares de la empresa, o entre la empresa y una sociedad de servicios externa. Estos sistemas tienen un ordenador central y ficheros centrales, y ordenadores locales con ficheros locales enlazados con el ordenador central. El ordenador central y los ficheros centrales se utilizan para realizar el tratamiento de síntesis y de consolidación de los datos, o para procesar los procesos que no se pueden llevar a cabo localmente por carecer de equipos informáticos y programas adecuados. Los ordenadores locales también tienen ficheros locales, y pueden funcionar como terminales dominados por el ordenador central o como terminales autónomos con plena independencia. Los ordenadores locales, a su vez, también pueden tener conectados otras terminales dominadas localmente, como en los sistemas distribuidos. Todos los enlaces entre los distintos ordenadores se realizan por medio de telecomunicaciones y redes locales.

Con independencia de que el tratamiento informático esté centralizado, distribuido o repartido, existen también los **entornos de sistemas integrados y de bases de datos**,<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> Una ampliación sobre la auditoría de sistemas integrados y bases de datos puede verse, por ejemplo, en:

\* ANDERSON, EARL H. y TEHAVICHIT, JOSEPH V.: "Data-base Systems and the Controller". The Internal Auditor, febrero, 1982, pp. 46-49.

\* DAVIS, GORDON et al. (1983): "Auditing and ...", op. cit., pp. 99-112.

\* FAUVET, JEAN: "Le contrôle interne dans les systèmes informatiques évolués". Revue Française de Comptabilité, nº. 205, octubre, 1989, pp. 70-76.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A Relational Approach to Decision Support for EDP Auditing". Communications of the ACM, vol. 27, nº. 11, noviembre, 1984, pp. 1129-1133.

\* HANSEN, JAMES V. y ROMNEY, MARSHALL B.: "Data Base Management Controls for Microcomputer Systems". Internal Auditor, diciembre, 1987, pp. 44-47.

\* JANCURA, ELISE G. y MICHENZI, ALFRED R.: "Review of Distributed Data Base Systems". The Internal Auditor, agosto, 1983, pp. 50-56.

\* PAZ, LAWRENCE W.: "Auditing Integrated Control Systems". Internal Auditing, verano, 1988, pp. 37-42.

que se caracterizan por utilizar una sola entrada de datos y un único conjunto de ficheros de datos, común para todas las aplicaciones que componen el sistema. Los datos están centralizados en una base de datos común, a la que se puede acceder y organizar por medio de un sistema de gestión de base de datos (SGBD).

Todos estos nuevos entornos ya no son tan fáciles de controlar, como ocurría con los sistemas informáticos tradicionales, pues existen múltiples variables interactivas que hay que tener en cuenta para poder realizar una correcta evaluación de este tipo de sistemas. En este sentido, Hansen y Messier consideran que en una auditoría de los sistemas informático avanzados habrá que tener en cuenta los siguientes aspectos:<sup>29</sup>

- "1. Revisión del equipo y protección del registro para asegurar que (i) se controlan de forma adecuada los datos confidenciales y (ii) se retiene suficiente información para satisfacer los requisitos externos de producción de informes.
2. Examen de las rutinas de control de la entrada de datos para asegurar que se procesan correctamente los datos válidos, y que se rechazan los datos no autorizados o datos inválidos.
3. Revisión de las provisiones para asegurar la exactitud y la integridad del proceso de ordenador de los archivos, informes y diarios de la pista de auditoría.
4. Examen de la lógica del programa de aplicación para asegurar que los programas están realizando las funcio-

---

\* SRINIVASAN, CADAMBI y DASCHER, PAUL E.: "Security Controls in Database Systems". The Internal Auditor, abril, 1984, pp. 51-57.

\* SUMMERS, RITA C., FERNANDEZ, EDUARDO B. y WOOD, CHRISTOPHER: "Auditing and Controls in a Database Environment". Incluido en WILKINSON, JOSEPH W. y KNEER, DAN C.: "Information Systems for Accounting and Management: Concepts, Applications, and Technology". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1987, pp. 273-294.

<sup>29</sup> HANSEN, J. V. y MESSIER, W. F., Jr. (1982): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 359-360.

nes deseadas y que no hay procedimientos erróneos o fraudulentos.

5. Comprobar la consistencia y el control en la base de datos.
6. Comprobar la integridad en los sistemas distribuidos".

Todas estas observaciones, ya de por sí, son difíciles de analizar, pero, cuando se combinan, todavía resultan mucho más; produciéndose, muchas veces, auténticas explosiones combinatorias de las variables a considerar. Tradicionalmente, para auditar estos entornos se habían venido utilizando diversos procedimientos, tales como: cuestionarios de control internos, memorándums detallados, tablas de decisión de entrada limitada (es decir, que las entradas sólo toman valores de verdadero o falso), etc. Sin embargo, estas técnicas, que resultan muy adecuadas en entornos normales, no son aplicables para realizar auditorías de sistemas informáticos avanzados, pues presentan muchas limitaciones (e.g., no tienen ningún mecanismo para discutir sobre su conocimiento con el usuario, ni tienen capacidades para explicar los análisis realizados ni las conclusiones obtenidas).<sup>30</sup>

Otro problema muy importante a considerar en una auditoría de sistemas informáticos avanzados es el relativo a la inseguridad y la incertidumbre. Este problema ha sido resuelto tradicionalmente utilizando métodos estadísticos y probabilidades. Sin embargo, en los sistemas informáticos avanzados estos métodos no son muy eficaces, pues—como demuestran Biggs, Messier y Hansen<sup>31</sup> en una comprobación empírica realizada—los auditores informáticos no utilizan

---

<sup>30</sup> Cfr. HANSEN, J.V. y MESSIER, WILLIAM F. (1982): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 360-363.

<sup>31</sup> Cfr. BIGGS, STANLEY F., MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "A Descriptive Analysis of Computer Audit Specialists' Decision-Making Behavior in Advanced Computer Environments". Auditing: A Journal of Practice and Theory, vol. 6, nº 2, primavera, 1987, pp. 1-21.

el razonamiento probabilístico sino el razonamiento por analogía y el razonamiento por asunciones. Esta misma idea es compartida por van Dijk y Williams,<sup>32</sup> que indican que los auditores no piensan en términos de probabilidades, sino que lo hacen razonando por analogía y por extrapolación lógica de suposiciones.

Por último, también es conveniente considerar la auditoría de los propios sistemas de información. En este sentido pueden existir los siguientes tipos especiales de auditoría: auditoría de sistemas de información de gestión (MIS),<sup>33</sup> auditoría de sistemas de ayuda a la decisión (DSS)<sup>34</sup> y auditorías de sistemas expertos.<sup>35</sup>

---

<sup>32</sup> Cfr. van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A.: "Expert Systems in Auditing". Macmillan Publishers, Globe Book Services, London, 1990, p. 83.

<sup>33</sup> Una ampliación sobre el tema de la auditoría de sistemas de información de gestión (MIS) puede verse, por ejemplo, en:

\* SCHWARZBACH, HENRY R.: "A Current Overview of the MIS Audit". Management Accounting [EE.UU.], julio, 1980, pp. 23-26.

\* WILL, H. J.: "Auditing in Systems Perspective". The Accounting Review, octubre, 1974, pp. 690-706.

<sup>34</sup> Una ampliación sobre el tema de la auditoría de entornos de sistemas de ayuda a la decisión puede verse, por ejemplo, en:

\* AHITUV, NN y GETZ, ISAAC: "An Auditing Approach to Iterative Development of Decision Support Systems". The EDP Auditor, vol. III, 1986, pp. 34-37.

\* GALLEGOS, PREDERICK, RICHARDSON, DANA R. y BORTHICK, R. A. FAYE (1987): "Audit and ...", op. cit., pp. 395-405, y Apéndice A, pp. 596-603.

<sup>35</sup> Una ampliación sobre el tema de la auditoría de sistemas expertos puede verse, por ejemplo, en:

\* JAMIESON, RODGER: "An Audit Approach to Knowledge Based Systems under Development". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

\* JAMIESON, RODGER: "Perspectives on Auditing Operational Knowledge Based Systems". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

\* KICK, RUSSELL C.: "Auditing an Expert System". Expert Systems: Planning/Implementation/Integration, vol. 1, verano, 1989, pp. 33-38.

\* MCKEE, THOMAS: "An Audit Framework for Expert Systems". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 2, nº 3, 1991.

\* MCKEE, THOMAS E.: "An Audit Framework for Expert Systems". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº 4, diciembre, 1992, pp. 261-273.

\* MOELLER, ROBERT R.: "Expert Systems: Auditability Issues". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

\* SOCHA, WAYNE J.: "Problems in Auditing Expert System development". Edapcs, marzo, 1988, pp. 1-6.

## **10.2. La aplicación de los sistemas expertos en auditoría informática.**

La auditoría informática es un campo potencial muy interesante en el que se pueden aplicar los sistemas expertos, especialmente en la auditoría de los sistemas informáticos avanzados. De acuerdo con O'Leary y Watkins,<sup>36</sup> los sistemas expertos en auditoría informática se pueden clasificar en dos grandes grupos: (1) los sistemas expertos que ayudan al auditor en la auditoría del sistema de proceso electrónico de datos y (2) los sistemas expertos que revisan el uso del sistema para determinar si ha habido intromisión en el sistema.

### **10.2.1. Sistemas expertos en auditoría general de sistemas informáticos.**

Los sistemas expertos en auditoría general de sistemas informáticos puede referirse a todo el proceso electrónico de datos, como por ejemplo el sistema EDP-XPERT, o bien solamente a aspectos específicos del proceso electrónico de datos, como por ejemplo los sistemas expertos desarrollados por el MIS Training Institute.<sup>37</sup> A continuación vamos a ver las características principales de algunos de estos sistemas.

---

<sup>36</sup> Cfr.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1989): "Review of ...", op. cit., p. 5.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1993): "Expert Systems ...", op. cit., p. 213.

<sup>37</sup> Cfr.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1989): "Review of ...", op. cit., pp. 5-6.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1993): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 213-214.

Algunos autores lo identifican como EDP AUDITOR <sup>39</sup>

**Autor o autores e institución patrocinadora::** James V. Hansen, de la Universidad de Brigham Young, y William F. Messier Jr., de la Universidad de Florida. Este trabajo de investigación contó con el apoyo de Peat, Marwick, Mitchell Foundation, a través de su Programa "Oportunidades de Investigación en Auditoría".<sup>40</sup>

**Dominio (área funcional):** El sistema EDP-XPERT ayuda a los auditores de proceso de datos electrónico (*EDP auditors*) — también llamados especialistas en auditoría de ordenador

<sup>38</sup> El marco teórico en el que se fundamenta el sistema EDP-XPERT aparece en:

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "Expert Systems for Decision Support in EDP Auditing". *International Journal of Computer and Information Sciences*, vol. 11 n.º. 5, 1982, pp. 357-379.

Las características principales del sistema y su desarrollo aparecen publicado en los siguientes trabajos:

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984, pp. 189-196.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A knowledge-based expert system for auditing advanced computer systems". *European Journal of Operational Research*, septiembre, 1986, pp. 371-379.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A Preliminary Investigation of EDP-XPERT". *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, vol. 6 n.º. 1, otoño, 1986, pp. 109-123.

\* MESSIER, WILLIAM F., JR. y HANSEN, JAMES V.: "A Case Study and Field Evaluation of EDP-XPERT". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 1, n.º. 3, septiembre, 1992, pp. 173-185.

Un resumen del sistema puede verse, por ejemplo, en:

\* CUMMINGS, BARBARA K. y APOSTOLOU, NICHOLAS G.: "Expert systems in auditing: an emerging technology". *Internal Auditing*, vol. 3, otoño, 1987, p. 7.

\* MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., p. 97.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1989): "Review of ...", op. cit., pp. 5-6.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1993): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 213-214.

\* van DIJK, J.C. y WILLIAMS, P.A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 110 y 176-177.

<sup>39</sup> Cfr.

\* AKERS, MICHAEL D., PORTER, GROVER L., BLOCHER, EDWARD J. y MISTER, WILLIAM G.: "Expert systems for management accountants". *Management Accounting [EE.UU.]*, marzo, 1986, p. 32.

\* BICKERSTAFF, MOLLIE: "Expert Systems for the Auditor". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988, p. 6.

\* CHU, GRACE T. (1989): "Expert Systems ...", op. cit., p. 30.

\* ELLIOTT, ROBERT K. y KIELICH, JOHN A.: "Expert systems for accountants". *Journal of Accountancy*, septiembre, 1985, pp. 126-134.

\* MICHAELSEN, ROBERT y MICHIE, DONALD: "Expert systems in business". *Datamation [EE.UU.]*, noviembre, 1983, p. 242.

\* O'LEARY, DANIEL E.: "The Use of Artificial Intelligence in Accounting". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987, p. 88.

\* SHIM, JAE K. y RICE, JEFFRY S.: "Expert Systems Applications To Managerial Accounting". *Journal of Systems Management*, junio, 1988, p. 10.

<sup>40</sup> PEAT MARWICK FOUNDATION RESEARCH OPPORTUNITIES IN AUDITING PROGRAM. Interim Report, 1987.

(*computer audit specialist (CAS)*)— en la evaluación de la fiabilidad de los controles de auditoría en entornos de sistemas informáticos avanzados (e.g., sistemas de proceso de datos distribuidos, sistemas de gestión de bases de datos y sistemas en línea en tiempo real).<sup>41</sup>

**Descripción funcional del sistema:** La arquitectura del **EDP-XPert** se basa en los dos componentes principales que proporciona la concha AL/X: (1) la base de conocimiento, que contiene las reglas de producción, y (2) el motor de inferencia o interpretador de las reglas.

El modelo en el que se apoya el sistema se basa en una red de inferencias, cuyo objetivo principal consiste en verificar la fiabilidad de los controles de los sistemas informáticos avanzados. En una primera etapa el sistema se centró únicamente en los sistemas informáticos distribuidos. Posteriormente, en una segunda etapa, se incluyeron también los sistemas en línea en tiempo real y los sistemas de gestión de base de datos.

El primer prototipo contenía solamente la pericia reconstruida de los especialistas en auditoría de ordenador (*CASs*), e incluía únicamente las reglas relacionadas con los controles de acceso en un sistema de proceso distribuido. La Figura 2 muestra una visión parcial de la red de inferencias de este primer prototipo. Los nombres que aparecen en los nodos de la red corresponden a variables de la base de datos

---

<sup>41</sup> Una discusión sobre las consideraciones de auditoría de este tipo de entornos puede verse, por ejemplo, en:

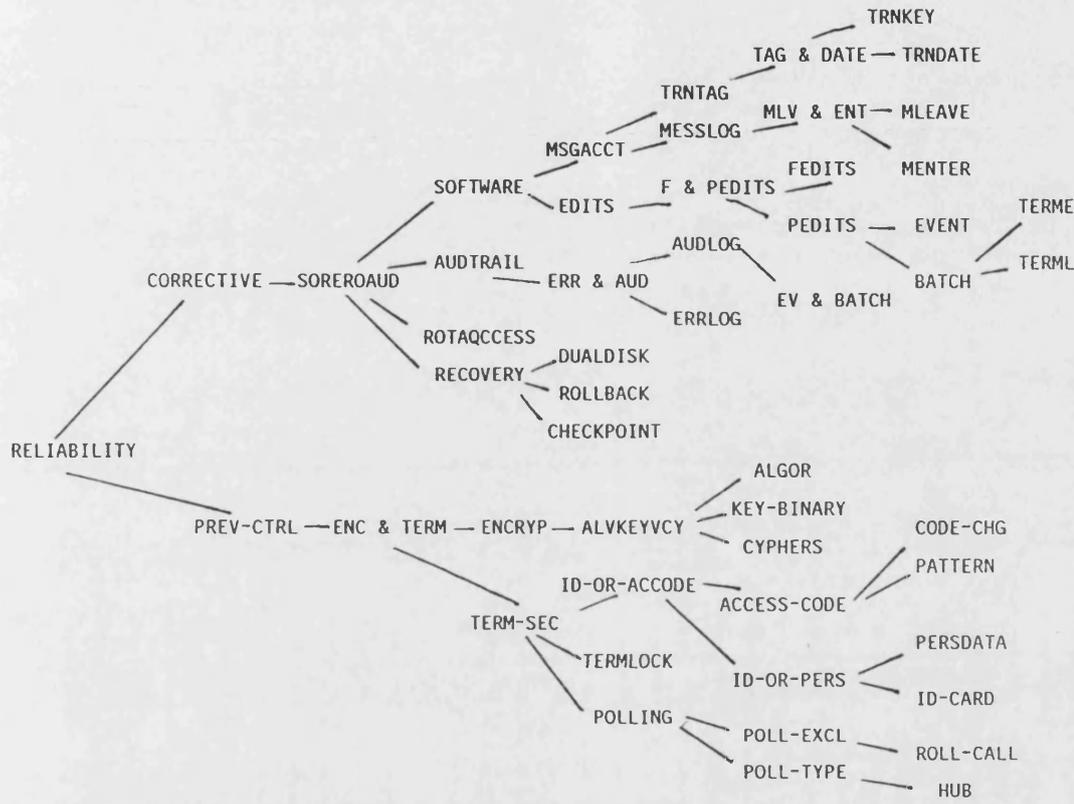
\* HANSEN JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "The Feasibility of Using Artificial Intelligence Techniques for EDP Auditing". Informe para Peat, Marwick, Mitchell & Co., diciembre, 1981.

\* HANSEN, JAMES V.: "Audit Considerations in Distributed Processing Systems". *Communications of the ACM*, vol. 26, nº. 8, agosto, 1983, pp. 562-569.

\* HANSEN, J. V. y MESSIER, W. F., Jr. (1984): "A Relational ...", *op. cit.*, pp. 1129-1133.

del sistema experto.<sup>42</sup>

Figura 2. Red de inferencias parcial de la auditoría de ordenadores avanzados

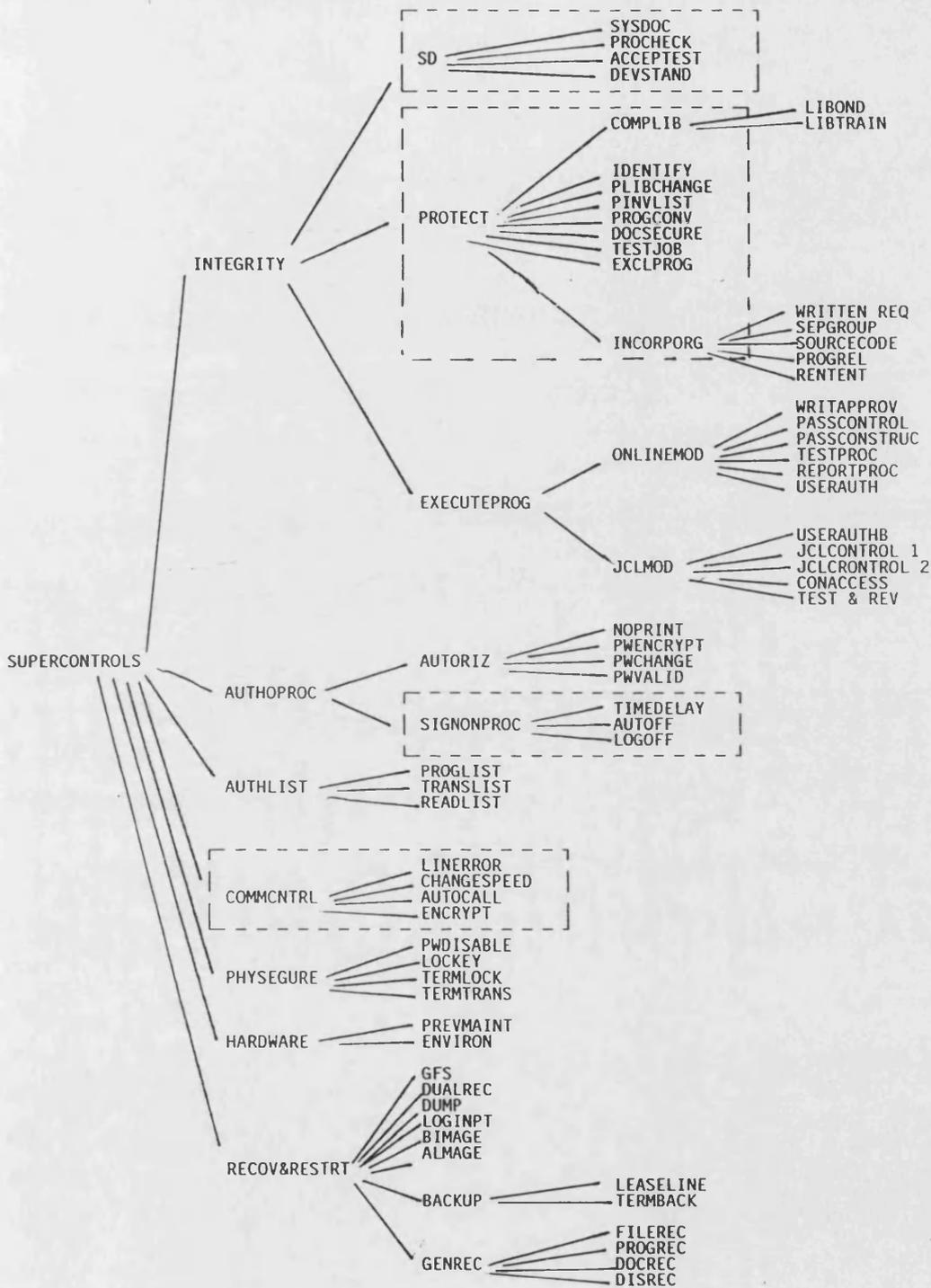


Fuente HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A knowledge-based expert system for auditing advanced computer systems". European Journal of Operational Research, septiembre, 1986, p. 375.

El prototipo actual contiene también las reglas para tratar los sistemas en línea, los sistemas en tiempo real y los sistemas de gestión de base de datos. La Figura 3 muestra la red de reglas para los controles de supervisión en el prototipo actual.

<sup>42</sup> Hemos preferido mantener los nombres de estas variables en inglés para no desvirtuar su significado, ya que muchos de estos nombres son abreviaturas de variables mucho más amplias que desconocemos, las cuales tienen un significado un tanto misterioso.

Figura 3. Red de reglas para los controles de supervisión



Fuente: MESSIER, WILLIAM F., JR. y HANSEN, JAMES V.: "A Case Study and Field Evaluation of EDP-XPRT". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, n.º. 3, septiembre, 1992, p. 181.

La evidencia que apoya la fiabilidad de los controles de supervisión se deriva de las hipótesis que aparecen en primer nivel de la red de reglas. Estas hipótesis son:

1. la integridad de los datos y de los programas (INTEGRITY);
2. los controles de autorización (AUTHPROC y AUTHLIST),
3. los controles de comunicación (COMMCNTRL),
4. los controles físicos (PHYSECURE),
5. los controles de *hardware* (HARDWARE), y
6. los controles de copia de seguridad y de restablecimiento (RECOV & RESTRT).

La fuerza de estas hipótesis depende, a su vez, de las hipótesis de segundo nivel. Este proceso continúa hasta que el sistema vuelve hacia atrás para requerir las entradas directas de los especialistas en auditoría de ordenador. La lógica representada por los bordes en la red de inferencias y el peso relativo dado a cada borde forman la base de conocimiento del sistema.

El funcionamiento del EXP-XPERT es muy sencillo y resulta muy amistoso para el usuario. Se asume que el auditor posee algunas evidencias de auditoría. El auditor selecciona un objetivo particular y, en base al mismo, el sistema formula una serie de preguntas. El usuario normalmente responde a las preguntas proporcionando un **factor de certidumbre** comprendido entre -5 y 5.<sup>43</sup> En la Figura 4 se muestra una sesión típica del proceso de decisión del auditor apoyada con el sistema EDP-XPERT.

---

<sup>43</sup> Un factor de certidumbre es una medida subjetiva de certidumbre. Un factor de certidumbre de 5 indica que hay plena evidencia, un factor de certidumbre de -5 indica que no hay ninguna evidencia y, un factor de certidumbre de 0 indica que no hay información sobre la evidencia. Los factores de certidumbre son convertidos por el motor de inferencia en **grados de creencia**. Un factor de certidumbre de 5 corresponde a un grado de creencia de 100, y un factor de certidumbre de -5 corresponde a un grado de creencia de -100. (Los **grados de creencia** los estudiaremos más adelante, cuando expliquemos el funcionamiento del motor de inferencia).

Figura 4. Sesión de muestra con el sistema experto

---

¿Qué certeza tiene de que los controles de acceso se alternan regularmente?  
1

¿Qué certeza tiene de que todos los mensajes de entrada son registrados?  
1

¿Qué certeza tiene de que todos los mensajes de salida son registrados?  
0.5

de seguridad? ¿Qué certeza tiene de que las transacciones están escritas en dos discos como precaución?  
2

corrigen? ¿Qué certeza tiene de que se mantiene un registro de todos los errores y de cuándo se corrigen?  
3

¿Qué certeza tiene de que el modo de procesamiento es el acontecimiento?  
5

¿Qué certeza tiene de que las transacciones se introducen por lotes desde los terminales, y de que se agrupan antes de introducirse?  
3

¿Qué certeza tiene de que las transacciones son identificadas por el tipo de transacción?  
2

origen? ¿Qué certeza tiene de que cada transacción es identificada por la fecha y el terminal de origen?  
1

son completas y suficientes? ¿Qué certeza tiene de que las ediciones del procesamiento frontal de entrada de los datos son completas y suficientes?  
1

¿Qué certeza tiene de que las ediciones de procesamiento son completas y suficientes?  
0.2

han sido capturados en forma de pre-imagen? ¿Qué certeza tiene de que todos los registros maestros que tienen actividad contra éstas han sido capturados en forma de pre-imagen?  
0.4

por el ordenador? ¿Qué certeza tiene de que las transacciones se introducen como se dan, pero son agrupadas por el ordenador?  
1

¿Qué certeza tiene de que el código de acceso se cambia frecuentemente?  
3

longitud suficiente? ¿Qué certeza tiene de que el parámetro de código se desarrolla aleatoriamente y tiene la longitud suficiente?  
4

¿Qué certeza tiene de que las cifras se usan en forma de puesta en clave?  
0.1

¿Qué certeza tiene de que los puntos de control se usan como estrategias de recuperación?  
3

¿Qué certeza tiene de que las claves y la adición binaria se usan para la puesta en clave?  
1

¿Qué certeza tiene de que los algoritmos se usan para la puesta en clave?  
1

usuarios autorizados? ¿Qué certeza tiene de que la terminal se puede bloquear con claves permitidas sólo a usuarios autorizados?  
2

¿Qué certeza tiene de que las terminales fuera de servicio no se han llamado?  
1

¿Qué certeza tiene de que la tarjeta de identidad se usa para la identificación del usuario?  
3

¿Qué certeza tiene de que los terminales pasan a través del mensaje de llamadas selectivas?  
3

¿Qué certeza tiene de que el dato personal se usa para la identificación del usuario?  
1

¿Qué certeza tiene de que las terminales se llaman en rotación?  
2

Después de considerar todas las cuestiones significativas, el grado en el que el sistema de control fue adecuado y funcionó bien (CUMPLIMIENTO) inicialmente fue de 0.0. Ahora es de 2.0

No hay más cuestiones de importancia para el objetivo actual.

Los objetivos investigados con un grado de creencia de  $\geq 0.0$  son: El sistema de control es adecuado y funciona bien (FIABILIDAD). El grado anterior era de 0.0. El grado actual es de 2.0.

---

Fuente: MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984, pp. 194-195; HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A knowledge-based expert system for auditing advanced computer systems". European Journal of Operational Research, septiembre, 1986, p. 377.

Con la información suministradas por el usuario en las respuestas formuladas por el sistema, y después de realizado un proceso de inferencia, el sistema proporciona un informe sobre la verosimilitud de las hipótesis (objetivo). En la Figura 5 se muestra un ejemplo de este tipo de informes.

Figura 5. Ejemplo de informe dado por el EDP-XPERT

---

Después de considerar todas las cuestiones significativas, el grado de que los controles de supervisión son completos y funcionan bien (supercontroles) inicialmente era de 0.0. Ahora es de 9.5.

No hay más preguntas significativas para el objetivo actual. Los objetivos investigados con el grado de creencia  $\geq 0.00$  son:

Los controles de supervisión son completos y funcionan bien. El grado previo era de 0.0. El actual es de 9.5.

---

Fuente: HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A Preliminary Investigation of EDP-XPERT". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 6 nº. 1, otoño, 1986, p. 113.

El sistema tiene capacidad para explicar el proceso de razonamiento llevado a cabo para llegar a una conclusión. En la Figura 6 se muestra una explicación del proceso de razonamiento.

Figura 6. Explicación del proceso de razonamiento

---

(comienzo)

¿Qué certeza tiene de que los controles de acceso se alternan regularmente?

    
    los controles de acceso se alternan regularmente (rotaccess)  
    con grado 1.0  
    es la evidencia para  
    el software, la rotación de acceso, las medidas de recuperación, y la pista de auditoría son satisfactorios (soreroaud)  
    con grado 0.5  
    que es la evidencia para (pw = 1.0, nw = -1.0)  
    los controles de corrección son adecuados (corrective)  
    con grado 1.5  
    que es la evidencia para (pw = 1.0, nw = -1.0)  
    el sistema de control es adecuado y funciona bien (compliance)  
    con grado 0.0

(final)

---

Fuente: \* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V. (1984): "Expert Systems ...". Op. cit., p. 196.  
\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr. (1986): "A knowledge-based ...". Op. cit., p. 378.

El sistema también posee capacidad para explicar por qué se ha formulado una determinada pregunta. En la Figura 7 se muestra un ejemplo de la capacidad de explicación del sistema.

Figura 7. Ejemplos de pregunta y capacidad de explicación

---

(comienzo)

¿Qué certeza tiene de que los controles de acceso se alternan regularmente?

S

¿Qué certeza tiene de que todos los mensajes de salida se registran?

W

Esta pregunta se formula para saber si el registro de mensajes incluye tanto los mensajes de entrada como los de salida.

(mlv & ent)

que tiene grado actual 1.0

¿Qué certeza tiene de que las transacciones se escriben en dos discos como precaución de seguridad?

W

Esta pregunta se formula para saber si las medidas de recuperación son adecuadas (recovery) que tiene grado actual 0.5 (pw =1.0, nw =-1.0)

(fin)

---

Fuente: \* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V. (1984): "Expert Systems ...". Op. cit., p. 197.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr. (1986): "A knowledge-based ...". Op. cit., p. 378.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** En la construcción del EDP-XPERT se utilizó la concha de sistemas experto AL/X (Advice Language/X).<sup>44</sup> El AL/X está formada por dos componentes principales: (1) una base de conocimiento vacía, en la que se introducen las reglas que representan el conocimiento, y (2) el motor de inferencia para interpretador de las reglas.

Se utilizó esta concha por varias razones: (1) porque ya había sido utilizada con éxito en la construcción de otros sistemas expertos, (2) porque el motor de inferencia era apropiado para este tipo de problemas de investigación, (3) porque permitía la representación de la incertidumbre, tanto en las evidencias como en las reglas, y (4) porque,

---

<sup>44</sup> Cfr. PATERSON, A.: "AL/X User Manual". Intelligent Terminal, Oxford, 1981.

cuando se empezó a construir el sistema, era la única concha comercialmente disponible a un precio razonable.

**Adquisición del conocimiento:** El conocimiento contenido en la base de conocimiento del EDP-XPert fue obtenido a partir de los cuestionarios de control interno sobre el proceso electrónico de datos de dos importantes empresas de auditoría. Para capturar el conocimiento de los expertos se utilizaron técnicas de protocolos verbales.

El desarrollo del EDP-XPert se realizó en varias fases. La primera fase consistió en analizar la viabilidad de la aplicación de las técnicas de la inteligencia artificial a los entornos de auditoría de proceso electrónico de datos.<sup>45</sup> La segunda fase se dividió, a su vez, en tres subfases importantes. Primero, se realizó un experimento de protocolo verbal con tres especialistas de auditoría de ordenador, en el que se examinó el comportamiento seguido por los especialistas en la toma de decisiones, con el fin de identificar las reglas de producción que deberían ser introducidas en la base de conocimiento. Se utilizó también un estudio de protocolo, realizado con anterioridad por Biggs, Messier y Hansen,<sup>46</sup> sobre el comportamiento de los especialistas en auditoría de ordenador, aunque, en realidad, este estudio no suministró muchas reglas apropiadas. En segundo lugar, se buscó el paquete de software adecuado para construir el sistema experto. Y en tercer lugar, se desarrolló un prototipo inicial.<sup>47</sup>

En la adquisición del conocimiento se utilizaron las

---

<sup>45</sup> Cfr.

\* HANSEN, J. V. y MESSIER, W. F., Jr. (1981): "The Feasibility ...", op. cit.

\* HANSEN, J. V. y MESSIER, W. F., Jr. (1982): "Expert Systems ...", op. cit.

<sup>46</sup> Cfr. BIGGS, STANLEY F. et al. (1987): "A Descriptive ...", op. cit., pp. 1-21.

<sup>47</sup> Cfr. HANSEN, J. V. y MESSIER, W. F., Jr. (1986): "A Preliminary ...", op. cit., pp. 111-112.

técnicas de los protocolos verbales y los métodos reconstruidos. El conocimiento se sacó de libros de texto y de manuales de auditoría de varias de las Ocho Grandes (Big Eight) empresas multinacionales de auditoría. Se contó, también, con la colaboración de especialistas superiores de auditoría informática de cinco de las Ocho Grandes (Big Eight) empresas multinacionales de auditoría, que proporcionaron sus conocimientos y heurísticas. El primer prototipo tenía aproximadamente 60 reglas.

Dada la complejidad del tema, se buscó un subdominio más pequeño. El subdominio elegido fue la exactitud del sistema de control en los sistemas de proceso distribuido.<sup>48</sup> Una vez demostrado que el prototipo de sistema experto era viable, se pasó a nuevos prototipos incrementando el sistema con nuevos subdominios.

La prueba del primer prototipo inicial, junto con los resultados de los protocolos del trabajo de Biggs, Messier y Handen (1987), citado anteriormente, y junto con las discusiones con los expertos, pusieron de manifiesto que los especialistas en auditoría de ordenador se dirigen a los controles generales o de supervisión antes de ver los controles de aplicación (i.e., controles de entrada, de proceso y de salida). Como consecuencia de estos descubrimientos, la base de conocimiento fue reestructurada de nuevo para incluir cuatro objetivos diferentes: la exactitud de los controles de supervisión, de entrada, de proceso, y de salida. Posteriormente las reglas fueron revisadas por un especialista de auditoría superior, que proporcionó los grados de creencia o pesos para las reglas. El nuevo prototipo contenía 133 reglas, distribuidas del siguiente modo: 66 reglas para los controles de supervisión, 25 para

---

<sup>48</sup> Una ampliación sobre las características de las auditorías de los sistemas distribuidos puede verse, por ejemplo, en HANSEN, JAMES V.: "Audit Considerations in Distributed Processing Systems". Communications of the ACM, vol. 26, nº. 8, agosto, 1983, pp. 562-569.

los controles de entrada, 24 para los controles del proceso y 8 para los controles de salida.<sup>49</sup>

En una segunda etapa, la base de conocimiento se amplió para incluir controles en línea, sistemas en tiempo real y sistemas de gestión de bases de datos. Y posteriormente, en una tercera etapa, se volvió a ampliar con el fin de incluir los controles de supervisión, la gestión de base datos y los controles de la aplicación.<sup>50</sup>

**Representación del conocimiento:** El conocimiento está representado en forma de axiomas por medio del cálculo de predicados usando predicados binarios. Se utilizan también reglas de producción del tipo "Si-Entonces", recogidas en una red de inferencias que forman árboles de decisión. Las reglas están hechas de la conjunción, disyunción y negación de los predicados binarios.

Se adoptó el método de las reglas de producción porque las entrevistas con los expertos habían puesto de manifiesto que el dominio del problema no era estático, ya que, debido a la constante evolución de los sistemas informáticos, el conocimiento debía estar actualizándose continuamente, cosa que puede realizarse fácilmente utilizando las reglas de producción.

Las reglas de producción están estructuradas jerárquicamente alrededor de cuatro objetivos principales: (1) la fiabilidad de los controles de supervisión, (2) de entrada, (3) de proceso y (4) de salida. En la Figura 8 se muestra un ejemplo de regla de producción.

---

<sup>49</sup> Cfr. HANSEN, J. V. y MESSIER, W. F. Jr. (1986): "A Preliminary ...", op. cit., pp. 112-113.

<sup>50</sup> Cfr. MESSIER, W. F. Jr. y HANSEN, J. V. (1987): "Expert Systems ...", op. cit, p. 97.

Figura 8. Ejemplo de regla de producción del EDP-XPERT

---

SI los programas de control son completos y suficientes (software), y  
las medidas de recuperación son adecuadas (recovery), y  
los controles de acceso se alternan regularmente (rotaccess), y  
se mantiene la documentación adecuada para formar una pista de auditoría completa (audit trail)

ENTONCES los programas, la rotación de acceso, las medidas de recuperación y el seguimiento de auditoría son satisfactorios (soreroaud).

---

Fuente: HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr. (1986): "A knowledge-based ...". Op. cit., p. 378.

Las reglas de producción también permiten representar el fenómeno de la incertidumbre por medio de grados de creencia proporcionados por el experto. Las reglas de producción pueden llevar asociados dos pesos, el PW (positivo) y el NW (negativo), que representan los grados de creencia asociados con cada regla<sup>51</sup>. En la Figura 9 se muestra un ejemplo de este tipo de reglas de producción, que contiene el conocimiento relativo al nodo SD de la red de inferencias que aparece en la Figura 3, anteriormente expuesta.

Figura 9. Ejemplo de reglas de producción con pesos PW (positivos) y NW (negativos)

---

SI LOS PROCEDIMIENTOS QUE CONTROLAN EL DESARROLLO DE LAS APLICACIONES SON LOS ADECUADOS (SD)

ENTONCES TAMBIÉN SON ADECUADOS LOS MEDIOS PARA MANTENER LA INTEGRIDAD DE LOS PROGRAMAS.  
(INTEGRITY) (PW = 12.8 NW = -12.8)  
(NOTA: SI EL NIVEL DE FIABILIDAD PARA ESTE OBJETIVO ES INSATISFACTORIO ES PROBABLE QUE LA EVALUACIÓN DE TODO EL SISTEMA SEA ASIMISMO INSATISFACTORIA.)

---

Fuente: MESSIER, WILLIAM F., JR. y HANSEN, JAMES V.: "A Case Study and Field Evaluation of EDP-XPert". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, p. 182.

---

<sup>51</sup> Una explicación más detallada de estos pesos aparece más adelante, en el apartado dedicado a la explicación del motor de inferencia del sistema.

**Motor de inferencia: métodos de razonamiento:** El motor de inferencia lo proporciona la concha AL/X y está basado en el método subjetivo de actualización bayesiano (sugerido por Duda para los sistemas expertos basados en reglas).<sup>52</sup> De acuerdo con este método, el experto debe proporcionar tanto las reglas como las relaciones de probabilidad que indican la fuerza de las reglas.

El AL/X permite modelizar la **incertidumbre**, tanto en las evidencias como en las reglas. Esto se lleva a cabo por medio de **espacios y grados de creencia** conectados a los nodos de la red de inferencias, y por medio de la especificación del tipo de enlace (arco) que conecta los espacios. Los **espacios** representan la hipótesis o la evidencia (hipótesis intermedia) en el AL/X. A cada espacio en la red de inferencias le es asignado un grado anterior de creencia por parte del experto. Un **grado de creencia** es un número comprendido entre -100 y 100. Un grado positivo indica que la hipótesis es más posible que sea verdadera y un grado negativo indica que es más posible que sea falsa. Un grado de creencia de cero indica que la hipótesis puede ser igualmente posible o imposible, es decir, una probabilidad del 0'5.

El **grado de creencia** en una hipótesis H es definido como:<sup>53</sup>

$$\text{Grado (H)} = 10 \log_{10} (\text{posibilidades(H)}) = 10 \log_{10} \frac{P(H)}{1-P(H)}$$

---

<sup>52</sup> Cfr. DUDA, RICHARD O., HART, PETER E. y NILSSON, NILS J.: "Subjective Bayesian Methods for Rule-Based Inference Systems". AFIPS Conference Proceedings of the 1976 National Computer Conference, pp. 1075-1082.

<sup>53</sup> Cfr.

\* MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1984): "Expert Systems ...", op. cit., p. 190.

\* HANSEN, J. V. y MESSIER, W. F., Jr. (1986): "A Preliminary ...", op. cit., p. 113.

Los **grados de creencia** se pueden convertir en probabilidades por medio de la siguiente fórmula:<sup>54</sup>

$$p = \frac{\text{posibilidades (H)}}{\text{posibilidades (H) + 1}}$$

Los **enlaces** en la red de inferencias determinan el modo en que las otras hipótesis son actualizadas. Los dos tipos más importantes de enlaces en el AL/X son: (1) los enlaces lógicos y (2) los enlaces Bayesianos.<sup>55</sup>

Los **enlaces lógicos** son aquellos en los que el grado de creencia de una hipótesis está completamente determinado por los grados de evidencia que lo definen. Existen tres tipos de enlaces lógicos: conjunción (Y) [and], disyunción (O) [or] y negación (NO) [not]. Si todas las evidencias tienen que ser verdaderas para que una hipótesis sea verdadera entonces la hipótesis debería de ser representada por un espacio "y". El grado de creencia de un espacio "y" se define como el mínimo de los grados de su evidencia. Si una hipótesis es verdadera si cualquiera de sus evidencias son verdaderas, entonces la hipótesis debería de ser representada por un espacio "o". El grado de creencia de un espacio "o" se define como el grado máximo de su evidencia. Un espacio "no" niega simplemente el grado de creencia de su evidencia. Estas reglas de combinación lógica siguen la **teoría de la posibilidad o teoría del razonamiento inexacto**, basada en la lógica borrosa, propuesta por Zadeh. (Ver epígrafe I-5.3).

Un **enlace bayesiano** es aquel que puede ser informalmente establecido como "Si (en algún grado) evidencia

---

<sup>54</sup> Cfr. HANSEN, J. V. y MESSIER, W. F., Jr. (1986): "A Preliminary ...", op. cit., p. 113.

<sup>55</sup> Cfr. MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, J. V. (1984): "Expert Systems ...", op. cit., p. 190.

entonces (en algún grado) hipótesis". El grado en el que la evidencia afecta a la hipótesis viene dado por dos parámetros el peso positivo (pw) y el peso negativo (nw) del enlace. Estos pesos expresan el efecto de la evidencia sobre la hipótesis siendo verdadera o falsa, respectivamente. Estos pesos son proporcionados por el experto a la vez que el sistema está siendo diseñado.

**Validación del sistema:** La validación del EDP-XPert se ha realizado para cada uno de los prototipos que se han construido. En la comprobación de la investigación preliminar del EDP-XPert participaron 17 estudiantes en un curso de formación inicial de especialistas en auditoría de ordenador para una empresa de contabilidad pública de las Ocho Grandes (Big Eight). Los estudiantes tenían una media de 3'3 años de experiencia de auditoría extendiéndose desde 1 a 8 años. Habían 2 directores, 6 supervisores y 9 personas de categoría superior. Todos menos uno eran CPA y 2 sujetos tenían el título de licenciado. Como promedio, los sujetos habían completado 2'5 cursos de ordenador en la Facultad, extendiéndose de 1 a 10 cursos.<sup>56</sup>

La prueba del sistema consistió en un estudio de caso, elegido entre dos estudios de casos previos realizados por los estudiantes durante su período de formación. El estudio de caso trataba sobre una empresa hipotética y contenía información sobre los siguientes aspectos:<sup>57</sup>

1. Planificación de la auditoría y antecedentes de la información.
2. Una descripción del entorno de control del proceso electrónico de datos.

---

<sup>56</sup> Cfr. HANSEN, J. V. y MESSIER, W. F., Jr. (1986): "A Preliminary ...", op. cit., pp. 113-114.

<sup>57</sup> Ibid., p. 114.

3. Documentación del sistema de ventas-cuentas a cobrar del cliente.
4. Información sobre los controles de acceso.
5. Varios diagramas de los archivos de datos del cliente e informes del sistema.

Como parte del curso de formación los sujetos tuvieron que realizar las siguientes tareas:<sup>58</sup> (1) completar una hoja de trabajo del entorno de control de proceso electrónico de datos; (2) documentar el sistema contable e identificar los controles; (3) revisar y evaluar los controles de acceso, el desarrollo de los sistemas, los cambios de programas, y los procedimientos manuales de control; (4) aplicar programas de auditoría de ordenador para probar los controles en el ciclo de ingresos del cliente.

Las evaluaciones realizadas por los sujetos sobre el funcionamiento del EDP-XPERT fueron razonables, dado el estado de desarrollo del sistema. Sin embargo, pusieron de manifiesto que, en su estado actual, la base de conocimiento del sistema era incompleta, pues no contenía todas las reglas que eran necesarias para un sistema informático avanzado. También se vio que las capacidades de explicación del sistema estaban muy poco desarrolladas. En la Tabla 1 se pueden ver los resultados de esta evaluación preliminar del sistema.

---

<sup>58</sup> Id.

Tabla 1. Evaluación del EDP-XPert realizada por los sujetos

Por favor evalúe el sistema experto (AL/X) utilizado en este experimento en términos de los atributos que aparecen a continuación:

	Respuesta media de los sujetos
1. Redacción de las preguntas	2.88
2. Explicación de las preguntas (mandato E)	3.31
3. Explicación de por qué se había formulado una pregunta (mandato W)	3.08
4. Explicación del razonamiento del programa (mandato C)	3.00
5. Escala de respuesta del usuario (+ 5 a -5)	3.24
6. Utilidad del programa	2.77
7. Fiabilidad del asesoramiento del programa	2.63
8. Funcionamiento del programa	2.81
9. Capacidad educativa	3.18
GLOBAL	2.98

Escala de respuestas:

1 = Muy pobre      3 = Buena      5 = Excelente  
2 = Pobre          4 = Muy buena

Fuente: HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A Preliminary Investigation of EDP-XPert". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 6 nº. 1, otoño, 1986, pp. 117.

Los resultados de esta evaluación preliminar sirvieron para ampliar y mejorar el sistema en los siguientes prototipos. Se amplió la base de reglas con el fin de incluir también los controles sobre los sistemas en línea, los sistemas en tiempo real y los sistemas de gestión de bases de datos.

Posteriormente, en una tercera etapa, se realizó un nuevo prototipo del EDP-XPert, en el que se añadieron tres nuevos objetivos al sistema: (1) los controles de supervisión, (2) los controles sobre los sistemas de gestión de bases de datos y (3) los controles de la aplicación. La evaluación de este último prototipo fue muy parecida, en cuando al instrumento experimental y al modo de evaluación, a la evaluación del prototipo preliminar, y se realizó en

cuatro etapas.<sup>59</sup> En una primera etapa, los especialistas superiores en sistemas informáticos usaron dos estudios de casos para evaluar el sistema. A continuación, en una segunda etapa, se utilizaron estos mismos estudios para evaluar auditorías recientemente realizadas. En una tercera etapa se llevo a cabo un análisis de sensibilidad de las salidas del sistema. Y, por último, en una cuarta etapa, se reprogramó la base de conocimiento del sistema utilizando otra concha de sistema experto diferente, el **INSIGHT 2**, y se volvieron a procesar las respuestas de los especialistas superiores en auditoría de ordenador sobre los dos estudios de caso y sobre las auditorías recientemente realizadas.

En las pruebas de evaluación del EDP-XPert utilizando los estudios de caso intervinieron 7 especialistas superiores de auditoría de ordenador. Los sujetos tenían un promedio de 7'1 años de experiencia contable pública (rango de 2'5 a 11 años), 6'6 años de experiencia en auditoría de ordenadores (rango de 4 a 12 años) y 2'9 años de experiencia como especialistas superiores de auditoría de ordenador (rango de 2 a 5 años); 5 sujetos eran especialistas en auditoría de ordenador, uno era CPA y CISA y otro era solamente CISA; 3 sujetos tenían el título de graduado. En la evaluación de campo del sistema solamente intervinieron cuatro de los siete especialistas anteriores.

Los resultados fueron bastante favorables en los estudios de caso y algo menos favorable en los casos de las auditorías del cliente. El análisis de sensibilidad demostró que las conclusiones proporcionadas por el EDP-XPert estaban afectadas por perturbaciones moderadas de los juicios introducidos por los especialistas de auditoría de ordenador. Por último, la reprogramación de la base de conocimien-

---

<sup>59</sup> Una ampliación sobre la evaluación de este último prototipo del sistema EDP-XPert puede verse en MESSIER, WILLIAM F., JR. y HANSEN, JAMES V. (1992): "A Case ... ", op. cit.

to en una concha de sistema experto más flexible, el **INSIGHT 2**, aumentó mucho el rendimiento de las opiniones del sistema y demostró que el funcionamiento del sistema era muy similar al de los expertos en auditoría de ordenadores. Un resumen de los resultados de la evaluación del sistema pueden verse en la Tabla 2.

Tabla 2. Evaluación del EDP-XPERT realizada por los auditores informáticos superiores

	Respuestas media de los sujetos	
	Estudios de caso (n = 7)	Clientes (n = 4)
1. Redacción de las preguntas	3.14	3.00
2. Explicación de las preguntas	2.86	3.00
3. Explicación de por qué se había formulado una pregunta	3.00	3.00
4. Explicación del razonamiento del programa	3.00	3.00
5. Escala de respuesta del usuario	3.43	2.50
6. Utilidad del programa	3.14	2.75
7. Fiabilidad del asesoramiento del programa	3.08	2.75
8. Funcionamiento del programa	3.21	3.00
9. Capacidad educativa	3.86	3.00
GLOBAL	3.19	2.89

Escala de respuestas:

1 = Muy pobre      3 = Buena      5 = Excelente  
2 = Pobre          4 = Muy buena

Fuente: MESSIER, WILLIAM F., JR. y HANSEN, JAMES V.: "A Case Study and Field Evaluation of EDP-XPERT". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, p. 177.

**Usuarios del sistema:** El sistema está destinado a los auditores superiores que poseen unos conocimientos básicos sobre en auditoría informática.

**Estado de desarrollo:** El EDP-XPERT se encuentra en una fase muy avanzada de su desarrollo. La base de conocimiento actual contiene una cantidad muy amplia de conocimientos sobre auditoría de proceso electrónico de datos en entornos informáticos avanzados. No obstante, dados los continuos avances que se producen en este entorno, el sistema debe ser continuamente actualizado, añadiéndoles nuevos tipos de controles.

## OTRAS INVESTIGACIONES DE INTERÉS

\* El MIS Training Institute, de EE.UU., está desarrollando varios sistemas expertos para ayudar a los auditores internos en los aspectos del proceso electrónico de datos.<sup>60</sup> La mayoría de estos sistemas están basados en entornos IBM. Algunos de estos sistemas se enfocan sobre entornos de ordenadores específicos, tales como: el sistema de comunicaciones de IBM, el sistema 36, el sistema 38 y el entorno de base de datos de IBM (IMS). Esos sistemas están relacionados con la revisión del centro de datos, recuperación de desastres y auditoría de microordenadores.

\* **DISCOVERY**<sup>61</sup> Es un sistema experto desarrollado por TRW,<sup>62</sup> que ayuda a detectar y prevenir los intentos de acceso ilegítimo en los sistemas informáticos por personas no autorizadas. El DISCOVERY revisa toda la actividad de consulta diaria y detecta las consultas realizadas por personas no autorizadas. El sistema procesa alrededor de 400.000 consultas diarias desde una base de código de acceso de cliente de 120.000 posiciones. Muchas de estas posiciones pueden estar autorizadas para acceder varias personas. El sistema busca ciertos patrones repetitivos en los datos de

---

<sup>60</sup> Cfr.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1989): "Review of ...", op. cit., p. 6.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1993): "Expert Systems ...", op. cit., p. 214.

<sup>61</sup> Cfr.

\* TENER, WILLIAM T.: "Expert Systems for Computer Security". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 2, marzo, 1988, pp. 3-5.

\* TENER, WILLIAM T.: "Expert Systems for Computer Security". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993. Capítulo 13, pp. 267-272.

Un resumen del sistema puede verse en:

\* BROWN, CAROL E. y PHILLIPS, MARY ELLEN: "Expert Systems for Internal Auditing". Internal Auditor, vol. 48, nº. 4, agosto, 1991, p. 26.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1989): "Review of ...", op. cit., p. 15.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1993): "Expert Systems ...", op. cit., p. 225.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Issues in Expert Systems for Security". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

<sup>62</sup> TRW es una sociedad que proporciona información de crédito sobre las personas para instituciones de concesión de créditos.

consulta y compara estos patrones con la actividad de consulta diaria, con el fin de detectar las desviaciones en el comportamiento normal del usuario. Este sistema DISCOVERY integra las capacidades de los sistemas expertos y los sistemas de ayuda a la decisión, utilizando las características del reconocimiento de patrones, perfiles de autoaprendizaje, bases de datos dinámicas, acceso interactivo, etc. El sistema fue inicialmente desarrollado en un IBM PC XT con 60 Mb de memoria RAM, en lenguaje C. Posteriormente se pasó a un ordenador central (mainframe) de IBM, modelo 3090-400, basado en lenguaje Cobol.

\* **Systematic** <sup>63</sup> es un sistema experto, desarrollado por Price Waterhouse, que ayuda a los auditores a obtener una comprensión de los sistemas de información por ordenador complejos. El sistema analiza y documenta tanto los aspectos manuales como informáticos del sistema de información de la entidad. Tiene un módulo para elaborar diagramas funcionales. Contiene también una base de datos de controles que se pueden utilizar para mitigar los riesgos de los sistemas informáticos.

\* **AS/400 Expert** <sup>64</sup> Es un sistema experto, desarrollado por Price Waterhouse, que ayuda a los auditores informatizados a realizar una comprensión de los controles relativos a una instalación informática AS/400 de IBM. En su construcción se utilizó la concha **CRYSTAL**.

\* **CCR/36 Advisor** (acrónimo de **Computer Control Review**)

---

<sup>63</sup> Cfr.

\* BROWN, CAROL E.: "Expert Systems in Public Accounting: Current Practice and Future Directions", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, p. 14.

\* MURPHY, DAVID y BROWN, CAROL E.: "The Uses of Advanced Information Technology in Audit Planning". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, p. 190.

<sup>64</sup> Cfr.

\* BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., p. 14.

\* MURPHY, DAVID y BROWN, CAROL E. (1992): "The Uses ...", op. cit., p. 190.

Advisor)<sup>65</sup> Es un sistema experto, desarrollado Ernst & Young, que ayuda a los auditores informáticos en la evaluación de los controles internos en un entorno informático de Sistema 36 de IBM. El sistema proporciona comentarios y sugerencias para mejorar los controles del sistema. Produce, también, una recomendación afirmativa o negativa sobre si se puede confiar en los controles internos en caso de auditoría. En su construcción se utilizó la concha de sistema experto X1. El conocimiento está sacado de un docena de auditores y directivos de la empresa Ernst & Young de todo el mundo.

\* El Continental Illinois Bank está utilizando sistemas expertos para mejorar los programas de auditoría para ordenadores personales para identificar los riesgos de los PCs.<sup>66</sup> El programa de auditoría para PCs consta de tres fases principales: (1) inventario de PCs, (2) análisis de los riesgos en PC y (3) auditoría de los riesgos de los PCs. En su construcción se ha utilizado la concha de sistema experto VP-Expert de Paperback Software International.

---

<sup>65</sup> Cfr.

\* BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., p. 12.

\* MURPHY, DAVID y BROWN, CAROL E. (1992): "The Uses ...", op. cit., pp. 190-191.

\* PHILLIPS, MARY ELLEN y BROWN, CAROL E.: "A Survey of Expert Systems Used in the Practice of Public Accounting". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

<sup>66</sup> Cfr. MAR, STEVE: "Using Expert Systems to Enhance the PC Audit Program". The EDP Auditor Journal. vol. 1, 1989, pp. 35-55.

### 10.2.2. Sistemas expertos de detección de la intrusión en el sistema.

El segundo gran grupo de sistemas expertos en auditoría informática es el que se refiere a los **sistemas expertos de detección de la intrusión**. Estos sistemas se encargan de velar por la integridad y continuidad de los sistemas de proceso electrónico de datos, proporcionando protección y detectando los intentos de intromisión de los usuarios no autorizados en el sistema, evitando que se salten las contraseñas y controles que tiene establecidos el sistema. Normalmente estos sistemas están residentes en el propio sistema informático, y tratan de detectar el uso anormal del sistema, es decir las violaciones de seguridad del sistema. Entre las violaciones de seguridad del sistema se pueden citar: los intentos de rodaje del sistema de proceso electrónico de datos por personas no autorizadas, la penetración en el sistema de proceso electrónico de datos de usuarios ilegítimos, virus informáticos, etc.<sup>67</sup>

La mayoría de los sistemas informáticos de detección de la intrusión utilizan perfiles de comportamiento del usuario con los sistemas informáticos. Para detectar la intrusión, estos perfiles se comparan con la actuación real de los usuarios del sistema informático, con el fin de comprobar si el usuario está actuando según el comportamiento esperado. Estos sistemas utilizan métodos estadísticos para comprobar si el comportamiento del usuario se desvía de los perfiles de comportamiento esperados.<sup>68</sup>

Un ejemplo de sistema experto para detección de la

---

<sup>67</sup> Cfr.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1989): "Review of ...", op. cit., pp. 6-7.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1993): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 214-215.

<sup>68</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en O'LEARY, DANIEL E.: "Intrusion-Detection Systems". Journal of Information Systems, vol. 6, nº. 1, primavera, 1992, pp. 63-74.

intrusión en los sistemas de proceso electrónico de datos puede verse en el artículo de Denning (1987),<sup>69</sup> donde discute un sistema experto para proteger el sistema operativo.

Otros ejemplos interesantes de este tipo de sistemas expertos son:

\* Russell Davis describe un prototipo de sistema experto para detectar y combatir virus informáticos, basado en el cálculo de predicados. En su implementación se utilizó la herramienta **CLIPS (CLanguage Integrate Production System)**.<sup>70</sup>

\* El **MIDAS (Intrusion Detection and Alerting System)**<sup>71</sup> es un sistema experto que la National Computer Security Center, de EE.UU., ha instalado en su red local para detectar la intrusión en el sistema de proceso electrónico de datos.

\* El **IDES (Intrusion Detection Expert System)**<sup>72</sup> es un sistema experto, desarrollado por SRI International, que ayuda en la detección de la intrusión en los sistemas de proceso eléctrico de datos.

---

<sup>69</sup> Cfr.

\* DENNING, D.: "An Intrusion Detection Model", IEEE Transactions on Software Engineering, vol. 13, nº 2, febrero, 1987, pp. 222-232. Citado por:

\* O'LEARY, DANIEL E.: "Software Engineering and Research Issues in Accounting Information Systems". Journal of Information Systems, primavera, 1988, p. 30.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1989): "Review of ...", op. cit., p. 6.

\* O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R. (1993): "Expert Systems ...", op. cit., p. 214.

<sup>70</sup> Cfr. DAVIS, RUSSELL: "Using an Expert System to Peel the Computer Virus Onion". Edpacs, vol. 20, nº. 2, agosto, 1992, pp. 1-12.

<sup>71</sup> Ibid., pp. 1-12.

<sup>72</sup> Ibid., p. 1.

### 10.3. La aplicación de los sistemas expertos en otras áreas relacionadas con el proceso electrónico de datos.

Los sistemas expertos también se pueden utilizar como medios de apoyo informático en otras áreas relacionadas con el proceso electrónico de datos, tales como: (1) la evaluación de programas financieros y contables, (2) la evaluación y selección de conchas y herramientas de sistemas expertos, (3) evaluación de los riesgos asociados con la instalación de ordenadores, o, incluso, (4) la evaluación de otros sistemas expertos. A continuación vamos a ver las características generales de algunas de las aplicaciones más significativas de este tipo de sistemas:

#### **APCAS** <sup>73</sup>

**Autor o autores e institución patrocinadora:** M. E. Arnold, de la Portsmouth Polytechnic, y D. G. Rusch de la Liberpool Polytechnic.

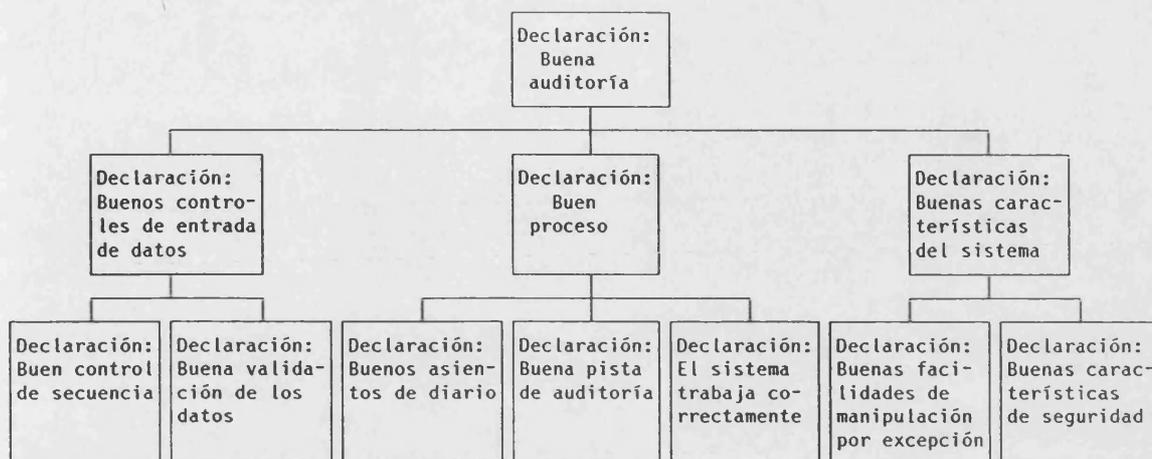
**Dominio (área funcional):** El sistema APCAS ayuda a los auditores en la evaluación del *software* financiero y contable. El sistema persigue un doble objetivo: (1) aconsejar sobre la adecuación general del *software*, e (2) informar sobre las deficiencias específicas.

**Descripción funcional del sistema:** La estructura de conocimientos del sistema esta organizada en forma de árbol de inferencias, organizado jerárquicamente en varios niveles de objetivos y subobjetivos. En las Figuras 10 y 11 se puede apreciar una muestra de este tipo de estructuras.

---

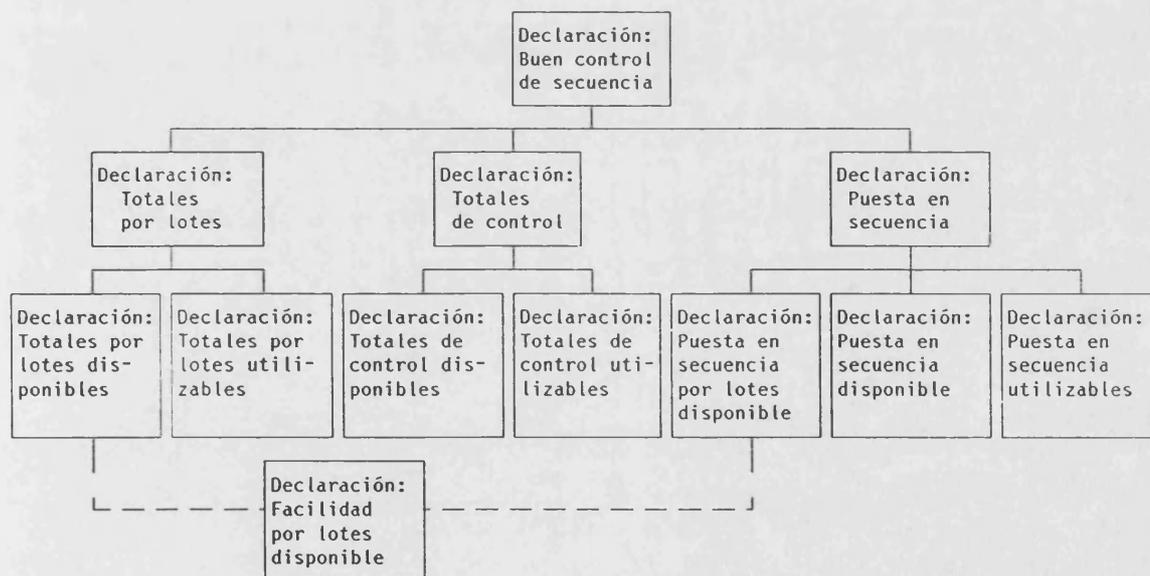
<sup>73</sup> Cfr. ARNOLD, MIKE y RUSH, DAVID: "An expert system approach to the appraisal of accounting software". *Management Accounting* [Gran Bretaña], enero, 1987, pp. 32-35.

Figura 10. Estructura global del conocimiento



Fuente: ARNOLD, MIKE y RUSH, DAVID: "An expert system approach to the appraisal of accounting software". Management Accounting [Gran Bretaña], enero, 1987, p. 34.

Figura 11. Estructura del conocimiento para controlar de la puesta en secuencia



Fuente: ARNOLD, MIKE y RUSH, DAVID: "An expert system approach to the appraisal of accounting software". Management Accounting [Gran Bretaña], enero, 1987, p. 35.



El sistema funciona de forma interactiva y amistosa con el usuario. Tras una breve descripción de los recursos disponibles, el usuario debe responder a una serie de preguntas sobre el *software* a investigar. Las preguntas están vinculadas unas a otras, y sólo se plantean aquellas preguntas que son relevantes de acuerdo con las respuestas dadas por el usuario (la línea de puntos de la Figura 11 indica que sólo se preguntará la segunda cuestión si la respuesta dada por el usuario es relevante). Al final de la sesión el sistema produce un informe, dando una valoración completa del *software* investigado y subrayando sus deficiencias. Los informes son almacenados en una base de datos de informes que pueden ser consultados posteriormente por medio de un sistema de gestión de base da datos.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** En su construcción se ha utilizado la concha de sistema experto **SAVOIR**. Se eligió esta concha porque reunía una serie de características, a saber: permite modelizar la incertidumbre, tiene la capacidad de encadenamiento hacia adelante y hacia atrás, y puede suprimir objetivos si una respuesta ya ha sido encontrada o si encuentra improbable que la búsqueda dentro de una parte de la red produzca resultados útiles. Esta concha funciona en un PC de IBM o compatible, y el sistema operativo es el MS-DOS.

**Adquisición del conocimiento:** En la primera fase de desarrollo del sistema se excluyó el debate con los expertos, pues se pensó que la forma más rápida de construir un primer prototipo era recurriendo a los manuales publicados sobre el tema. En una etapa posterior se contará también con la opinión de los expertos.

**Representación del conocimiento:** El conocimiento está estructurado jerárquicamente en forma de árbol, con varios

niveles de objetivos (ver Figuras 10 y 11). Este conjunto de objetivos y subobjetivos se representa formalmente por medio de reglas de producción. Las reglas de producción pueden contener probabilidades, cuyo rango está comprendido entre +5 (acuerdo definitivo) y -5 (desacuerdo definitivo). La probabilidad de un objetivo es deducida utilizando la estadística bayesiana desde las probabilidades de sus subobjetivos. En cada declaración y pregunta de probabilidad hay dos factores de peso asociados, conocidos como LS (alcance por el cual la presencia de evidencia confirma el objetivo) y LN (alcance por el cual la ausencia de la evidencia hacen menos probable el objetivo).

**Usuarios del sistema:** El sistema está pensado para auditores con cierta familiaridad con los paquetes de *software*.

**Estado de desarrollo:** El programa contiene, aproximadamente, 3500 líneas de largo. Incluye 86 preguntas, 52 variable y 245 acciones (mandatos o grupos de mandatos con una condición de disparo asociada). El prototipo está siendo refinado actualmente y próximamente podrá ser aplicado a series de paquetes de *software* financiero estándar. También se pretende volver a implementar el sistema utilizando esquemas de representación del conocimiento más sofisticados, posiblemente se utilizarán marcos (frames).

## CIRAX (Computer Installation Risk Assessment Expert) <sup>74</sup>

**Autor o autores e institución patrocinadora:** Alex Edwards, del Departamento de Contabilidad y Ciencia de Gestión de la Universidad de Southampton, y N.A.D. Connell, de Kingston Business School de la Kingston Polytecnic. El Institute of Chartered Accountants in England and Wales (ICAEW) participó también en el proyecto, concediendo una beca de investigación al Departamento de Contabilidad y Ciencias de la Gestión de la Universidad de Southampton, con el fin de realizar sistemas expertos, evaluar varias conchas de sistema experto y realizar una encuesta sobre los sistemas expertos y los sistemas de ayuda a la decisión en contabilidad.<sup>75</sup>

**Dominio (área funcional):** El sistema CIRAX es un prototipo de sistema experto que ayuda en la evaluación de los riesgos asociados con la instalación de ordenadores.<sup>76</sup> En un principio, el estudio se centró en el proceso de extracción del conocimiento,<sup>77</sup> y no en los temas de implementación del sistema que se producirían en una fase posterior del proyecto.

La tarea abordada por el sistema es similar a una

---

<sup>74</sup> Cfr.

\* CONNELL, N. A. D.: "Expert Systems in Accounting: A Review of Some Recent Applications". *Accounting and Business Research*, nº. 67, invierno, 1987, pp. 221-233.

\* EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989. Segunda parte, capítulos 6-10, pp. 93-174.

<sup>75</sup> Cfr. EDWARDS, A. y CONNELL, N.A.D. (1989): "Expert Systems ...", op. cit., Prólogo, p. xiii. Las características y los resultados de la encuesta pueden verse en los Apéndices A-E de este mismo libro, pp. 175-241.

<sup>76</sup> Los riesgos empresariales en los sistemas informáticos pueden clasificarse en: riesgos en el desarrollo, errores, interrupción del negocio, acceso no autorizado a la información y fraude. Una explicación de estos riesgos y de los controles que se pueden utilizar para prevenirlos puede verse en EDWARDS, A. y CONNELL, N.A.D. (1989): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 111-113.

<sup>77</sup> Cfr. EDWARDS, ALEX: "What is the answer?. In that case, what is the question?". *Accountancy*, agosto, 1987, pp. 97-9.

En un artículo anterior, Edwards trató, en términos generales, sobre los problemas que plantea el proceso de adquisición del conocimiento. Véase: EDWARDS, ALEX: "Mining for knowledge". *Accountancy*, abril, 1987, p. 125-7.

auditoría informática. El área de revisión se divide en doce áreas:

1. Detalles generales
2. Controles globales en la gestión
3. Programas del sistema
4. Seguridad física y controles de acceso lógicos
5. Operaciones del ordenador
6. Preparación y control de datos
7. Archivos y biblioteca de programas
8. Recuperación y planes de contingencia
9. Cobertura del seguro
10. Mantenimiento del sistema y procedimientos para el cambio de controles
11. Controles para el desarrollo del sistema
12. Comprobación de la aceptación del usuario.

A su vez, cada una de estas áreas se subdividen en varias secciones. Así, por ejemplo, el área 4 (seguridad física y controles de acceso lógicos) se subdivide en cinco subáreas:

- 4.2 Controles del entorno
- 4.3 Controles del acceso físico
- 4.4 Controles del acceso a los programas
- 4.5 Administración de contraseñas
- 4.6 Utilidades

**Descripción funcional del sistema:** El sistema funciona de forma interactiva con el usuario, por medio de menús encadenados. Posee una facilidad de explicación. El sistema permite realiza análisis "Qué-si" para ver el efecto que tendrá el cambio de las respuestas a algunas preguntas. Contiene también un glosario que contiene las explicaciones y definiciones de los diversos términos que se usan conjun-

tamente con diversas configuraciones de los equipos y programas informáticos. Al final de una sesión de consulta produce un informe que incluye algunos comentarios sobre la instalación del cliente que ha sido considerada (en la Figura 12 aparece un ejemplo de informe elaborado por el sistema CIRAX).

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** En su construcción se utilizaron dos conchas de sistema experto: SAVOIR y CRYSTAL. Ambas conchas utilizan reglas de producción como método para representar el conocimiento. Las diferencias entre ellas son a nivel de la interfase del usuario y de los mecanismos de inferencia.

**Representación del conocimiento:** Por las características de estas conchas, el conocimiento está organizado jerárquicamente por objetivos y subobjetivos. Cada subobjetivo puede estar vinculado, a su vez, con otros subobjetivos. Los últimos subobjetivos del árbol de decisión, los de nivel inferior, se obtienen formulando algunas preguntas al usuario. Los objetivos están relacionados con sus subobjetivos por reglas de producción.

**Usuarios del sistema:** El usuario previsto del sistema es un miembro veterano de un departamento de auditorías, que lo utilizaría para calcular el "nivel de riesgo" de los aspectos del sistema informático en estudio, con una visión para establecer una forma de dirigir los recursos de las auditorías hacia las áreas de mayor riesgo.

Figura 12. Informe elaborado por el sistema CIRAX

---

---

## INFORME DETALLADO

### Riesgo de los controles e informe sobre el cálculo del riesgo empresarial.

Como resultado de nuestra revisión de la instalación del Sistema 34 en la sede del cliente Bloggs y Co., en el año 1988 y que finalizó el 14 de septiembre, tenemos los comentarios siguientes sobre los controles de acceso a los programas.

#### Valoración global

Los controles de acceso a los programas han sido calificados de bastante adecuados porque:

- \* Se usa la seguridad contratada
- \* Se usa la seguridad del menú
- \* No se usa la seguridad de los recursos
- \* No está cubierta la seguridad de los recursos

#### Valoración detallada

Para asegurar el funcionamiento continuado y correcto de las operaciones informáticas y la producción de información exacta, es esencial que se mantenga la integridad tanto de los programas como de los archivos. Esto requiere unos controles adecuados para asegurarse la prevención de actualizaciones no autorizadas a programas o a datos vivos.

Nosotros creemos que hay algunas deficiencias en los importantes procedimientos que hoy están en boga. En los párrafos siguientes discutiremos estos procedimientos.

El sistema 34 proporciona dos tipos de seguridad; la seguridad contratada y la seguridad de los archivos y bibliotecas (de los recursos). La primera gestiona el acceso del usuario al sistema y puede incluir limitaciones a menús de programas concretos (seguridad del menú). La segunda puede usarse para restringir el acceso a archivos y bibliotecas de programas previamente designados. Además las aplicaciones individuales pueden tener sus propias contraseñas para su uso.

El uso de la seguridad contratada es absolutamente esencial en cualquier instalación. La ausencia de este control fundamental es el paso previo virtual a los intentos de introducir otros controles compensatorios.

La seguridad contratada permite el uso de menús obligatorios (seguridad por menús) para que los usuarios puedan ver limitado su acceso a ciertos programas por su perfil de seguridad que viene determinado por los atributos asignados a su identificación como usuarios por la autoridad apropiada de su organización.

Además del control de acceso por menús obligatorios el usuario puede ver también limitado su acceso por los controles situados en los mismos programas. Así puede haber algunos programas que puedan ser usados por usuarios concretos, siendo determinado este acceso ya en el propio programa y no en el usuario.

Finalmente los programas individuales pueden tener contraseñas propias diseñadas para controlar a aquellos que quieran usarlos.

#### Seguridad de los recursos

Usando la seguridad de archivos y bibliotecas (seguridad de los recursos) es posible proteger unos archivos y/o bibliotecas de programas, limitando el acceso únicamente a los usuarios designados. A un usuario se le pueden otorgar cuatro categorías de autoridad:

- (i) Ejecutar: el usuario puede ejecutar programas desde la biblioteca protegida.
- (ii) Leer: el usuario tiene la autoridad para ejecutar y también puede revelar los contenidos del archivo o biblioteca.
- (iii) Cambiar: el usuario tiene autoridad para leer y puede también crear, borrar, o enmendar los contenidos del archivo o biblioteca protegidos.
- (iv) Propietario: el usuario tiene acceso al nivel de cambio y también puede permitir el acceso a otros usuarios, así como retitular el archivo o la biblioteca.

El cliente ha indicado que la seguridad de los recursos no se usa para proteger el acceso a archivos y bibliotecas sensibles, de esta forma se puede estar incurriendo en un riesgo aunque se esté usando la seguridad por menú.

#### RIESGOS EMPRESARIALES

Los riesgos empresariales que hemos abordado están asociados a la calidad de los controles de acceso a los programas. Dado que el nivel del control de acceso a los programas ha sido considerado únicamente moderado, hay algún grado de riesgo a asociar con el error, fraude y la revelación no autorizada de información. Principalmente se deben a: una falta de atención a la seguridad de los recursos.

**Autor o autores e institución patrocinadora:** Jaap Swagerman y J. P. J. Verkruijsse. Patrocinados por Moret & Limperg Registeraccountants.

**Dominio (área funcional):** Ayuda al auditor a evaluar otros sistemas expertos (a los que podemos llamar sistemas objeto). Los objetivos que pretende cubrir el sistema son:

1. Clasificar los sistemas expertos en clases de fiabilidad.
2. Adaptar las cuestiones al nivel de experiencia del usuario.
3. Adaptar el consejo de auditoría a las circunstancias.
4. Dar una explicación amistosa para el usuario.
5. Hacer el auto-aprendizaje del sistema para facilitar el mantenimiento del sistema.

**Descripción funcional del sistema:** Para realizar una evaluación de otros sistemas expertos, el sistema META realiza clasificaciones los sistemas expertos (sistemas objeto) por categorías de fiabilidad. Utiliza cinco categorías de fiabilidad: muy fiable, moderadamente fiable, razonablemente fiable, poco fiable y nada fiable. Cada categoría de fiabilidad contiene once atributos: exactitud, integridad, desviar, documentación, eficacia, disponibilidad, explicación, legitimidad, eficiencia, oportunidad y pista de auditoría. Al auditor se le plantea una pregunta por cada atributo. Las respuestas, los valores sobre los atributos, forman una imagen del sistema objeto que posteriormente se confronta con las clases de fiabilidad. En la

---

<sup>78</sup> Cfr. SWAGERMAN, J. y VERKRUIJSSE RA, J. P. J.: "An Expert-System supporting the Auditor in the Evaluation of Expert Systems". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

Figura 13 se muestra una parte del marco para la clasificación de un sistema experto razonablemente fiable.

Figura 13. Parte del marco para la clasificación de fiabilidad de un sistema razonablemente fiable

---

1 nombre	un sistema razonablemente fiable	
2 exactitud	0 - 4%	31
3	5 - 8%	39
4	9 -15%	16
5	16 -25%	4
6 integridad	eficaz	33
7	suficiente	23
8	inadecuada	4
9 desviar	interna (si se encuentra, añadir medidas de auditoría especiales.)	

---

Fuente: SWAGERMAN, J. y VERKRUIJSSE RA, J. P. J.: "An Expert-System supporting the Auditor in the Evaluation of Expert Systems". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988, p. 3

Las líneas 2-8 de la Figura 13 muestran los atributos "exactitud" e "integridad", con los valores que estos atributos pueden tener en un sistema experto razonablemente fiable. Junto a cada valor está el peso del valor. Cuanto mayor sea el peso, más normal será el valor. El porcentaje de respuestas correctas en un sistema experto razonablemente fiable estará normalmente entre el 5% y el 8%. La línea 9 de la Figura 13 le indica al sistema META lo que se debe hacer si un sistema objeto es razonablemente fiable, pero no tiene posibilidad de desviarse a un sistema informático externo si su propia instalación informática tiene una avería.

El sistema es amistoso con el usuario y es capaz de explicar sus decisiones de la misma forma que lo haría un auditor humano. Si el auditor no sabe exactamente qué significa una pregunta, puede pedir ayuda. El sistema, automáticamente, formulará algunas preguntas menos abstractas para ayudar al auditor a escoger la respuesta correcta

a la pregunta abstracta. La Figura 14 muestra un consejo de auditoría dado por el sistema META.

Figura 14. Consejo de auditoría para un sistema experto individual

---

Adaptar el consejo de auditoría a las circunstancias

Consejo:

Consideremos que este sistema experto es moderadamente fiable y lleva a cabo el siguiente programa de auditoría:

:  
:

Controles generales

El contable debe formarse una opinión al respecto de:

- la adecuación del diseño de la infraestructura en la que es operativo el sistema.

:  
:

La falta de posibilidades de desviación externa puede llevar a problemas de continuidad. Determinése que los procedimientos de desviación se comprueben con regularidad.

Evalúese el trabajo del procedimiento de desviación interna que esté presente en un caso de comprobación.

---

Fuente: SWAGERMAN, J. y VERKRUIJSSE RA, J. P. J. (1988): "An Expert-System ...". Op. cit., p. 8.

El sistema tiene capacidad para ofrecer una explicación cada vez que dé un consejo al auditor. El consejo que proporcione el sistema se adapta a las circunstancias del sistema objeto que se desea auditar. En la Figura 15 se muestra una justificación dada por el sistema.

Figura 15. Justificación dada para la clasificación de un sistema objeto como moderadamente fiable y explicación de la coincidencia del mismo sistema objeto con un sistema poco fiable.

---

Explicación amistosa para el usuario

La coincidencia fue:

de un 75% con un sistema moderadamente fiable  
de un 74% con un sistema razonablemente fiable  
de un 53% con un sistema poco fiable  
de un 47% con un sistema muy fiable  
de un 24% con un sistema en absoluto fiable

La coincidencia de un 24% con un sistema en absoluto fiable está causada en un 36% por los cambios en el sistema descentralizado, en un 24% por un 3-10% a destiempo, y de un 15% por disponibilidad descentralizada.

---

Fuente: SWAGERMAN, J. y VERKRUIJSSE RA, J. P. J. (1988): "An Expert-System ...". Op. cit., p. 9.

El sistema también tiene capacidad de autoaprendizaje, lo cual facilita el mantenimiento de la base de conocimiento. La tarea de mantenimiento la realiza el sistema analizando los ejemplos. Cada vez que el sistema se encuentra con un buen ejemplo de una clase determinada de fiabilidad, lo guarda como miembro del conjunto de ejemplos con el que se actualiza frecuentemente la base de conocimiento del sistema.

**Herramienta de desarrollo, y hardware y software necesario:** El sistema ha sido construido utilizando el paquete de software **CAKE**. Este paquete de software se utiliza en la psicología cognoscitiva, y tiene un procedimiento de inferencia que permite hacer clasificaciones por categorías.

**Representación del conocimiento:** El conocimiento se clasifica por categorías (conceptos, clases) y está representado en marcos (frames) (ver Figura 13). Cada marco contienen todo lo relativo a una categoría.

**Motor de inferencia: métodos de razonamiento:** El motor de inferencia del sistema utiliza un procedimiento de clasificación basado en la teoría de Eleanor Rosch<sup>79</sup> de la categorización borrosa.

---

<sup>79</sup> Psicóloga cognoscitiva americana que llevó a cabo algunos experimentos en el campo de la clasificación humana.

## **CAPITULO 11. INCIDENCIAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS SOBRE LA PROFESIÓN CONTABLE Y DE AUDITORÍA**

### **11.1. Ventajas e inconvenientes de los sistemas expertos para la profesión contable y de auditoría.**

En este capítulo nos vamos a centrar en las ventajas e inconvenientes de los sistemas expertos, pero no en un sentido general sino con referencia a la contabilidad y a la auditoría.

#### **11.1.1. Beneficios de los sistemas expertos.**

Los sistemas expertos presentan, entre otros, los siguientes **beneficios**<sup>1</sup> para la profesión contable y de auditoría:

\* **Conservación del conocimiento experto.** En muchas empresas existe personal muy especializado que posee gran cantidad de conocimientos técnico y experiencia para reali-

---

<sup>1</sup> Cfr.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)-EDP TECHNOLOGY RESEARCH SUB-COMMITTEE: "An Introduction to Artificial Intelligence and Expert Systems". AICPA-M.A.S.S.R., New York, 1987, pp. 10-11.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)-EDP TECHNOLOGY RESEARCH SUB-COMMITTEE: "Expert systems for accountants: has their time come?". Journal of Accountancy, Diciembre, 1987, pp. 117 y 120.

\* BORTHICK, A. FAYE Y WEST, OWEN D.: "Expert Systems - A New Tool for the Professional". Accounting Horizons, marzo, 1987, pp. 14-15.

\* CHU, GRACE T.: "Expert Systems in Computer Based Auditing". The EDP Auditor Journal, vol. 1, 1989, pp. 27-28.

\* ELLIOTT, ROBERT K. y KIELICH, JOHN A.: "Expert systems for accountants". Journal of Accountancy, septiembre, 1985, pp. 132-133.

\* ENGLARD, BOB y KISS, MARTIN: "Overview: expert systems in accounting". Florida CPA, vol. 5, Febrero, 1989, p. 19.

\* ENGLARD, BOB, KISS, MARTIN y SCHWARTZ, HAROLD: "Expert Systems in Accounting". The CPA Journal, abril, 1989, p. 60.

\* MARTIN, THOMAS J.: "Expert Systems in Finance and Accounting: a Technology Whose Time Has Come". Corporate Controller, mayo-junio, 1989, pp. 5-6.

\* THIERAUF, ROBERT J.: "Expert Systems in Finance and Accounting". Quorum Books, New York, 1990, pp. 221-222.

\* WRIGHT, WILLIAM F.: "Discussant's Comments on: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984, pp. 207-208.

zar ciertos trabajos. Los sistemas expertos permiten que la pericia o conocimiento especializado de los profesionales con experiencia pueda ser conservado en un sistema experto. De esta forma se evitarían los problemas que se producen en la empresas por la desaparición de los expertos por motivos de salud, muerte, jubilación o cese voluntario. Además, el conocimiento capturado a los expertos, introducido en la base de conocimiento del sistema experto, se podría incrementar en el futuro con la incorporación del conocimiento de otros expertos de la compañía, constituyendo lo que se denomina la «experiencia institucional» de la compañía, produciéndose, de esta forma, un mayor nivel de conocimiento.

**\* Réplica y distribución del conocimiento experto.** Dado que los conocimientos técnicos y la experiencia de los expertos es un bien escaso y caro, las empresas podrían replicar el conocimiento de los profesionales con experiencia en forma de sistemas expertos y distribuirlo selectivamente en aquellos lugares de la empresas donde fuera necesario. Es decir, dado que un sistema experto es un programa de ordenador, éste se puede copiar tantas veces como se quiera y localizarse donde sea necesario. De esta forma, los sistemas expertos podrían ayudar al personal sin experiencia a resolver ciertos problemas complejos y se podrían utilizar en aquellos lugares donde el experto no pudiera estar físicamente. Así, por ejemplo, los sistemas expertos podría ser distribuidos entre las distintas sucursales de la empresa con el fin de llevar un política común en todas ellas. Los sistemas expertos también se pueden utilizar por los auditores jóvenes para llevar el conocimiento experto a los locales de los clientes cuando realizan una auditoría.

**\* Mejora de la productividad del personal.** Los sistemas expertos permiten poner el conocimiento, la pericia y la

perspicacia de los profesionales veteranos a disposición del personal sin experiencia. De esta forma se consigue aumentar la productividad del personal, ya que permite que los empleados más jóvenes realicen eficientemente ciertas tareas, que de otro modo no podrían realizar sin una formación y experiencia previas. Además, permiten que el personal experto disponga de más tiempo para dedicarse a las tareas más importantes, liberalizándole de las faenas más rutinarias y tediosas.

**\* Aseguran la congruencia y aumentan la calidad de los trabajos profesionales.** Los sistemas expertos aseguran la congruencia y minuciosidad de los trabajos profesionales y ayudan a aumentar la calidad de los mismos. Los sistemas expertos, al tener incorporados las normas para realizar eficaz y eficientemente las tareas profesionales, proporcionan una orientación sobre cómo se deben realizar las mismas, y controlan que las faenas se realizan de acuerdo con estas normas. Además, los sistemas expertos no se ven afectados por problemas personales de tipo afectivo (e.g., angustias, ansiedad, depresiones ...) y, por lo tanto, la calidad del trabajos no se verá afectada por estas circunstancias.

**\* Velocidad y seguridad en el proceso de ejecución de las tareas.** Como los sistemas expertos se basan en el ordenador, la información y el conocimiento se procesa de una manera mucho más rápida y segura de lo que lo haría cualquier persona. Por lo tanto, las decisiones se pueden tomar en un tiempo mucho más corto y con mayor seguridad. Ahora bien, el hecho de que el proceso de información sea más seguro no quiere decir que los sistemas expertos no cometen errores. Dado que los sistemas expertos se basan en el conocimiento de un experto, representado por hechos y heurísticas, también pueden cometer errores, del mismo modo que lo hacen los expertos humanos, pues puede ocurrir que no

estén previstos todos los casos posibles o que la información que utilice el sistema sea errónea, incompleta o incierta, y, como consecuencia de ello, la solución dada por el sistema también lo sea.<sup>2</sup>

\* **Comprensión más profunda del conocimiento.** El hecho de crear un sistema experto obliga a los ingenieros del conocimiento a analizar minuciosamente todos los procesos de pensamiento que realizan los expertos al resolver los problemas. Esta investigación pone de manifiesto todas las incoherencias y defectos que surgen cuando se realiza un trabajo y, como consecuencia de ello, obliga a racionalizar y mejorar los procesos de razonamiento de los expertos. Uno de los mayores beneficios que se pueden obtener de la construcción de un sistema experto es la comprensión de los conocimientos y de la pericia de un experto. Durante el proceso de extracción del conocimiento del experto, así como durante el proceso de comprobación del sistema e incluso durante las sesiones de consulta, el ingeniero del conocimiento y el experto pueden aprender y obtener intuiciones valiosas de cómo se aplica y usa su pericia en la resolución de los problemas.<sup>3</sup>

Son muchos los autores que consideran que la construcción de un sistema experto es un medio ideal para estudiar los procesos de pensamiento realizados por los expertos humanos cuando efectúan un trabajo. En este sentido, Bailey et al.<sup>4</sup> consideran que los sistemas expertos son una herramienta ideal para estudiar el procesamiento humano de

---

<sup>2</sup> Cfr. LIEBOWITZ, JAY: "Misinformation prolongs expert systems myths". Datamation [EE.UU.], noviembre, 1987, p. 26.

<sup>3</sup> Cfr. EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989. p. 91.

<sup>4</sup> Cfr. BAILEY, ANDREW D., Jr., KACKENBRACK, KARL, DE, PRABUDDHA y DILLARD, JESSE: "Artificial Intelligence, Cognitive Science, And Computational Modeling In Auditing Research: A Research Approach". Journal of Information Systems, vol. 1, nº. 2, primavera, 1987, pp. 20-40.

la información. Gal y Steinbart<sup>5</sup> también sugieren la idea de que los sistemas expertos pueden usarse como metodología para el estudio de los procesos de pensamiento de los expertos. Y Davis y Lenat<sup>6</sup> consideran que el objetivo de construir un sistema experto no es sólo el de construir un programa que muestre el comportamiento de un experto sobre un tema específico, sino que, además, el proceso de construcción del sistema experto sirve como medio de explicación del conocimiento en una materia. Incluso algunos sistemas de contabilidad han sido desarrollados principalmente con este fin. Así, por ejemplo el sistema experto **AUDITPLANNER**<sup>7</sup> se construyó con el fin de aprender como realizaban los auditores los juicios de auditoría sobre materialidad.

**\* Enfoque estructurado en la resolución de los problemas.** Como consecuencia de lo comentado en el punto anterior, los sistemas expertos también obligan a estructurar el proceso de toma de decisiones, centrándose únicamente en aquellos datos que son relevantes y necesarios para la solución de los problemas.

**\* Asesoramiento flexible en la toma de decisiones.** Los sistemas expertos también se pueden utilizar como herramienta de apoyo en la toma de decisiones, permitiendo realizar simulaciones y análisis "que... si...", y proporcionando una «segunda opinión».

**\* Como medio de formación y enseñanza.** Los sistemas expertos son instrumentos ideales para la formación y la

---

<sup>5</sup> Cfr. GAL, GRAHAM y STEINBART, PAUL: "Artificial Intelligence and Research in Accounting Information Systems: Opportunities and Issues". *Journal of Information Systems*, otoño, 1987, pp. 54-62.

<sup>6</sup> Cfr. DAVIS, RANDALL y LENAT, DOUGLAS B.: "Knowledge-Based Systems in Artificial Intelligence". McGraw-Hill, New York, 1982, p. 471.

<sup>7</sup> Cfr. STEINBART, PAUL J.: "The Construction of a Rule-Based Expert System as a Method for Studying Materiality Judgments". *Accounting Review*, enero, 1987, pp. 97-116.

enseñanza,<sup>8</sup> pues el desarrollo de un sistema experto permite que se analicen, con mucho detalle, todos los procesos que un experto realiza cuando ejecuta un trabajo determinado. Los sistemas expertos pueden ser utilizados por las empresas de contabilidad y auditoría como herramienta pedagógica para formar al personal más joven.<sup>9</sup> Por medio de un sistema experto se puede transmitir el conocimiento y la pericia de un experto al personal menos experimentado, reduciendo de forma considerable el tiempo y los costes de formación del personal. Los sistemas expertos se pueden utilizar, también, para simular situaciones reales que

---

<sup>8</sup> Una ampliación sobre el tema de la utilización de los sistemas expertos en la formación y la enseñanza puede verse, por ejemplo, en:

\* DAVIES, N.G., DICKENS, S.L. y FORD, L.: "TUTOR-A Prototype ICIA System". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge, London, 1985.

\* FOX, M. E.: "Expert systems for education and training". Incluido en J. FOX: "Expert systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech Limited, Maidenhead, Berkshire, 1984.

\* HERRON, ORLEY R.: "The Changing Role of the Instructor in a World of Technology and Expert Systems". Incluido en BERNOLD, THOMAS y HILLENKAMP, ULRICH [Eds.]: "Expert Systems in Production and Services II. From Assessment to Action?". Elsevier Science Publishers B.B., Amsterdam, 1989, pp. 194-195.

\* McFARLAND, THOMAS D. y PARKER, REESE.: "Expert Systems in Education and Training". Educational Technology Publications. Englewood Cliffs, 1990.

\* MERRILL, M. DAVID: "An Expert System for Instructional Design". IEEE Expert, vol. 2, nº. 1, verano, 1987, pp. 25-37,

\* MILLER, RICHARD K. y WALKER, TERRI C.: "Artificial Intelligence Applications for Business Management". SEAI Technical Publ., Madison, Georgia, 1988, pp. 232-245.

\* MORELLI, RALPH: "Using Knowledge Engineering to Teach Science". IEEE Expert, vol. 5, nº. 4, agosto, 1990, pp. 20-28.

\* MURPHY, DAVID S. y PHILLIPS, MARY ELLEN: "The Effects of Expert System Use on Entry-Level Accounting Expertise: An Experiment". Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 129-134.

\* O'SHEA, TIM y SELF, JOHN: "Enseñanza y aprendizaje con Ordenadores. Inteligencia Artificial en Educación". Anaya Multimedia, Madrid, 1985.

\* PEI, BUCK K. W. y RENEAU, J. HAL: "The Effects of Memory Structure on Using Rule-Based Expert Systems for Training: A Framework and a Empirical Test". Decision Sciences, vol. 21, nº2. primavera, 1990, pp. 263-286.

\* SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Integración del ordenador y de la tecnología de la información en la enseñanza de la Contabilidad". Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, pp. 55-73. Publicado también en las revistas: Partida-Doble, nº. 15, septiembre, 1991, pp. 64-71, y Técnica Contable, nº. 515, noviembre, 1991, pp. 625-634 y 646.

\* WOOLF, BEVERLY y CUNNINGHAM, PATRICIA A.: "Multiple Knowledge Sources in Intelligent Teaching Systems". IEEE Expert, vol. 2, nº. 1, verano, 1987, pp. 41-54.

<sup>9</sup> En este sentido, véase por ejemplo:

\* BIGGS, STANLEY F., MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "A Descriptive Analysis of Computer Audit Specialists' Decision-Making Behavior in Advanced Computer Environments". Auditing: A Journal of Practice and Theory, vol. 6, nº. 2, primavera, 1987, pp. 1-21.

\* BORTHICK, A. FAYE y WEST, OWEN D. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 9-16.

\* GAL, GRAHAM y STEINBART, PAUL (1987): "Artificial Intelligence ...", op. cit., pp. 54-62.

\* STEINBART, PAUL J. (1987): "The Construction ...", op. cit., pp. 97-116.

\* FORD, JOHN C.: "Expert systems in auditing". Edpacs, diciembre, 1988, pp. 4-9.

sirvan para demostrar todos los procesos que se siguen cuando se realiza un trabajo, y para comparar las opiniones del personal joven con las de los expertos veteranos.

Los sistemas expertos también se pueden utilizar por los profesores de contabilidad en la aulas como medio de enseñanza a los estudiantes de contabilidad en las Universidades.<sup>10</sup> Como ejemplos más significativos podemos citar los siguientes trabajos:

\* Booker, Kick y Gardner<sup>11</sup> han desarrollado un sistema experto para ayudar a los estudiantes a aprender los requisitos de la Opinión nº 21 del APB sobre la selección de las tasas de interés de cambio de los pagarés.

\* Dorr, Eining y Groff<sup>12</sup> han desarrollado un sistema experto que se utiliza como ayuda a la decisión en las clases sobre evaluación del control interno en los sistemas de contabilidad.

\* Eining y Dorr<sup>13</sup> utilizaron los sistemas expertos para realizar un estudio experimental con 191 estudiantes de contabilidad de nivel superior para ver el impacto de los sistemas expertos en la adquisición del conocimiento a través de la experiencia.

---

<sup>10</sup> Cfr., por ejemplo:

\* SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO (1991): "Integración del ordenador ...", op. cit.

\* LÓPEZ GONZÁLEZ, ENRIQUE: "Tecnología de la información y enseñanza de la Contabilidad en España". Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, pp. 251-264.

<sup>11</sup> Cfr. BOOKER, JON A., KICK, RUSSELL C y GARDNER, JOHN C.: "Expert systems in accounting: the next generation of computer technology". Journal of Accountancy, marzo, 1986, pp. 101-102 y 104.

<sup>12</sup> Cfr. DORR, PATRICK, EINING, MARTHA, y GROFF, JAMES E.: "Developing an Accounting Expert System Decision Aid For Classroom Use". Issues in Accounting Education, vol. 3, primavera, 1988, pp. 27-41.

<sup>13</sup> Cfr. EINING, MARTHA M. y DORR, PATRICK B.: "The Impact of Expert System Usage on Experimental Learning in an Auditing Setting". Journal of Information Systems, vol. 5, nº. 1, primavera, 1991, pp. 1-16.

\* Hatherly y Frases<sup>14</sup> han desarrollado un sistema experto para la formación de los alumnos universitarios sobre el tema de fusiones y adquisiciones de empresas de acuerdo con la norma británica SSAP 23.

\* Böer y Livnat<sup>15</sup> han desarrollado un sistema experto para enseñanza de cuestiones de contabilidad complejas que requieren la aplicación de numerosas reglas para un conjunto particular de transacciones económicas; en particular los problemas de arrendamiento y de clasificación de los arrendamientos como de capital u operativos.

\* King y McAulay<sup>16</sup> han propuesto un sistema experto para ayudar en la enseñanza de los costes estándares a grupos de estudiantes de contabilidad en el Reino Unido. El sistema calcula las desviaciones de materiales, mano de obra y gastos generales y realiza un análisis de las mismas.

\* Hye y Nar<sup>17</sup> han desarrollado el sistema TAXPRO, un prototipo de sistema experto que ayuda en el cálculo del impuesto sobre la renta como medio para estudiar la posibilidad de introducir los sistemas expertos en el curriculum contable.

\* Blocher et al.<sup>18</sup> han desarrollado el sistema experto

---

<sup>14</sup> Cfr. HATHERLY, DAVID y FRASER, RONALD: "Systems that breed experts". Accountancy, febrero, 1988, pp. 135-137.

<sup>15</sup> Cfr. BÖER, GERMAIN B. y LIVNAT, JOSHUA: "Using Expert Systems to Teach Complex Accounting Issues". Issues in Accounting Education, vol. 5, nº. 1, primavera, 1990, pp. 108-119.

<sup>16</sup> Cfr. KING, MALCOM y MCAULAY, LAURIE: "A Standard Costing Knowledge Base: Building and Using an Expert System in Management Accounting Education". Issues in Accounting Education, vol. 6, nº. 1, primavera, 1991, pp. 97-111.

<sup>17</sup> Cfr. HYE, LEE MENG y ELLA SIU YEE NAR: "An expert system for the teaching of income tax in the accounting curriculum". Accounting Education, vol. 2, nº 1, marzo, 1993, pp. 43-52.

<sup>18</sup> Cfr. BLOCHER, EDWARD, KRULL, GEORGE, Jr., SCALF, KENNETH A. y YATES, STEPHEN V. N.: "Training and Performance Effects of A Knowledge-Base System for Analytical Review". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

**ANSWERS** que permite realizar un estudio sobre los juicios que efectúan los auditores cuando llevan a cabo los procesos de revisión analítica para evaluar el riesgo inherente y el riesgo de quiebra. El estudio se centró en la utilización de los sistemas expertos como medio de formación profesional de los auditores y como ayuda práctica para efectuar los procedimientos analíticos.

\* Michell<sup>19</sup> ha desarrollado el sistema experto XPR para el control de gestión, que también se puede utilizar como medio de enseñanza en las aulas.

\* **Aumento de la habilidad para realizar análisis complejos.** Los sistemas expertos pueden ayudar al profesional en el análisis de grandes cantidades de datos, por ejemplo en la consulta de la legislación mercantil, fiscal, laboral, etc., o en la revisión analítica de documentos y estados contables. En tales casos, el sistema experto buscaría determinadas normas que afectan a una situación, realizando esquemas de las normas, analizando ciertas masas contables, etc.

\* **Ventaja competitiva para la empresa.** En el entorno empresarial actual, tan competitivo y cambiante, los sistemas expertos ofrecen a las empresas oportunidades estratégicas y ventajas competitivas muy importantes.<sup>20</sup> Es evidente

---

<sup>19</sup> Cfr.

\* MICHEL, DANIEL E.: "Using expert systems for the diagnosis of management control systems". Comunicación presentada al 11º Congreso Europeo de Contabilidad, celebrado en Niza, 28 de abril de 1988.

\* MICHEL, DANIEL E.: "Utilización de un sistema experto para el diagnóstico de un sistema de control". Comunicación presentada en el III Congreso Internacional de Costos y I Congreso Nacional de la Asociación Española de Contabilidad Directiva (ACODI). Madrid, 21-24 de septiembre de 1993.

<sup>20</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en:

\* MICHAELSEN, ROBERT y MICHIE, DONALD: "Prudent expert systems applications can provide a competitive weapon". Datamation [EE.UU.], julio, 1986, pp. 30-4.

\* MONGER, ROD F.: "AI Applications: What's Their Competitive Potential?". Journal of Information Systems Management, verano, 1988, pp. 19-25.

\* MOULIN, BERNARD: "Strategic Planning for Expert Systems". IEEE Expert, vol. 5, nº. 2, abril, 1990, pp. 69-75.

que las empresas de contabilidad que introduzcan la tecnología de la inteligencia artificial y los sistemas expertos en la resolución de sus tareas y en el asesoramiento externo, gozarán de una ventaja competitiva con respecto al resto de empresas. Por lo tanto, las empresas de contabilidad no pueden quedar al margen de estos cambios si quieren ser competitivas.

### 11.1.2. Limitaciones de los sistemas expertos.

Aunque los sistemas expertos van a reportar importantes ventajas para la profesión contable y de auditoría, sin embargo, en su estado actual, también presentan ciertos inconvenientes o limitaciones que es preciso tener en cuenta. Las limitaciones más importantes son:<sup>21</sup>

\* **Dominios del conocimiento muy reducidos.** Debido a la dificultad de los sistemas expertos para contener el conocimiento relativo al sentido común, y unido a las limitaciones que existen todavía en el *hardware* y el *software*, los sistemas expertos diseñados hasta la fecha, normalmente, suelen abarcar dominios de conocimiento muy reducidos. Como consecuencia de ello, los sistemas experto pueden plantear problemas cuando intentan resolver tareas

---

\* van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A.: "Expert Systems in Auditing". Macmillan Publishers, Globe Book Services, London, 1990. Capítulo 18, "Consideraciones estratégicas", pp. 151-154.

\* CALZADILLA DAGUERRE, JESÚS: "Arquitectura tecnológica y estrategia: requerimientos para sistemas expertos comerciales". Dirección y Progreso, nº 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 15-19.

<sup>21</sup> Cfr.

\* BORTHICK, A. FAYE y WEST, OWEN D. (1987): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 14-15.

\* O'LEARY, DANIEL E.: "The Use of Artificial Intelligence in Accounting". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987, pp. 93-94.

\* SHIM, JAE K. y RICE, JEFFRY S.: "Expert Systems Applications To Managerial Accounting". Journal of Systems Management, junio, 1988, pp. 11-12.

\* COATS, PAMELA K.: "Why Expert Systems Fail". Financial Management, vol. 17, nº 3, otoño, 1988, pp. 77-86.

\* DONEY, LLOYD D.: "Expert systems: new technology for job cost estimating". Corporate Accounting, Primavera, 1988, pp. 66-71. [Este trabajo presenta las limitaciones de los sistemas expertos desde el punto de vista de la estimación de costes].

que están fuera de los límites del dominio del sistema o, incluso, salvo que se hayan programado para actuar en situaciones en las que la información sea incompleta o incierta, pueden intentar resolver los problemas erróneamente, pues los sistemas expertos tienen muy poco conocimiento sobre su propio alcance y sus propias limitaciones.

**\* Cambio constante de la base de conocimiento.** Es evidente que para que un sistema sea útil en su cometido debe estar modificándose constantemente la base de conocimiento, con el fin de que recoja los cambios que afectan al entorno empresarial y contable (e.g., cambios en los principios y normas que afectan a la contabilidad y a la fiscalidad; cambios macroeconómicos y microeconómicos que afecten a la empresa; cambios tecnológicos, ...).

**\* La adquisición del conocimiento es muy lenta y costosa.** El mayor esfuerzo, tiempo y coste en la construcción de un sistema experto está en la adquisición, formulación y representación del conocimiento de un experto. Los ingenieros del conocimiento dedican muchos meses, incluso años, en reuniones de trabajo con los expertos para capturar los procesos de razonamiento de los expertos e introducirlos en la base de conocimiento del sistema experto.<sup>22</sup>

**\* Dificultad en representar ciertas clases de conocimiento.** Los métodos actuales para representar el conocimiento son muy rudimentarios y, en algunas ocasiones, son inadecuados para representar ciertas clases de hechos y relaciones. Por este motivo, las reglas de producción, el método de representación del conocimiento más utilizado en el pasado, están siendo sustituidas por nuevos métodos de representación del conocimiento (e.g., redes semánticas,

---

<sup>22</sup> Cfr. COATS, PAMELA K. (1988): "Why Expert ...", op. cit., p. 81.

marcos (frames), orientación a objetos, ...). Además, los sistemas expertos actuales tienen dificultades para representar ciertos tipos de conocimiento (e.g., el conocimiento temporal y el conocimiento de tipo algorítmico).

\* **Limitaciones para realizar cálculos numéricos.** Los primeros sistemas expertos que se construyeron eran lentos para realizar cálculos numéricos, ya que operaban en equipos muy sofisticados, especialmente diseñados para procesar razonamientos simbólicos.<sup>23</sup> Sin embargo, en la actualidad, estas limitaciones se han reducido considerablemente como consecuencia de la aparición de ordenadores más modernos, especialmente los ordenadores de la quinta generación que permiten realizar el proceso de datos en paralelo.<sup>24</sup>

\* **Costes de desarrollo.** Se requiere mucho esfuerzo para construir un sistema experto, pues la construcción de un sistema experto está plagada de múltiples dificultades de (e.g., limitaciones de la tecnología actual del *hardware* y *software*; dificultad de encontrar expertos que estén disponibles para desarrollar y depurar el sistema; escasez de ingenieros del conocimiento y programadores suficientemente cualificado para construir los sistemas expertos, ...).

\* **Dificultad de aprendizaje.** Aunque los sistemas expertos han sido diseñados para emular el comportamiento inteligente de los expertos humanos, y una de las características de este comportamiento es la capacidad de aprendizaje; sin embargo, la mayoría de los sistemas expertos diseñados hasta la fecha aprenden muy poco, o no

---

<sup>23</sup> Cfr. COATS, PAMELA K. (1988): "Why Expert ...", op. cit., p. 81.

<sup>24</sup> El proceso de datos en paralelo se basa en que varios procesadores, a veces cientos o miles, procesan simultáneamente los datos relativos a un mismo problema.

aprenden nada, de su experiencia.<sup>25</sup>

**\* Desacuerdo entre expertos.** Los expertos pueden estar en desacuerdo entre ellos mismos a la hora de tomar las mejores decisiones para la solución de los problemas particulares y, por consiguiente, también lo estarán con el comportamiento apropiado del sistema experto.

**\* Interfases y facilidades del sistema muy restringidas y poco amistosas con el usuario.** En la mayoría de los sistemas expertos desarrollados hasta la fecha los interfases de comunicación del usuario con el base de conocimiento y el motor de inferencia, así como las facilidades de adquisición del conocimiento, de explicación del proceso de razonamiento y de comunicación con otros subsistemas son muy limitadas y poco flexibles; aunque se está trabajando mucho para mejorarlos. Casi todos los sistemas expertos proporcionan una pista del proceso de razonamiento utilizado para llegar a una decisión; sin embargo, la mayoría de la veces no constituye una explicación satisfactoria del proceso de decisión. Otro aspecto a mejorar, es la incorporación del lenguaje natural en los distintos interfases del sistema.

**\* Aprendizaje artificial del conocimiento por los no expertos.** Debido a que los sistemas expertos se pueden utilizar como medio de formación para los contables y auditores jóvenes, se corre el riesgo de que los neófitos aprendan de una forma artificial la manera de solucionar los problemas, como consecuencia de haber aprendido las soluciones dadas por el sistema experto en lugar de haberlas

---

<sup>25</sup> Cfr.

\* LIEBOWITZ, JAY (1987): "Misinformation prolongs ...", op. cit., p. 26.

\* DENG, PI-SHENG, HOLSAPPLE, CLYDE W. y WHINSTON, ANDREW B.: "A Skill Refinement Learning Model for Rule-Based Expert Systems". IEEE Expert, vol. 5, nº. 2, abril, 1990, p. 15.

aprendido por una persona experta.<sup>26</sup>

**\* No proporcionan información al usuario no experto.** La mayoría de los sistemas expertos desarrollados hasta la fecha están diseñados para ayudar en la toma de decisión a los usuarios experimentados, o con un nivel medio de conocimientos, y no para sustituir al decisor o proporcionar información al usuario no experto.

**\* Rechazo del sistema por el usuario.** Los usuarios de un sistema experto pueden estar poco dispuestos a utilizarlo, ya que son generalmente reticentes a usar los ordenadores, o se sienten incómodos en traspasar su juicio en el proceso de tomar una decisión a una máquina. Además, los usuarios de un sistema experto muchas veces no son capaces de evaluar críticamente los juicios del sistema y, otras veces, no son capaces de entender las recomendaciones dadas por el éste, y, como consecuencia de ello, rechazan al sistema experto.

## **11.2. Cambios producidos por los sistemas expertos en la sociedad y en el entorno empresarial.**

Al igual que como ha ocurrido con la tecnología de la información, la utilización de la tecnología de los sistemas expertos va a producir cambios profundos en la organizaciones, en la gente y en la sociedad.<sup>27</sup> Estos cambios van a afectar de una forma especial a las empresas, modificando su estructura y organización, así como los hábitos y costumbres

---

<sup>26</sup> Cfr. MURPHY, DAVID S. y PHILLIPS, MARY ELLEN (1991): "The Effects ...", op. cit., p. 130.

<sup>27</sup> Cfr. TURBAN, EFRAIM: "Decision Support and Expert Systems: Managerial Perspectives". Macmillan Publishing, New York, 1988, pp. 621-650.

de los profesionales y directivos.<sup>28</sup> Entre los cambios más significativos que se van a producir por la implantación de los sistemas expertos en las empresas podemos citar:<sup>29</sup> cambios en la forma de estructurar y organizar los procedimientos administrativos y contables; cambios de personal en los distintos lugares y funciones de la empresa; cambios en los hábitos de los directivos y profesionales; reasignación de las responsabilidades en la adopción de decisiones. Todos estos cambios también van a afectar en la redistribución del poder dentro de las organizaciones,<sup>30</sup> y se corre el peligro de que el poder en el seno de las organizaciones sea detentado por los que sepan dominar eficazmente esta nueva tecnología.<sup>31</sup>

La utilización de los sistemas expertos en las empresas también va a producir importantes cambios en la estrategia empresarial de las mismas. Edwards y Connell<sup>32</sup> clasifican estos cambios en tres grandes tipos de efectos: (1) efectos internos, (2) efectos competitivos y (3) efectos sobre las relaciones con los clientes. En la Tabla 1 se pueden ver resumidos los posibles efectos de la utilización de los sistemas expertos en las empresas y su relación con los cambios estratégicos.

---

<sup>28</sup> Cfr. SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "La tecnología de la información y el directivo de la empresa del futuro". Partida Doble, nº 29, diciembre, 1992, pp. 6-21.

<sup>29</sup> Cfr. DUCHESSI, PETER, O'KEEFE, ROBERT y O'LEARY, DANIEL: "A Research Perspective: Artificial Intelligence, Management and Organizations". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 2, nº. 3, agosto, 1993, pp. 152-153.

<sup>30</sup> Cfr. RYAN, JODY L.: "Expert Systems in the Future: The Redistribution of Power". Journal of Systems Management, abril, 1988, pp. 18-21. [Publicado también en: Journal of Systems Management, noviembre, 1988, pp. 30-2].

<sup>31</sup> Cfr. RETOUR, DIDIER: "L'évaluation des systèmes experts de gestion: proposition d'une cadre d'analyse". Revue Française de Gestion, nº. 72, enero-febrero, 1989, p. 50.

<sup>32</sup> Cfr. EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D. (1989): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 84-87.

Tabla 1. Posibles efectos de la utilización de los SE y su relación con los cambios estratégicos

	Efectos internos	Efectos sobre la competencia	Efectos sobre los clientes
Cambios en la estrategia interna (e.g. ¿sufre algún cambio la estrategia interna?)	¿Aumenta la eficacia? ¿Cambia la actitud del personal fundamental? ¿Hay una reorganización que desemboca en una reducción en la autonomía?	¿Poco o ningún efecto? ¿Aumenta la sensación de amenaza?	Punto de enfoque para desarrollar un sistema experto
Cambios en la estrategia competitiva (e.g. ¿irrumpe en la profesión?)	Nuevas prácticas empresariales (¿auditoría?)	¿Se mantiene una reputación de alta tecnología entre la competencia? ¿Aumenta la presión sobre la competencia? ¿Aparecen nuevos rivales?	¿Reducción o cambio en los honorarios? ¿Se ata a los clientes a una empresa aumentando los costes del cambio? ¿Efectos sobre los auditores internos? ¿Reputación de alta tecnología?
Cambios en la estrategia de la cartera (e.g. cambios en los negocios)	¿Reorganización funcional? ¿Políticas de contratación? ¿Formación del personal?	¿Más competencia? ¿Cambio en las relaciones con los socios existentes?	¿Más clientes? ¿Nuevos negocios con los clientes existentes?

Fuente: EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989, p. 83.

Por último, también es conveniente indicar que aunque el proceso de implantación de esta nueva tecnología puede producir angustia e incertidumbre en algunas personas en el seno de las organizaciones, lo cual puede repercutir negativamente sobre la propia empresa; sin embargo, como ya hemos apuntado antes, los beneficios para las empresas son mucho mayores.

### 11.3. Cambios producidos por los sistemas expertos en el entorno contable y de auditoría.

En la actualidad, los contables y auditores se mueven en un entorno muy complejo, fuertemente informatizado (e.g., sistemas informáticos grandes, ordenadores personales, ordenadores portátiles, bases de datos, tratamiento de

textos, hojas de cálculo, gráficos, redes locales, comunicaciones, ...) <sup>33</sup> Ante este nuevo entorno los contables y auditores, si quieren seguir siendo competitivos, tienen que saber adaptarse y desarrollar nuevas técnicas que les permita ser capaces de tratar con las nuevas tecnologías adoptadas por sus clientes. <sup>34</sup> Por consiguiente, los contables y auditores no pueden quedar al margen de estas nuevas tecnologías si no quieren quedar obsoletos, <sup>35</sup> pues como indica Abramson:

"La revolución en la tecnología de la información es la ola del futuro. Nos guste o no, la profesión contable dominará la cumbre de la ola o se ahogará. Los contables estamos en el negocio de la información. Nuestro futuro profesional dependerá, en gran parte, de lo bien que nos adaptemos al impacto profundo y permanente de la tecnología de la información sobre todas las instituciones de nuestra sociedad y sobre las relaciones entre esas instituciones. El mismo proceso que está reorganizando completamente el mundo transformará nuestra propia profesión". <sup>36</sup>

Sin lugar a dudas, la primera implicación para los contables y auditores, si quieren tener una comprensión elemental de la tecnología de los sistemas expertos, es conocer una amplia nomenclatura de términos, muchos de ellos totalmente nuevos. <sup>37</sup> Palabras tales como: ingeniería del

---

<sup>33</sup> Sobre el nuevo entorno en el que se van a tener que enfrentar los contables y auditores puede verse por ejemplo ROUSSEY, ROBERT S.: "The CPA in the information age: today and tomorrow". Journal of Accountancy, octubre, 1986, pp. 94-107.

<sup>34</sup> Cfr. BAILEY, ANDREW D., Jr., HAN, KYEONG SEOK y WHINSTON, ANDREW B.: "Technology Competition and The Future of Auditing". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 23-48.

<sup>35</sup> Cfr. BUCKLEY, JOHN W.: "Expert Systems in Auditing: Implications of Technological Change on the Auditing Profession". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, p. 188.

<sup>36</sup> Cfr. ABRAMSON, DAVID. H.: "The future of accounting: scenarios for 1996". Journal of Accountancy, octubre, 1986, p. 120.

<sup>37</sup> Cfr. BUCKLEY, JOHN W. (1988): "Expert Systems ...", op. cit., p. 188.

conocimiento, reglas de producción, regla heurística, factores de certidumbre, lógica borrosa, encadenamiento hacia adelante, razonamiento no monotónico, etc., son palabras totalmente nuevas para los contables y auditores.

Además de esta primera implicación, la implantación de los sistemas expertos va a producir cambios importantes para la profesión contable y de auditoría en los siguientes aspectos:<sup>38</sup>

**\* Efectos de los sistemas expertos a largo plazo sobre el desarrollo del juicio y la intuición.** El uso de los sistemas expertos va a tener efectos importantes sobre el desarrollo del juicio y la intuición de los contables. Estos efectos serán distintos según la categoría de contables sobre los que afecte. Cuando se trata de contables no expertos; que realizan trabajos no demasiado especializados (e.g., teneduría de libros, trabajo de campo de los auditores jóvenes, ...), puede ocurrir que confíen demasiado del trabajo de los sistemas expertos y no se preocupen por aprender y desarrollar las cualidades de los expertos. Esto repercutiría en una disminución de los expertos, que a la larga sería perjudicial. Por otra parte, cuando se trate de contables altamente cualificados que realizan trabajos muy especializados, en los que se requiere mucho conocimiento y pericia, puede ocurrir que los expertos se dejen llevar por los consejos del sistema experto y no pongan en duda algunos de los consejos que da el sistema experto, lo que a la larga conduciría a una pérdida de la pericia.

---

<sup>38</sup> Cfr.

\* AICPA (1987): "An Introduction ...", op. cit., pp. 22-23.

\* AICPA (1987): "Expert systems ...", op. cit., pp. 124-125.

Véase también:

\* ELLIOTT, ROBERT K. y KIELICH, JOHN A. (1985): "Expert systems ...", op. cit., p. 134.

\* GARSOMBKE, H. PERRIM y PARKER, LARRY M.: "Decision Support Systems and Expert Systems: Auditing in the Information Age". Journal of Accounting and EDP, invierno, 1987, p. 24.

\* ENGLARD, BOB y KISS, MARTIN (1989): "Overview: expert ...", op. cit., p. 20.

\* ENGLARD, BOB et al. (1989): "Expert Systems ...", op. cit., p. 61.

\* ISKANDAR, MAI y McMANN, PAUL: "Expert Systems in Auditing: Advantages and Applications". The EDP Auditor Journal, vol. 4, 1989, pp. 49-50.

**\* El efecto de los sistemas expertos sobre la imagen pública de los contables y auditores.** Aunque tradicionalmente el trabajo del contable y del auditor se podía considerar casi como un arte; sin embargo, en la actualidad, debido a la proliferación de normas y regulaciones contables, este trabajo cada vez está más normalizado y es menos subjetivo. Este proceso de objetivación se ha visto incrementado con la aplicación de los sistemas expertos en contabilidad y auditoría, que resuelven los problemas de una forma lógica y ordenada. Este hecho va a repercutir en la imagen pública de los contables y auditores, que dejarán de tener el calificativo de expertos, ya que este trabajo lo puede realizar tan bien como ellos una máquina.

Otra característica importante de los contables y auditores es su capacidad para extraer conclusiones. Sin embargo, los sistemas expertos hacen este proceso más objetivo y estructurado. Como consecuencia de ello, el público puede considerar a los contables y auditores menos subjetivos y creativos.

**\* El impacto de los sistemas expertos sobre el nivel de compromiso del control de calidad.** Los sistemas expertos pueden plantear diversos problemas que afectan al nivel del control de calidad de los trabajos y decisiones. Un ejemplo podría ser que una respuesta equivocada dada por un sistema experto podría pasar desapercibida durante mucho tiempo. Para evitar esta inseguridad es conveniente comprobar continuamente el sistema. Otro problema que se puede plantear es que exista discrepancia entre el consejo dado por el sistema experto y la opinión del experto, lo que puede provocar una situación de rechazo por parte del experto. Sin embargo, a pesar de estas limitaciones, los sistemas expertos pueden ayudar a aumentar el control de calidad, pues pueden actuar como ayudantes y asesores de los expertos, proporcionando

una segunda opinión.

**\* Impacto de los sistemas expertos sobre el nivel de calidad de las auditorías.** Los sistemas expertos pueden aumentar la eficiencia de las auditorías. Además, se necesitará menos gente para hacer la misma cantidad de trabajo, se necesitará menos papel, habrá un mantenimiento de los registros más eficiente, habrán menos costes de auditoría y se reducirán los riesgos.<sup>39</sup>

**\* El impacto de los sistemas expertos sobre los modelos de personal.** Los sistemas expertos afectarán al personal de la plantilla. Estos sistemas al poder realizar las tareas de más bajo nivel, harán que la demanda de personal de nivel inferior disminuya. Los sistemas expertos permitirán que las tareas rutinarias y sencillas (e.g, de extracción de información, comprobaciones básicas, ...). sean realizadas por el personal joven, con poca experiencia, sin necesidad de contar con el apoyo constante de profesional experto. Además, los sistemas expertos servirán también como medios de formación, ya que permitirán comprender mejor estas actividades y su relación con el trabajo final.

Ahora bien, no hay que caer en la tentación de creer que los sistemas expertos sustituirán a los contables y auditores, pues, como ha ocurrido con otros inventos (e.g., la televisión, el teléfono, etc.), los sistemas expertos no desplazarán y sustituirán a los contables, sino que simplemente se producirán cambios en las funciones y formas de trabajar. Los contables y auditores seguirán siendo necesarios para proporcionar el conocimiento experto, pues —como indican van Dijk y Williams — "los sistemas expertos no pueden sobrevivir durante mucho tiempo sin pericia para

---

<sup>39</sup> Cfr. GARSOMBKE, H. P. y PARKER, L. M. (1987): "Decision Support ...", op. cit., p. 24.

apoyarlos";<sup>40</sup> más bien al contrario, los sistemas expertos proporcionarán importantes oportunidades de desarrollo para la profesión contable.<sup>41</sup> Los contables y auditores seguirán siendo necesarios para colaborar con los ingenieros del conocimiento en el desarrollo de las bases de conocimiento, en la implementación, validación y auditoría de los propios sistemas expertos, y para interactuar con dichos sistemas en el proceso de toma de decisión.<sup>42</sup>

Además, se va a producir una gran demanda de personal cualificado para el desarrollo de los sistemas expertos.<sup>43</sup> Se crearán nuevas cualificaciones en las empresas de ingeniería del conocimiento, al igual que ocurrió con el desarrollo de sistemas tradicional, y en las empresas de auditoría se requerirán nuevas especializaciones (e.g., el especialista en sistemas expertos y el auditor de sistemas expertos). Los auditores pronto se verán enfrentados a la tarea de tener que orientar a sus clientes sobre las aplicaciones potenciales de esta tecnología o a la tarea de auditar los propios sistemas expertos.<sup>44</sup> Por lo tanto, los

---

<sup>40</sup> Cfr. van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A. (1990): "Expert Systems ...", op. cit., p. 151.

<sup>41</sup> Cfr. STONER, GREG: "'Expert systems': jargon or challenge?". Accountancy, febrero, 1985, p. 145.

<sup>42</sup> Cfr.

\* AKERS, MICHAEL D., PORTER, GROVER L., BLOCHER, EDWARD J. y MISTER, WILLIAM G.: "Expert systems for management accountants". Management Accounting [EE.UU.], marzo, 1986, p. 32.

\* ESTRIN, TEV: "Expert systems and the management accountant. [En francés: "Les systèmes experts et le CMA"]". CMA - The Management Accounting Magazine, vol. 62, julio-agosto, 1988, p. 58.

\* KERREMANS, M., THEUNISSE, H. y VAN OVERLOOP, G.: "Impact of Automation on Cost Accounting". Accounting and Business Research, vol. 21, nº. 82, primavera, 1991, pp. 147-155.

\* SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Sistemas expertos en Contabilidad". Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, p. 477. Publicado también en la revista Técnica Contable, nº. 514, octubre, 1991, pp. 533-546.

<sup>43</sup> Cfr. JOURNAL OF ACCOUNTANCY: "Demand up for AI experts", febrero, 1988, pp. 89-90.

<sup>44</sup> Una ampliación sobre el tema de la auditoría de los propios sistemas expertos puede verse, por ejemplo, en:

\* JAMIESON, RODGER: "An Audit Approach to Knowledge Based Systems under Development". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

\* JAMIESON, RODGER: "Perspectives on Auditing Operational Knowledge Based Systems". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

contables y auditores, si no quieren quedar desplazados por otros profesionales, no puede quedar al margen de esta nueva tecnología.

**\* El efecto de los sistemas expertos sobre el entorno competitivo de la profesión contable.** Resulta obvio que los sistemas expertos van a producir un aumento importante en la eficacia del trabajo realizado por los contables. Pero como contrapartida, también se requieren grandes inversiones para poder adquirir los medios materiales y contratar a personal altamente cualificado capaz de desarrollar esta tecnología. En tanto en cuanto estos costes no disminuyan, las empresas de contabilidad van a tener que concentrarse para poder hacer frente a las grandes inversiones de capital que se van a tener que realizar si quieren ser competitiva. Pero, además, es importante que la profesión contable no quede al margen de este fenómeno y acepte el reto que se le plantea; pues, en caso contrario, pueden surgir empresas no contables, con medios y tecnología suficiente, que adquieran o desarrollen sistemas expertos relacionados con la contabilidad capaces de competir con las empresas contables. Este último hecho entraña un riesgo sobre los juicios que emitan los sistemas expertos de contabilidad que posean las empresas no contables, pues éstas, normalmente, adolecen de la preocupación por las normas éticas que tienen las empresas de contabilidad y auditoría.<sup>45</sup>

---

\* KICK, RUSSELL C.: "Auditing an Expert System". Expert Systems: Planning/Implementation/Integration, vol. 1, verano, 1989, pp. 33-38.

\* McKEE, THOMAS: "An Audit Framework for Expert Systems". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 2, nº 3, 1991.

\* McKEE, THOMAS E.: "An Audit Framework for Expert Systems". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº 4, diciembre, 1992, pp. 261-273.

\* MOELLER, ROBERT R.: "Expert Systems: Auditability Issues". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

\* SOCHA, WAYNE J.: "Problems in Auditing Expert System development". Edapcs, marzo, 1988, pp. 1-6.

<sup>45</sup> Cfr. McCOBS, GARY B.: "Ethics and Auditing with Expert Systems—Never the Twain Shall Meet?". The CPA Journal, april, 1989, pp. 62-64.

Además, las empresas de contabilidad y de auditoría también pueden obtener una ventaja competitiva vendiendo su experiencia en forma de sistema experto.<sup>46</sup>

#### **11.4. Responsabilidad legal y responsabilidad ética de los sistemas expertos.**

Los sistemas expertos, al igual que otras áreas del cambio tecnológico, van a tener implicaciones importantes de tipo político, social, e incluso van a afectar a cuestiones legales y éticas.<sup>47</sup> Tal como hemos indicado varias veces a lo largo de esta tesis, una característica de los sistemas expertos es la capacidad que poseen para emitir juicios similares a los de los expertos humanos. Estos juicios, muchas veces, pueden perjudicar a terceros y tener consecuencias sociales muy importantes. Pues, ante un juicio emitido por un sistema experto ¿a quién hay que demandar?, al sistema o al auditor?. En el caso de un juicio erróneo emitido por un sistema experto, ¿de quién es la responsabilidad legal?, ¿del usuario que ha utilizado el sistema?, ¿de la persona o personas que lo han construido?, ¿del propio sistema experto?, etc. Sin duda, estas cuestiones y otras parecidas surgirán con mucha frecuencia de aquí en adelante.

El tema de las responsabilidades legales de los

---

<sup>46</sup> Cfr. CLARKE, GORDON R. y MORRIS, ANDREW J.: "Expert Systems. A businessman's guide". Deloitte Haskins+Sells, England, 1986, pp. 6-7.

<sup>47</sup> Cfr.

\* BRAMER, M. A.: "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.

\* BRAMER, M. A.: "Expert systems in Britain: Progress and prospects". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987, pp. 7-10.

\* LYNN, MARC P. y BOCKANIC, WILLIAM N.: "Legal Liability of the Domain Expert". Journal of Systems Management, vol. 44, nº. 11, noviembre, 1993, pp. 6-10.

profesionales ante terceros es un tema que ya ha sido tratado ampliamente en diversas áreas, tales como: auditoría, asesoramiento mercantil y fiscal, medicina, etc. En auditoría los auditores muchas veces tienen que responder ante los tribunales por los juicios emitidos sobre los estados financieros de una empresa, pues el auditor puede dar una opinión «limpia» o «sin reservas» sobre los estados financieros de una compañía y ésta, posteriormente, quebrar, produciendo daños importantes a terceros. Igualmente, los inversores puede pedir responsabilidades a los auditores por los daños y perjuicios sufridos por basarse en esa decisión.<sup>48</sup> Sin embargo, el tema de la responsabilidad legal producida por las máquinas todavía esta confuso, y el tema de la responsabilidad legal de los juicios emitidos por los sistemas expertos todavía lo está mucho más. Consideramos que este tema es del máximo interés y constituye un importante reto para los juristas y profesionales, que deberán abordarlo en el futuro. No obstante vamos a aportar algunas ideas sobre el mismo.

Aunque todavía no se han experimentado demasiados problemas legales con los sistemas expertos, a medida que éstos se comercialicen y se introduzcan más en la sociedad, especialmente en medicina y en los negocios, el potencial de litigios se va a incrementar considerablemente como consecuencia de su uso, mal uso, o falta de uso.<sup>49</sup> Estos problemas pueden ser provocados por diversas causas, tales como por ejemplo: por el mal funcionamiento del *hardware*, por errores en la base de conocimiento del sistema, por errores en el programa, por uso intencionado, mal uso o por tener una confianza sin una buena motivación en el sistema

---

<sup>48</sup> Cfr. MOELLER, ROBERT R.: "Artificial Intelligence: A Primer. (IIA Monograph Series)". The Institute of Internal Auditors, Research Foundation, Altamonte Springs, Florida, 1987, p. 21.

<sup>49</sup> Cfr. ZEIDE, JANET y LIEBOWITZ, JAY: "Using Expert Systems: The Legal Perspective". IEEE Expert, vol. 2, nº. 1, primavera, 1987, p. 19.

experto, etc.<sup>50</sup>

También existe el peligro de utilizar mal la información suministrada por los sistemas expertos; pues estos sistemas pueden poner mucha información, altamente cualificada, en manos de personas que no están preparadas para interpretarla correctamente. Esto es muy peligroso, pues los sistemas expertos, al estar basados en conocimientos heurísticos de un experto y en datos muchas veces incompletos e inciertos, pueden cometer errores, igual que los cometen los expertos humanos. Y estos errores pueden tener consecuencias muy importantes.<sup>51</sup>

Cole<sup>52</sup> considera que existen dos tipos de responsabilidades legales producidas por el uso de los sistemas expertos: (1) ante los propios usuarios y (2) ante terceras personas. **La responsabilidades de los sistemas expertos ante los usuarios** deben quedar fijadas claramente en el contrato de compraventa del producto y en las normas legales. Mientras que **la responsabilidad de los productos ante terceras personas** pueden ser debidas a tres tipos de cuestiones: (1) la responsabilidad de los productos, (2) los procedimientos ilegales y (3) la negligencia. El producto puede ser responsable ante terceros por diversos motivos, por ejemplo: uso irracional del producto, alteración del programa, alteración de la base de conocimiento, utilización de reglas de inferencia no adecuadas, etc. Los sistemas expertos también se pueden utilizar ilegalmente para fines distintos a los que en un principio fueron concebidos. Y, por último, un sistema experto también puede incurrir en

---

<sup>50</sup> Ibid., p. 20.

<sup>51</sup> Cfr. BRAMER, M. A. (1987): "Espert systems ...", op. cit., p. 10.

<sup>52</sup> Cfr. COLE, GEORGE S.: "Legal Issues in Applied Artificial Intelligence". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993, pp. 283-302.

responsabilidad por actuar de una forma negligente, suministrando, como consecuencia de ello, información falsa ante terceros.

Zeide y Liebowitz, por su parte, al tratar el tema de la responsabilidad legal de los sistemas expertos, identifica dos tipos de cuestiones:<sup>53</sup> (1) la posibilidad de negligencia y (2) la responsabilidad del producto. En cuanto a la negligencia, es el propietario del sistema experto el que debe demostrar que el sistema fue desarrollado con el cuidado debido y ajustado al estándar que se había pactado en el contrato. En cuanto a la responsabilidad de los productos, también es el propietario del sistema el que debe demostrar que el producto no es peligroso. En ambos casos, la teoría legal considera al propietario como la persona que se encuentra en mejores condiciones para impedir o detectar errores en el sistema. Sin embargo, esto es discutible dada la escasez de métodos que existen para la verificación y validación de los sistemas expertos.<sup>54</sup>

Zeide y Liebowitz<sup>55</sup> distinguen los siguientes tipos de responsabilidades: (1) la responsabilidad de la implementación recae única y exclusivamente en el ingeniero del conocimiento, (2) la responsabilidad de la exactitud de los datos corresponde al experto y (3) la responsabilidad de las acciones que se produzcan como consecuencia de la información errónea suministradas por el usuario recaen en el usuario.

---

<sup>53</sup> Cfr. ZEIDE, JANET y LIEBOWITZ, JAY (1987): "Using Expert ...", op. cit., p. 19.

<sup>54</sup> Cfr. CHANDLER, JOHN S.: "Expert Systems in Auditing: Lessons from the 80's for the 90's". Includo en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988, p. 6.

<sup>55</sup> Cfr. ZEIDE, JANET y LIEBOWITZ, JAY (1987): "Using Expert ...", op. cit., p. 21.

Por otro lado, también hemos de indicar que existe una **responsabilidad moral o ética** en aquellos casos en los que se hayan producido un daño a terceros (e.g., muerte de un paciente por un mal diagnóstico) por la utilización de un sistema experto, o bien, cuando pudiéndose haber utilizado un sistema experto no se hizo.<sup>56</sup> A esta responsabilidad ética Simon la denomina **ética artificial**. En este sentido manifiesta:

"Cada vez que un ordenador toma una decisión... está implementando un conjunto de objetivos y valores... A medida que los ordenadores se vayan introduciendo en áreas de decisión cada vez más problemáticas —diagnosis médica, tratamiento del cáncer— usted no se sentirá satisfecho con un programa a menos que se sienta satisfecho con el equilibrio de valores que el programa implementa".<sup>57</sup>

Otro aspecto muy interesante a considerar, también relacionado con las cuestiones legales y morales ocasionadas por la utilización práctica de los sistemas expertos, es el reparto de los posibles beneficios ocasionados por los nuevos conocimientos o descubrimientos producidos por los sistemas expertos. Como se sabe, uno de los objetivos de los sistemas expertos es el de aprender de su propia experiencia e incrementar el conocimiento del sistema. Quiere ello decir, que un sistema experto puede descubrir nuevos conocimientos, desconocidos hasta entonces por la comunidad científica de su área de conocimiento, los cuales pueden ser muy beneficiosos. En estos casos, ¿de quién es la propiedad del nuevo conocimiento?: ¿del experto?, ¿del productor del sistema experto?, o ¿del ingeniero del conocimiento?.<sup>58</sup>

---

<sup>56</sup> Sobre las limitaciones ética del desarrollo de los sistemas expertos en auditoría puede consultarse: McCOBS, GARY B. (1989): "Ethics and ...", op. cit., pp. 62-64.

<sup>57</sup> Cfr. SIMON, HERBERT A.: "Information Technologies and Organizations". *Accounting Review*, vol. 65, nº. 3, julio, 1990, p. 666. El artículo está basado en una entrevista con el profesor Simon conducida por YUJI IJIRI y SHYAM SUNDER el 3 de julio de 1.989.

<sup>58</sup> Cfr. COLE, GEORGE S. (1993): "Legal Issues ...", op. cit., pp. 302-304.

Sin lugar a dudas, todas estas cuestiones, y otras parecidas, se van a presentar con frecuencia de ahora en adelante, como consecuencia de la utilización de los sistemas expertos. Por lo tanto, con el fin de evitar problemas, todos los posibles riesgos y beneficios que se deriven de la utilización de los sistemas expertos deben estar contemplados por las leyes. Por consiguiente, los juristas y profesionales del derecho tienen ante sí un importante reto que van a tener que afrontar en un futuro inmediato.

## **CAPITULO 12. PERSPECTIVAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.**

A pesar de las múltiples investigaciones y publicaciones sobre los sistemas expertos, éstos todavía se encuentran en su infancia; sin embargo, las perspectivas son muy alentadoras y el horizonte que se observa es muy amplio y prometedor. Las investigaciones actuales sobre sistemas expertos tratan principalmente de mejorar las limitaciones de los sistemas expertos desarrollados anteriormente y de maximizar sus beneficios. Este perfeccionamiento se puede conseguir integrando los sistemas expertos con las nuevas técnicas que ofrece la inteligencia artificial, la tecnología de la información y la informática. Entre las perspectivas de progreso que se vislumbran sobre los sistemas expertos, en un horizonte temporal no muy lejano, se pueden citar las siguientes investigaciones:

1. Perfeccionamiento del entorno informático.
2. Incorporación de la inteligencia artificial en un chip.
3. Integración de los sistemas expertos con los CD-ROMs.
4. Sistemas de usuario final.
5. Integración de los sistemas expertos con las aplicaciones convencionales.
6. Integración de los sistemas expertos con los sistemas de información de la empresa.
7. Integración de los sistemas expertos con las bases de datos generales.
8. Integración de los sistemas expertos con las bases de datos contables.
9. Integración de los sistemas expertos con las bases de datos y las herramientas «CASE».
10. Integración de los sistemas expertos con la investigación operativa.
11. Integración de los sistemas expertos con los sistemas

«CIM».

12. Incorporación del sentido común en los sistemas expertos.
13. Aprendizaje de los sistemas expertos.
14. Los sistemas expertos y las redes neuronales.
15. Integración de los sistemas expertos y con el lenguaje natural.
16. Sistemas expertos combinados con el «Hypertext».
17. Sistema multi-expertos en forma de pizarra.
18. Integración de varias tecnologías.

A continuación, vamos a analizar brevemente cada una de estas áreas.

**1. PERFECCIONAMIENTO DEL ENTORNO INFORMÁTICO.<sup>1</sup>** El perfeccionamiento del entorno informático va a producir una mejoría muy importante en la aplicabilidad de los sistemas expertos. El aumento de la potencia del *hardware* (e.g., mayor rapidez de proceso, memorias más potentes y de mayor calidad, aumento de la capacidad de almacenamiento, discos ópticos, proceso en paralelo, ...), la mejora del *software* (e.g., nuevos lenguajes de programación, nuevas herramientas de ingeniería del conocimiento, proceso del lenguaje natural, nuevos sistemas de gestión de bases de datos, generadores de programas, ...), y una disminución en el coste efectivo tanto del *hardware* como del *software*, harán que los sistemas expertos puedan ser utilizados cada vez más en ordenadores personales y en estaciones de trabajo con las mismas capacidades que tienen muchos grandes ordenadores.

---

<sup>1</sup> Cfr.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)-EDP TECHNOLOGY RESEARCH SUBCOMMITTEE: "An Introduction to Artificial Intelligence and Expert Systems". AICPA-M.A.S.S.R., New York, 1987, pp. 22-23.

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)-EDP TECHNOLOGY RESEARCH SUBCOMMITTEE: "Expert systems for accountants: has their time come?". Journal of Accountancy, diciembre, 1987, pp. 124-125.

Véase también:

\* WILSON, ALAN: "Accounting with expert systems". The Accountant's Magazine, julio, 1987, p. 19.

**2. INCORPORACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN UN CHIP.** Otro de los avances futuros de la inteligencia artificial será la incorporación en un circuito integrado (chip) de todos los componentes de un sistema experto y de muchas de las capacidades de la inteligencia artificial.<sup>2</sup> Un ejemplo de ello es el Compact LISP, de Texas Instruments, un procesador de LISP incorporado en un solo chip. Otro ejemplo de sistema experto en un chip es el realizado por los Laboratorios Bell de AT & T que sirve para guiar robots en las tareas de línea de montaje o controlar las temperaturas y el tiempo de un proceso de producción química. El sistema combina bases de datos, reglas empíricas y lógica borrosa para controlar los robots y otras máquinas.<sup>3</sup>

**3. INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS CON LOS CD-ROMs.** Los CD-ROMs son dispositivos de memoria en discos ópticos que permiten el almacenamiento de grandes volúmenes de información. Los CD-ROMs se pueden integrar en los sistemas expertos para poder acceder, de una forma rápida y flexible, a grandes fuentes de información (e.g., legislación, jurisprudencia, principios de contabilidad, normas de auditoría, interpretaciones de las normas y pronunciamientos sobre auditoría). Un ejemplo de este tipo de sistemas es el sistema experto **Internal Control Expert** de Deloitte & Touche, que contiene en un CD-ROM las normas de auditoría de la empresa y las normas de auditoría generalmente aceptadas.<sup>4</sup>

**4. SISTEMAS DE USUARIO FINAL.** Son sistemas expertos que se comercializan con todos los componentes del sistema

---

<sup>2</sup> Cfr. AICPA (1987): "An Introduction ...", op. cit., p. 22.

<sup>3</sup> Cfr. TRACY, ELEANOR JOHNSON: "Putting artificial intelligence on a chip". Fortune, febrero, 1986, p. 44.

<sup>4</sup> Cfr. BROWN, CAROL E.: "Expert Systems in Public Accounting: Current Practice and Future Directions", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, p. 17.

experto, incluyendo la base de conocimiento (e.g., un sistema experto que contengan las normas contables de sectores específicos de la industria, normas contables del FASB, normas de la SEC, ...)<sup>5</sup> Un ejemplo de este tipo de sistemas es el **PLANPOWER**,<sup>6</sup> un sistema experto de planificación financiera.

**5. INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS CON LAS APLICACIONES CONVENCIONALES.** Los sistemas expertos se integrarán con las aplicaciones informáticas y ofimáticas convencionales (e.g., hojas de cálculo electrónicas, sistemas de gestión de bases de datos, gráficos comerciales, procesadores de textos, programas de contabilidad, ...). Los sistemas expertos pueden actuar bien realizando una función de control de otras aplicaciones, o bien realizando una tarea complementaria, aportando datos a las aplicaciones o recibiendo datos de las mismas. La AICPA, por su parte, cita como ejemplos de integración: un paquete para la autorización de créditos que incorporará un módulo de sistema experto para tratar con casos marginales; una aplicación para el control de inventario que incorporará un módulo de sistema experto para determinar el patrón de asignación para artículos que funcionen fuera de stock, y un sistema para la introducción de pedidos que incorpora un módulo de sistema experto para manejar artículos de sustitución o envíos desde almacenes alternos.<sup>7</sup> Otro ejemplo de este tipo de integración podría ser: un analista financiero que utilizará un sistema experto para decidir sobre una inversión y luego realizar los cálculos y la modelización con una hoja de

---

<sup>5</sup> Cfr. SHIM, JAE K. y RICE, JEFFRY S.: "Expert Systems Applications To Managerial Accounting". *Journal of Systems Management*, junio, 1988, p. 12.

<sup>6</sup> Cfr. STANSFIELD, JAMES L. y GREENFELD, NORTON R.: "PlanPower: A Comprehensive Financial Planner". *IEEE Expert*, vol. 2, nº. 3, otoño, 1987, pp. 51-60.

<sup>7</sup> Cfr.

\* AICPA (1987): "An Introduction ...", op. cit., p. 23.

\* AICPA (1987): "Expert systems ...", op. cit., p. 125.

cálculo electrónica, representar los resultados gráficamente por ordenador y escribir los mismo con un procesador de textos.<sup>8</sup> En la actualidad ya se están comercializando productos que permiten este tipo de integración. Como ejemplos se pueden citar: el GURU (ver epígrafe § I-7.3), un paquete de software que integra una concha de sistema experto con las capacidades de gestión de base de datos, hoja de cálculo electrónica, gráficos y lenguaje natural; y los sistemas FINEX<sup>9</sup> y FINEXPERT,<sup>10</sup> que integran un sistema experto con las hojas electrónicas (estos dos sistemas son considerados como hojas electrónicas inteligentes).<sup>11</sup>

**6. INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS CON LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE LA EMPRESA.** Los sistemas expertos también se pueden integrar con otros sistemas de información de la empresa basados en el ordenador,<sup>12</sup> tales como: los sistemas de proceso de transacciones y sistemas de información convencionales,<sup>13</sup> los sistemas de información de ges-

---

<sup>8</sup> Cfr. TUCKER, MICHAEL: "Expert systems blaze trails to AI success". Mini-Micro Systems, marzo, 1986, pp. 70-71.

<sup>9</sup> Cfr.

\* KERSCHBERG, LARRY y DICKINSON, JOHN: "FINEX: A PC-based Expert Support System for Financial Analysis". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

\* KERSCHBERG, LARRY y DICKINSON, JOHN: "Un système expert d'aide à l'analyse financière". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Les Systèmes experts de gestion: banque, finance, marketing". Eyrolles, París, 1988.

<sup>10</sup> Cfr. SCHAEFER, VINCENT: "Les systèmes experts et l'analyse financière". Revue Française de Comptabilité, nº. 177, marzo, 1987, pp. 39-47.

<sup>11</sup> Cfr. INCE, DARREL: "Knowledge is power". Accountancy, junio, 1988, p. 137.

<sup>12</sup> Cfr.

\* BLANNING, ROBERT W.: "A Survey of Issues in Expert Systems for Management". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987, pp. 25 y 34.

\* BULLERS, WILLIAM I. y REID, RICHARD A.: "Management Systems: Four Options, One Solution". Journal of Information Systems Management, primavera, 1987, pp. 59-61.

\* TURBAN, EFRAIM: "Expert Systems Integration with Computer-based Information Systems". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

<sup>13</sup> Cfr.

\* MARTIN, THOMAS J.: "Conceptual Issues in the Integration of AI/ES with Conventional Information Systems". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

\* WATKINS, PAUL R. y O'LEARY, DANIEL E.: "Integration of Intelligent Technologies into

ción,<sup>14</sup> los sistemas de ayuda a la decisión,<sup>15</sup> los sistemas información ejecutivos, etc.

De acuerdo con O'leary y Watkins<sup>16</sup> esta integración se podría realizar de dos formas: (1) un sistema experto que ayuda en alguna actividad de un sistema de información convencional (e.g., un sistema experto que garantiza la seguridad de un sistema de información), y (2) un sistema de información convencional que cubra las necesidades de información de un sistema experto (e.g., un sistema de información que apoya a un sistema experto para la toma de decisiones de diagnóstico en un entorno de múltiples agentes).

Los sistemas de ayuda a la decisión también se están empezando a utilizar como «frontales inteligentes» de los sistemas expertos, es decir, como herramientas preliminares que analizan los datos brutos, pasando, a continuación, los resultados de este análisis como "hechos" para los sistemas expertos (e.g., la concha EXSYS puede utilizar los datos que proceden de un sistema de ayuda a la decisión, como el Lotus

---

Conventional Information Systems: Key Issues, Opportunities and Potential Pitfalls". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

<sup>14</sup> Cfr. GALLAGHER, JOHN P.: "Knowledge Systems for Business: Integrating Expert Systems and MIS". Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1988.

<sup>15</sup> Cfr.

\* DOUKIDIS, GEORGIOS I., LAND, FRANK y MILLER, GORDON: "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood Limited, Chichester, 1989.

\* HOLSAPPLE, CLYDE W., TAM, KAR YAN y WHINSTON, ANDREW B.: "Expert System Integration". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987, pp. 286-304.

\* TURBAN, EFRAIM: "Decision Support and Expert Systems: Managerial Perspectives". Macmillan Publishing, New York, 1988.

\* TURBAN, E. y WATKINS, P. R.: "Integrating Expert Systems and Decision Support Systems". MIS Quarterly, vol. 10, nº. 2, junio, 1986, pp. 121-138.

<sup>16</sup> Cfr. O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Integration of Intelligent Systems and Conventional Systems: Requirements for Co-ordinating Multiple Agents for Diagnostic Decisions". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 2, mayo, 1992, p. 135-145.

123, para ser usados como reglas de producción específicas).<sup>17</sup> Los sistemas expertos también se pueden integrar con los sistemas de simulación dentro del apoyo a la decisión. Un ejemplo de este tipo de integración es el **ESSIM (Expert System SIMulation)**, un entorno de desarrollo de programas que apoya la creación de un modelo de simulación de tres fases, un sistema experto y un interfase del usuario.<sup>18</sup>

**7. INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS CON LAS BASES DE DATOS GENERALES.** Una variante de los tipos de integración anteriores es la relacionada con las bases de datos. Los sistemas expertos se pueden vincular con los sistemas de gestión de base de datos de varias formas. En primer lugar, las bases de datos se pueden utilizar para almacenar los hechos y las reglas que contiene la base de conocimiento de un sistema experto. Los sistemas expertos también pueden estar conectados con los sistemas de gestión de bases de datos (SGBD), especialmente con los SGBD relacionales, para poder acceder con facilidad a los datos que necesita el sistema experto para su procesos de decisión y, a su vez, el sistema experto, posteriormente, puede guardar los resultados del proceso en la base de datos.<sup>19</sup> Un ejemplo de sistema experto combinado con un sistema de gestión de base de datos es el desarrollado por Sandra Brown para ayudar a decidir los auditores que están calificados para un compromiso de auditoría sobre insolvencias. El sistema combina la concha EXSYS con el sistema de gestión de base de datos

---

<sup>17</sup> Cfr. GALLUPE, R. BRENT: "Whatever happened to decision support systems?". CMA Magazine, octubre 1991, p. 29. (Aparece también publicado en francés con el título: "Qu'est-il advenu des systéemes d'aide à la décision?", p. 25).

<sup>18</sup> Cfr. BALMER, DAVID W., GOODMAN, DANIEL y DOUKIDIS, GEORGIOS I.: "Integrating expert systems and simulation for decision support". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood Limited, Chichester, 1989.

<sup>19</sup> Cfr. ANDLEIGH, PRABHAT K. y GRETZINGER, MICHEL R.: "Distributed Object-Oriented Data-Systems Design". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1992, p. 353.

dBase III.<sup>20</sup>

En la actualidad ya se están comercializando productos que integran ambos tipos de sistemas. De esta forma la interfase del usuario y la facilidad de explicación utilizarían las ventajas de los sistemas expertos, mientras que la gestión de los datos y de la base de conocimiento se haría con las técnicas de gestión de datos.<sup>21</sup>

Los sistemas expertos también pueden tener acceso en línea a bases de datos externas de la empresa (e.g., mercados financieros, bases de datos de los clientes, ...).<sup>22</sup> Un ejemplo es el sistema experto *Risk Advisor*, de Coopers & Lybrand, que utiliza las telecomunicaciones para acceder en línea a las bases de datos de sus clientes.<sup>23</sup>

**8. INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS CON LAS BASES DE DATOS CONTABLES.** Dentro del contexto de los sistemas de información y de base de datos hay que destacar los **sistemas de información contables por medio de bases de datos o sistemas de bases de datos contables**. Como se sabe, las bases de datos son una fuente de información muy importante, pues contienen gran cantidad de información elemental, muy amplia y variada, que se puede utilizar para suministrar información a distintos tipos de usuarios. Cosa que no es

---

<sup>20</sup> Cfr.

\* BROWN, SANDRA: "Assessing professional expertise: DBMS v Expert System". The Accountant's Magazine, nº. 972, julio, 1987, pp. 45-48.

\* BROWN, SANDRA: "Assessing professional expertise - DBMS v. expert systems: a comparative study". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood Limited, Chichester, 1989.

Véase también:

\* RICHARDSON, R.: "Getting the show on rails, Expert systems and the Financial Services Act". The Accountant's Magazine, diciembre, 1987, p. 57.

<sup>21</sup> Cfr. HARRINGTON, SUSAN J.: "Implementing Expert Systems: Approaches and Caveats". Journal of Systems Management. noviembre, 1988, p. 29.

<sup>22</sup> Cfr. HOLSAPPLE, CLYDE W., TAM, KAR YAN y WHINSTON, ANDREW B.: "Adapting Expert System Technology to Financial Management". Financial Management. vol. 17 nº. 3, otoño, 1988, p. 20.

<sup>23</sup> Cfr. BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit, p. 17.

posible con los sistemas de contabilidad tradicionales, en los que la información viene ya suministrada en modelos de estados contables ya establecidos de antemano, los cuales, muchas veces, no satisfacen las necesidades de los usuarios para tipos de toma de decisión concretos.

Los **sistemas de bases de datos contables** surgieron como consecuencia de una nueva corriente de investigación iniciada por Mattessich,<sup>24</sup> con sus ideas de estructuración y formalización del sistema contable, por Ijiri,<sup>25</sup> con su teoría de la medición contable, y por Sorter,<sup>26</sup> con su **teoría de los acontecimientos**, siendo este último el más importante, pues propuso los fundamentos teóricos de lo que más adelante sería la **contabilidad de base de datos**. De acuerdo con Sorter, la contabilidad debe suministrar información desagregada sobre los distintos acontecimientos económicos, de forma que permita al propio usuario generarse sus propios modelos de decisión. La teoría de los acontecimientos de Sorter fue ampliada y perfeccionada, posteriormente, por Johnson.<sup>27</sup> El marco conceptual de la teoría de los acontecimientos propuesto primero por Sorter, y, perfeccionado después por Johnson, fue posible ponerlo en práctica gracias a la aparición de los sistemas de bases de datos. La puesta en práctica de este nuevo concepto de

---

<sup>24</sup> Cfr. MATTESSICH, RICHARD: "Accounting and Analytical Methods". Homewood. Irwin, 1964.

<sup>25</sup> Cfr.

\* IJIRI, Y., MATTESSICH, R., RAPPAPORT, A., SUMMERS, E.L. y THOMAS, A.L.: "Report of the Committee on Foundations of Accounting Measurements". The Accounting Review - Supplement to Vol. XLIV, 1971, pp. 10-11.

\* IJIRI, Y.: "Theory of Accounting Measurement". American Accounting Association, Sarasota, Florida, 1975.

<sup>26</sup> Cfr. SORTER, GEORGE H.: "An 'Events' Approach to Basic Accounting Theory". The Accounting Review, enero, 1969, pp. 12-19.

La **teoría de la contabilidad de los acontecimientos** pretende facilitar a los usuarios la información contable sobre los acontecimientos económicos de forma desagregada. Es el usuario, y no el contable, el que agrega los datos contables en función de sus necesidades de información. De esta forma se evita la pérdida de información que se produce como consecuencia de la agregación de los datos contables.

<sup>27</sup> Cfr. JOHNSON, ORACE: "Toward an 'Events' Theory of Accounting". The Accounting Review, octubre, 1970.

sistema de información contable dio lugar a diversos enfoques de investigación (e.g., bases de datos jerárquica, bases de datos de red, bases de datos relacionales, contabilidad multidimensional y bases de datos distribuidas, enfoque semántico de diseño de la base de datos contable y «modelo REA»). (Ver epígrafe § I-1.1).

La integración de los sistemas expertos y las bases de datos va a suponer importantes ventajas:<sup>28</sup> investigar y clasificar grandes volúmenes de datos sin participación directa del usuario; ayudar al decisor bajo limitaciones de tiempo; permite poder procesar información con datos simbólicos y textuales, construcción de diferentes tipos de modelos adaptados a las necesidades de los usuarios.

Un ejemplo de este tipo de integración de los sistemas expertos con las bases de datos contables es el sistema **REAL (REA Logistic)**,<sup>29</sup> un sistema basado en conocimiento que ayuda en las decisiones de compra. Este sistema integra la tecnología de la inteligencia artificial con los SGBD relacionales, en el marco del modelo de contabilidad de los acontecimientos REA (Resources-Events-Agents).<sup>30</sup>

Los últimos avances en la integración de base de datos y sistemas expertos consiste en la integración de los sistemas expertos con los sistemas de bases de datos orientados a objetos.<sup>31</sup> Los objetos son entidades que combinan datos y conocimientos. Este enfoque permite

---

<sup>28</sup> Cfr. O'LEARY, DANIEL E.: "Artificial Intelligence and Expert Systems in Accounting Databases: Survey and Extensions", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, p. 146.

<sup>29</sup> Cfr. MCCARTHY, WILLIAM E. y ROCKWELL, STEPHEN R.: "Database Instantiation of Transaction Templates in an Expert System". Working paper, Michigan State University, 1989.

<sup>30</sup> Cfr. MCCARTHY, WILLIAM E.: "The REA Accounting Model: A Generalized Framework for Accounting Systems in a Shared Data Environment." The Accounting Review, julio, 1982, pp. 554-578.

<sup>31</sup> Una ampliación sobre el tema de los sistemas orientados a objetos puede verse en:  
\* O'LEARY, DANIEL E. (1991): "Artificial Intelligence ...", op. cit., 1991, pp. 149-150.  
\* ANDLEIGH, P.K. y GRETZINGER, M.R. (1992): "Distributed Object...", op. cit., pp. 353-355.

integrar la base de datos y el motor de inferencia de los sistemas expertos tradicionales en un solo componente, el motor de inferencia de la base de datos orientada a objetos. Esto se consigue encapsulando los algoritmos de la lógica básica del motor de inferencia del sistema experto en las clase de objetos. Esto permite una mayor flexibilidad a la hora de modificar las reglas y los algoritmos de inferencia.<sup>32</sup>

Los sistemas expertos también se pueden integrar con las bases de datos textuales, es decir, las bases de datos que contienen grandes volúmenes de información textual sobre normativa fiscal, normas contables, informes, etc.<sup>33</sup> Así, por ejemplo, Arthur Anderson ha desarrollado dos sistemas expertos que permite acceder a grandes bases de datos textuales: el sistema ELOISE<sup>34</sup> y el sistema FSA<sup>35</sup>.

**9. INTEGRACIÓN DE SISTEMAS EXPERTOS, BASES DE DATOS Y HERRAMIENTAS «CASE».** Los sistemas expertos también se pueden integrar con las herramientas de ingeniería del software asistida por ordenador (Computer Aided Software Engineering) (CASE) para facilitar la tarea de desarrollo y programación

---

<sup>32</sup> Cfr. ANDLEIGH, P.K. y GRETZINGER, M.R. (1992): "Distributed Object...", op. cit., pp. 353-355.

<sup>33</sup> Cfr. O'LEARY, DANIEL E. (1991): "Artificial Intelligence ...", op. cit., p. 146.

<sup>34</sup> Cfr.

\* O'LEARY, DANIEL E.: "Accounting Regulation-Based Expert Systems. Incluido en GARY JOHN PREVITS (1987): "Research in Accounting Regulation"]. Jai Press Inc, Greenwich, Connecticut, 1987, pp. 128-129.

\* O'LEARY, DANIEL E. (1991): "Artificial Intelligence ...", op. cit., pp. 146-147.

\* O'LEARY, DANIEL E. y KANDELIN, NILS: "ACCOUNTANT: A Domain Dependent Accounting Language Processing System". Incluido en O'Leary, Daniel E. y Watkins, Paul R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 260-261.

\* SWEENEY, ROBERT B.: "PC: what did we earn last year". Management Accounting [EE.UU.], octubre, 1989, p. 32.

<sup>35</sup> Cfr. MUI, CHUNKA y MCCARTHY, WILLIAM E.: "FSA: Applying AI Techniques to the Familiarization Phase of Financial Decision Making". IEEE Expert, vol. 2, nº. 3, otoño, 1987, pp. 33-41.

Véase también:

\* O'LEARY, DANIEL E. (1987): "Accounting Regulation ...", op. cit., pp. 129-130.

\* O'LEARY, DANIEL E. y KANDELIN, NILS (1992): "ACCOUNTANT: A ...", op. cit., p. 261.

de los sistemas expertos. En este sentido, McCarthy et al.<sup>36</sup> están trabajando en la integración de una herramienta CASE como el **Degin Aid**, con un sistema de gestión de base de datos relacional como el **dBASE IV** y una concha de sistema experto como **VP-Expert**. McCarthy y Rockwell<sup>37</sup> también están trabajando en una herramienta automatizada de ingeniería del conocimiento llamada **REACH**, basada en la tecnología **CASE**, que proporciona ayuda en el diseño de los modelos de contabilidad de los acontecimientos, basados en el modelo **REA**. Este sistema utiliza la herramienta CASE, **Design Aid**, para guiar al diseñador.

**10. INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS CON LA INVESTIGACIÓN OPERATIVA.** Los sistemas expertos también se pueden integrar con las técnicas que proporciona la investigación operativa, especialmente en la resolución de los problemas de análisis e interpretación de los resultados proporcionados por la investigación operativa (e.g., programación lineal, programación dinámica, análisis de sensibilidad, PERT, cadenas de Markov, árboles de decisión, etc.).<sup>38</sup>

**11. INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS CON LOS SISTEMAS CIM.** Los sistemas expertos también se pueden integrar con los sistemas de fabricación integrada por

---

<sup>36</sup> Cfr. MCCARTHY, WILLIAM E., ROCKWELL, STEPHEN R. y WALLINGFORD, EUGENE: "Design, Development, and Deployment of Expert Systems Within an Operational Accounting Environment". Workshop on Innovative Applications of Computers in Accounting Education School of Management. The University of Lethbridge. Lethbridge, Alberta, mayo, 1989.

Véase también:

\* MCCARTHY, WILLIAM E. y ROCKWELL, STEPHEN R.: "The Integrated Use of First-Order Theories, Reconstructive Expertise, and Implementation Heuristics in an Accounting Information System Design Tool". Working paper, Michigan State University, 1989.

\* MCCARTHY, WILLIAM E., ROCKWELL, STEPHEN R. y ARMITAGE, HOWARD: "A Structured Methodology for the Design of Accounting Transaction Systems in a Shared Data Environment". Working paper, Michigan State University, 1989.

<sup>37</sup> Cfr. MCCARTHY, WILLIAM E. y ROCKWELL, STEPHEN R. (1989): "The Integrated ...", op. cit.

<sup>38</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en:

\* TURBAN, EFRAIM y TRIPPI, ROBERT: "Integration Expert systems and Operations Research: A Conceptual Framework". *Expert Systems With Applications*, vol. 1, nº 4, 1990, pp. 335-343.

\* TURBAN, EFRAIM y TRIPPI, ROBERT: "The Utilization of Expert Systems in OR/MS: An Assessment". *OMEGA. The International Journal of Management Science*, vol. 17, nº 4, 1989, pp. 311-322.

ordenador (Computer-Integrated Manufacturing) (CIM). Un ejemplo de este tipo de integración es el sistema experto **Expert System Scheduler (ESS)**<sup>39</sup> que ayuda a producir programas de producción. El **ESS** utiliza las sinergias que produce las técnicas de la inteligencia artificial y los sistemas expertos con la modelización de simulación. El sistema utiliza *frames* y codificación orientada a objetos. En su construcción se utilizó la concha de sistema experto **KEE** de Intellicorp, residente en la máquina **EXPLORER II** de Texas Instruments.

**12. INCORPORACIÓN DEL SENTIDO COMÚN EN LOS SISTEMAS EXPERTOS.** El sentido común es el conocimiento ingenuo que generalmente poseen todas las personas. La incorporación del sentido común en los sistemas expertos es uno de los aspectos más difíciles de conseguir, ya que se requiere un *software* y *hardware* muy potente para poder manejar los millones de hechos y miles de reglas que los seres humanos aprenden conscientemente e inconscientemente a lo largo de su vida.<sup>40</sup>

También se tienen puestas muchas esperanzas en los **sistemas expertos de la segunda generación**, los cuales en lugar de utilizar únicamente conocimiento de tipo heurístico, como los sistemas expertos de la primera generación, están basados en **conocimientos profundos**, los cuales permiten adquirir con mayor facilidad el conocimiento, facilitando el autoaprendizaje y el mantenimiento de la base

---

<sup>39</sup> Cfr. JAIN, SANJAY, BARBER, KARON y OSTERFELD, DAVID: "Expert Simulation for On-line Scheduling". *Communications of the ACM*, vol. 33, nº. 10, octubre, 1990.

<sup>40</sup> Una ampliación sobre el problema del sentido común en los sistemas expertos puede verse en:  
\* BUCHANAN, BRUCE G.: "Expert systems: working systems and the research literature". *Expert Systems*, vol. 3 nº. 1, enero, 1986, pp. 38-39.

\* EIN-DOR, PHILLIP y GINZBERG, YAAKOV: "Representing commonsense business knowledge: An initial implementation". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

de conocimiento.<sup>41</sup>

**13. APRENDIZAJE DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.** Como se sabe, una de las características básicas del hombre es su capacidad de aprendizaje. Ya desde sus comienzos, la inteligencia artificial ha realizado importantes investigaciones sobre este tema, aunque con poco éxito, pues los sistemas expertos desarrollados no aprendían, o aprendían muy poco; sin embargo, en la actualidad, el aprendizaje automático de los sistemas expertos<sup>42</sup> constituye una de las principales investigaciones de la inteligencia artificial. Estas investigaciones están produciendo un gran avance en la solución del gran problema del cuello de botella de la adquisición del conocimiento en el desarrollo de un sistema experto.

Las investigaciones de inteligencia artificial sobre el tema del aprendizaje automático en los sistemas expertos ha

---

<sup>41</sup> Cfr. LÓPEZ DE MANTARAS, RAMÓN: "Sistemas expertos de segunda generación". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 79-90.

<sup>42</sup> Una ampliación sobre los métodos inductivos de aprendizaje automático puede verse en:

- \* ALBERDI, EUGENIO; MATUTE, HELENA y REMENTERIA, SANTIAGO: "Aprendizaje a partir de ejemplos y asignación de pesos: Una aproximación a la adquisición de conceptos desde teorías psicológicas asociacionistas". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 263-291.
- \* CRONAN, TIMOTHY P. y GLORFELD, LOUIS W.: "Production System Development for Expert Systems Using a Recursive Partitioning Induction Approach: An Application to Mortgage, Commercial, and Consumer Lending". Decision Sciences, vol. 22, nº. 4, septiembre-octubre, 1991, pp. 812-845.
- \* CHUNG, HYUNG-MIN MICHAEL y SILVER, MARK S.: "Rule-Based Expert Systems and Linear Models: An Empirical Comparison of Learning-By-Examples Methods". Decision Sciences, vol. 23, nº 3, mayo-junio, 1992, pp. 687-707.
- \* CHUNG, HYUNG-MIN MICHAEL y TAM, KAR YAN: "A Comparative Analysis of Inductive-Learning Algorithms". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 2, nº. 1, enero, 1993, pp. 3-18.
- \* GOODMAN, RODNEY y SMYTH, PADHRAIC: "Automated Induction of Rule-based Neural Networks from Databases". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 2, nº. 1, enero, 1993, pp. 41-54.
- \* GRAY, N. A. B.: "Capturing Knowledge through Top-Down Induction of Decision Trees". IEEE Expert, vol. 5, nº. 3, Junio, 1990, págs. 41-50.
- \* LIANG, TING-PENG: "A Composite Approach to Inducing Knowledge For Expert Systems Design". Management Science, vol. 38, nº. 1, enero, 1992, pp. 1-17.
- \* LÓPEZ DE MANTARAS, RAMÓN y CRESPO, J. J.: "El problema de la selección de atributos en aprendizaje inductivo: Nueva propuesta y estudio experimental". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 211-223.
- \* DENG, PI-SHENG: "Automating Knowledge Acquisition and Refinement for Decision Support: A Connectionist Inductive Inference Model". Decision Sciences, vol. 24, nº. 2, marzo-abril, 1993, pp. 371-393.

sido abordada desde distintos enfoques. Los enfoques más significativos son: los métodos inductivos de aprendizaje por medio de ejemplos, los algoritmos genéticos, los métodos basados en casos y las redes neuronales.

Los métodos inductivos aprendizaje por medio de ejemplos son métodos que generan un árbol de decisión de reglas partiendo de un conjunto de ejemplos de toma decisiones.<sup>43</sup> Estos métodos se basan en proporcionar al sistema un conjunto muy amplio de ejemplos, y éste, por medio de un procedimiento de inferencia inductivo o algoritmo de inducción, genera las reglas del sistema experto. Estos métodos se basan en la hipótesis de que los procesos de decisión de un experto pueden ser deducidos estudiando las decisiones que toma un experto cuando se presentan un conjunto de ejemplos representativos del dominio del problema de interés. Las reglas que representan el conocimiento se deducen de los ejemplos por medio de un algoritmo de inducción que estructura el conocimiento. De esta forma, al automatizar el proceso de adquisición del conocimiento se reducen los sesgos cognoscitivos de los expertos y aumenta la eficacia del proceso de adquisición del conocimiento.<sup>44</sup>

Uno de los primeros algoritmos de inducción de árboles de decisión fue el algoritmo ID3 (Interactive Dichotomizer of Data Descriptions) de Quinlan.<sup>45</sup> El algoritmo ID3 genera un árbol de decisión de reglas a partir de un conjunto de

---

<sup>43</sup> Cfr. HANSEN, JAMES V., McDONALD, JAMES B. y STICE, JAMES D.: "Artificial Intelligence and Generalized Qualitative-Response Models: An Empirical Test on Two Audit Decision-Making Domains", Decision Sciences, vol. 23, nº 3, mayo-junio, 1992, p. 708.

<sup>44</sup> Cfr. LIANG, TING-PENG, CHANDLER, JOHN S. y HAN, INGOO: "Integrating Statistical and Inductive Learning Methods for Knowledge Acquisition". Expert Systems with Applications, vol. 1, nº. 4, 1990, p. 391.

<sup>45</sup> Una ampliación sobre el algoritmo ID3 puede verse en:  
\* QUINLAN, J. R.: "Discovering rules by induction from large collections of examples (ID3 algorithm)". Incluido en MICHIE [Ed.]: "Expert Systems in the Micro-Electronic Age". Edinburgh University Press, Edinburgh, 1979.  
\* QUINLAN, J. R.: "Induction of decision trees (ID3 algorithm). Incluido en Machine Learning, vol. 1, nº. 1, pp. 81-106.



ejemplos. La mayoría de los métodos de aprendizaje inductivo que se han desarrollado se basan en variaciones del algoritmo ID3 desarrollado por Quinlan.

Como ejemplos más significativos de los métodos inductivos aprendizaje por medio de ejemplos podemos citar:

\* Braun y Chandler<sup>46</sup> han utilizado el sistema **ACLS (Analog Concept Learnig System)**, como método para la elaboración de reglas de producción a partir de ejemplos. El ACLS es un programa informático que produce reglas de clasificación por inducción a través de ejemplos. El ACLS se ha utilizado en la construcción de un sistema experto que ayude a los auditores en la investigación de las fluctuaciones de la revisión analítica.

\* Messier y Hansen<sup>47</sup> han utilizado algoritmo de aprendizaje con máquinas para inducir la reglas de un sistema experto que permite calcular la mora en los préstamos y predecir la quiebra.

\* El sistema **DIME (Diversified Investment Management Expert)**<sup>48</sup> es un sistema experto de gestión de inversiones que utiliza técnicas de aprendizaje de máquina para adquirir el conocimiento.

\* Deng et al.<sup>49</sup> están desarrollando un modelo de

---

<sup>46</sup> Cfr. BRAUN, HELMUT M. y CHANDLER, JOHN S.: "Development of an Expert System to Assist Auditors in the Investigation of Analytical Review Fluctuations". Research Proposal, Peat, Marwick, Mitchell Foundation, noviembre, 1982, pp. 12-16.

<sup>47</sup> Cfr. MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Inducing rules for Expert System development: An example using default and bankruptcy data". Management Science, n<sup>o</sup>. 12, diciembre, 1988, pp. 1403-1415.

<sup>48</sup> Cfr. MANI, GANESH: "The DIME System: A Preliminary Report". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, n<sup>o</sup>. 1, enero, 1992, pp. 29-39.

<sup>49</sup> Cfr. DENG, PI-SHENG, HOLSAPPLE, CLYDE W. y WHINSTON, ANDREW B.: "A Skill Refinement Learning Model for Rule-Based Expert Systems". IEEE Expert, vol. 5, n<sup>o</sup>. 2, abril, 1990, pp. 15-28.

aprendizaje de refinamiento de las cualificaciones de un sistema experto basado en reglas.

\* Deng <sup>50</sup> también está desarrollando un modelo de inferencia inductiva conexionista combinado con la tecnología de las redes neuronales que permite la adquisición y perfeccionamiento del conocimiento de un sistema experto.

\* Goodman y Smyth<sup>51</sup> están desarrollando el sistema **ITRULE**, una serie de algoritmos prácticos para la adquisición de los conocimientos, basado en las redes neuronales. **ITRULE** induce automáticamente las reglas "Si-Entonces" para un sistema experto, partiendo de grandes bases de datos de ejemplos.

En nuestro país también son de destacar las siguientes investigaciones:

\* El **IKASLE (Incremental, Knowledge-independent, Associative and Symbolic Learning from Examples)**<sup>52</sup> es un algoritmo de aprendizaje a partir de ejemplos. Ha sido desarrollado por Departamento de I.A. de Labein y el Departamento de Psicología de la Universidad de Deusto.

\* El sistema **LINNEO**<sup>53</sup> es un programa de adquisición del conocimiento para problemas de clasificación y diagnóstico basado en la lógica difusa. Ha sido desarrollado conjuntamente por la Facultad de Informática de Barcelona y

---

<sup>50</sup> Cfr. DENG, PI-SHENG: "Automating Knowledge Acquisition and Refinement for Decision Support: A Connectionist Inductive Inference Model". *Decision Sciences*, vol. 24, nº. 2, marzo-abril, 1993, pp. 371-393.

<sup>51</sup> Cfr. GOODMAN, R. y SMYTH, P. (1993): "Automated Induction ...", op. cit., pp. 41-54.

<sup>52</sup> Cfr. ALBERDI, EUGENIO et al. (1992): "Aprendizaje a ...", op. cit., pp. 263-287.

<sup>53</sup> Cfr. MARTÍN, MARIO y SANGÜESA, RAMÓN: "Metodología de adquisición de conocimientos basada en clasificaciones y caracterizaciones difusas". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 155-174.

el por Centro de Estudios Avanzados de Blanes, dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

\* Bonson, Orta y Sierra<sup>54</sup> muestran un ejemplo de aprendizaje inductivo sobre clasificación de una venta a crédito o al contado.

Los algoritmos genéticos<sup>55</sup> son métodos probabilísticos de búsqueda adaptativa de soluciones. Se basan en el concepto de eficiencia adaptativa que existe en los organismos naturales. Reciben el nombre de algoritmos genéticos por su analogía con el cambio genético que se produce en los organismos naturales.

El razonamiento basado en casos (case based reasoning) (CBR)<sup>56</sup> son métodos de aprendizaje automático que permiten la adquisición del conocimiento técnico de un experto en la resolución de un problema determinado, partiendo del análisis de una serie de casos sobre el tema en cuestión resueltos con anterioridad.

---

<sup>54</sup> Cfr. BONSÓN PONTE, ENRIQUE, ORTA PÉREZ, MANUEL y SIERRA MOLINA, GUILLERMO J.: "Sistemas de información para la gestión e inteligencia artificial". Comunicación presentada en el III Congreso Internacional de Costos y I Congreso Nacional de la Asociación Española de Contabilidad Directiva (ACODI). Madrid, 21-24 de septiembre de 1993, pp. 4-8.

<sup>55</sup> Una ampliación sobre el tema de los algoritmos genéticos puede verse, por ejemplo, en:  
\* ALONSO, GUILLERMO y BECERRIL, JOSÉ LUIS: "Introducción a la Inteligencia Artificial". Multimedia Ediciones. Barcelona, 1993, pp. 54-55.  
\* BAUER, RICHARD J., JR. y LIEPINS, GUNAR E.: "Genetic Algorithms and Computerized Trading Strategies". Incluido en O'Leary, Daniel E. y Watkins, Paul R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 89-100.  
\* GREENE, DAVID P.; MESERVY, RAYMAN D. y SMITH, STEPHEN F.: "Learning Audit Selection Rules from Data: A Genetic Algorithms Approach". Incluido en O'Leary, Daniel E. y Watkins, Paul R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 185-201.

<sup>56</sup> Una ampliación sobre el razonamiento basado en casos (CBR) puede verse, por ejemplo, en:  
\* RIESBECK, C. K. y SCHANK, R. C.: "Inside Case-Based Reasoning". Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum Associates, 1989.  
\* INFERENCE CORPORATION: "Case Based Reasoning: Relationship to Induction and Neural Networks". Inference. Inference Corporation. Febrero, 20, 1991.  
\* INFERENCE CORPORATION: "Case Based Reasoning Technology Backgrounder". Inference. Inference Corporation. Julio, 1991.  
\* O'LEARY, DANIEL E.: "Case-based Reasoning and Multiple-agent Systems for Accounting Regulation Systems with Extensions". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 1, enero, 1992, pp. 41-52.  
\* BONSÓN PONTE, ENRIQUE et al. (1993): "Sistemas de ...", op. cit., pp. 9-12.

De acuerdo con O'Leary, el **razonamiento basado en casos (CBR)** se basa en las siguientes ideas:<sup>57</sup>

- "Si función, úselo de nuevo".
- "Si funciona, no se preocupe por él".
- "Si no funcionó, recuerde que no debe hacerlo de nuevo".
- "Si no funciona, arréglole".

El razonamiento basado en casos se utiliza para capturar la pericia de un experto en materias donde las reglas están mal definidas, son incompletas o son incongruentes. Los casos son apropiados cuando hay muchas excepciones a las reglas y donde hay reglas aparentemente contradictorias para situaciones diferentes.<sup>58</sup>

Como ejemplos más significativos de **sistemas de razonamiento basado en casos** podemos citar:

\* El sistema **APE-II**,<sup>59</sup> un sistema que utiliza el razonamiento basado en casos para realizar la evaluación del riesgo en los juicios de auditoría.

\* El sistema **FRACAS (FRAME-based Case Analysis System)**,<sup>60</sup> un sistema de ayuda a la decisión que resuelve problemas fiscales relativos al Código Fiscal de la Sección 183 del Internal Revenue Code.

\* EL paquete **CBR Express** de Inference Corporation,

---

<sup>57</sup> Cfr. O'LEARY, DANIEL E. (1992): "Case-based ...", op. cit., p. 44.

<sup>58</sup> Id.

<sup>59</sup> Cfr. DENNA, ERIC L., HANSEN, JAMES V., MESERVY, R. y WOOD, LARRY E.: "Case-Based Reasoning and Risk Assessment in Audit Judgment". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, pp. 163-171.

<sup>60</sup> Cfr. JACOB, VARGHESE S. y TURNER, JOANNE. H.: "FRACAS: A Computerized Aid for Reasoning in Tax". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 1, nº. 2, mayo, 1992, pp. 103-121.

comercializado en España por Eritel.<sup>61</sup> El **CBR Express** se puede integrar con la concha **ART-IM** como herramienta de acceso a la concha de sistema experto **ART-IM** de Inference Corporation.<sup>62</sup>

El razonamiento basado en casos está muy relacionado también con los **Sistemas Inteligentes de Agentes Múltiples (Multiple-agent intelligent systems) (MAIS)**,<sup>63</sup> incluso pueden llegar a integrarse ambos sistemas para situaciones en que intervienen agentes múltiples y estos agentes usan el razonamiento basado en casos.<sup>64</sup> O'Leary propone la utilización de los **CBR** y los **MAIS** para resolver los problemas de los **Sistemas de Regulación Contable**, en sustitución de los sistemas basados en reglas.<sup>65</sup>

En nuestro país el **Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial** ha desarrollado el sistema aprendizaje **ARC (Apprentice using Approximate Reasoning Based on Cases)** que utiliza la tecnología del aprendizaje automático basado en casos para la adquisición del conocimiento en el contexto

---

<sup>61</sup> Cfr.

\* INFERENCE CORPORATION: "CBR Express". Inference. Inference Corporation.

\* INFERENCE CORPORATION: "CBR Express Product Backgrounder". Inference. Inference Corporation. Julio, 1991.

<sup>62</sup> Cfr.

\* INFERENCE CORPORATION: "ART-IM for Knowledge-Based Systems: A Product Overview". Inference. Inference Corporation.

\* INFERENCE CORPORATION: "ART-IM for Knowledge-Based Systems: A Technical Overview". Inference. Inference Corporation.

\* INFERENCE CORPORATION: "ART-IM/MVS Environment and Integration Overview". Inference. Inference Corporation. 1990.

<sup>63</sup> Los **Sistemas Inteligentes de Agentes Múltiples (Multiple-agent intelligent systems) (MAIS)** son sistemas informatizados que permiten capturar el comportamiento interactivo de los múltiples agentes que intervienen en una organización para lograr determinado objetivo u objetivos. Como se sabe, en una organización para lograr determinado(s) objetivo(s) interviene múltiple agentes, muchos de ellos están, normalmente, en conflicto con otros agentes de la organización. Los **MAIS** pretenden lograr una solución negociada entre las posturas de los distintos agentes. (Cfr. O'Leary, 1992).

<sup>64</sup> Cfr. O'LEARY, DANIEL E. (1992): "Case-based ....", op. cit., p. 45.

<sup>65</sup> Ibid., pp. 41-52.

del diagnóstico y la terapia de las neumonías.<sup>66</sup>

**14. LOS SISTEMAS EXPERTOS Y LAS REDES NEURONALES.** Las **redes neuronales (neural networks)** (también llamadas **redes de neuronas artificiales, sistemas neuronales artificiales, redes de neuronas formales, sistemas conexionistas**) son una rama de la inteligencia artificial que tiene como objetivo principal imitar el procesamiento de la información que realizan las neuronas del cerebro humano. Las **redes neuronales** son sistemas informáticos de procesamiento y representación del conocimiento que imitan de forma simplificada las redes de neuronas del cerebro. Las **redes neuronales**, a imitación del cerebro, están formadas por múltiples procesadores elementales denominados **neuronas artificiales**. Una neurona artificial puede estar conectada a muchas otras neuronas. Los enlaces entre las distintas neuronas artificiales constituyen la **sinapsis**. Las neuronas artificiales están formadas por tres componentes: (1) las **dendritas**, que son los canales de entrada de la información en las neuronas; (2) el **cuerpo celular o soma**, que integra las señales de entrada y proporciona una respuesta, y (3) el **axón**, que es el canal de salida que envía la respuesta a otras neuronas. En una red de neuronas artificiales, la información no está concentrada en un punto, como en la informática tradicional, sino a través de toda la red neuronal, en un conjunto de neuronas artificiales que procesan e intercambian información, de esta forma se consigue una mayor accesibilidad a toda la información del sistema desde cualquier punto del sistema.<sup>67</sup>

---

<sup>66</sup> Cfr. PLAZA, ENRIC: "Aprendizaje basado en casos y razonamiento aproximado en A.R.C.". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURIA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 225-235.

<sup>67</sup> Una ampliación sobre las **redes neuronales** puede verse, por ejemplo, en:  
\* BOULT, RAYMOND: "Prototipos de redes neuronales". *Datamation* (España), nº 45, mayo, 1989, pp. 48 y 50.  
\* DAVALO, ÉRIC y NAÏM, PATRICK: "Des réseaux de neurones". Eyrolles. Paris. 1990.  
\* NEWQUIST III, HARVEY P.: "Artificial Intelligence in the Financial Services Industry". Lafferty Publication, Dublin, 1990, pp. 11-14.

Una neurona artificial es una unidad elemental de procesamiento capaz de recibir, procesar y transmitir información. Un conjunto de neuronas artificiales enlazadas entre sí en forma de red constituye una red neuronal. Las redes neuronales están organizadas en diversas capas de neuronas artificiales. Aunque existen diversos tipos de arquitecturas de redes neuronales, la arquitectura más común está organizada en tres capas de neuronas: (1) la capa de neuronas de entrada, que recibe la información del exterior del sistema; (2) las capas de neuronas intermedias o capas ocultas, que procesan la información, y (3) la capa de neuronas de salidas, que proporciona al exterior el resultado del proceso. Las neuronas artificiales realizan operaciones sencillas con las señales que reciben del exterior (generalmente 0 ó 1). Las conexiones entre las neuronas artificiales llevan asociados unos pesos, llamados pesos sinápticos, que modulan la información que se intercambia entre las distintas capas. Los valores asignados a cada neurona artificial se combinan con los pesos sinápticos, por medio de una función matemática, para realizar una operación. Si el resultado de dicha operación es superior a un determinado nivel "umbral", la neurona se activa (señal 1) y pasa, a su vez, información a las siguientes capas de

---

\* BENTLEY, TREVOR: "Neural networks". Management Accounting [Gran Bretaña], vol. 69, nº. 2, febrero, 1991, p. 16.

\* CALZADILLA DAGUERRE, JESÚS: "Redes neuronales artificiales". CHIP, nº. 110, febrero, 1991, pp. 55-59.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "Artificial Neural Networks: Foundations and Application to a Decision Problem". Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 135-141.

\* INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "Redes Neuronales". Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad de Autónoma de Madrid, Madrid.

\* MARTÍN DEL BRÍO, BONIFACIO y SERRANO CINCA, CARLOS: "Redes neuronales para la determinación de situaciones de crisis empresarial". Comunicación presentada al III Seminario de Análisis de Estados Económico - Financieros. Alicante, 25 y 26 de septiembre de 1992.

\* ALONSO, GUILLERMO y BECERRIL, JOSÉ LUIS (1993): "Introducción a ...", op. cit., pp. 87-95.

\* DEGOS, JEAN-GUY: "Les réseaux neuronaux supplanteront-ils les systèmes experts financiers?". La Revue du Financier, nº 90, febrero, 1993, pp. 52-64.

\* KARAYIANNIS, NICOLAOS B. y VENETSANOPOULOS, ANASTASIOS N.: "Artificial Neural Networks. Learning Algorithms, Performance Evaluation, and Applications". Kluwer Academic Publishers. Boston. 1993.

\* SERRANO CINCA, CARLOS y MARTÍN DEL BRÍO, BONIFACIO: "Redes neuronales artificiales: Aplicaciones en contabilidad y finanzas". Comunicación presentada en el V Encuentro de Profesores Universitarios de Contabilidad. Sevilla, 27-29 de mayo de 1993.

\* SIGÜENZA, JUAN A., LÓPEZ, VICENTE y DORRONSORO, JOSÉ R.: "Redes neuronales, de la investigación básica a las aplicaciones industriales". CHIP, nº. 134, abril, 1993, pp. 64-73.

neuronas, si el resultado es inferior a dicho nivel "umbral", la neurona permanece inactiva (señal 0). El conocimiento contenido en una neurona es un momento determinado vendrá determinado por la suma del conocimiento contenido en las neuronas con las que está conectada, ponderado por los pesos sinápticos correspondientes. De esta forma, la red neuronal, por medio de un algoritmo de aprendizaje, puede ir poco a poco aprendiendo y aumentando su conocimiento por medio de un conjunto de ejemplos, proporcionando al final del proceso un resultado que es comparable con los datos iniciales y con unos datos tipo esperados. El proceso de **entrenamiento** de la red suele ser muy lento pero, una vez que la red ha aprendido, la velocidad de respuesta de la red a un estímulo es inmediata, pues el conocimiento se encuentra repartido entre toda la red.<sup>68</sup>

Entre las principales características de las redes neuronales hay que citar: (1) su capacidad de aprendizaje a partir de la experiencia, analizando un conjunto amplio de ejemplos; (2) la velocidad de respuesta de la red una vez se ha concluido el proceso de aprendizaje; (3) su robustez, pues, debido a que el conocimiento está repartido entre multitud de neuronas a lo ancho de toda la red, puede funcionar aunque se produzcan fallos en alguna de sus neuronas o el conocimiento sea incompleto o incierto.<sup>69</sup>

La arquitectura de los ordenadores en los que se basan las redes neuronales es muy distinta a la arquitectura ordenadores tradicional de Von Neumann. Debido a que las neuronas artificiales funcionan como procesadores elementa-

---

<sup>68</sup> Cfr.

\* ALONSO, G. y BECERRIL, J. L. (1993): "Introducción a ...", op. cit., pp. 88-91.  
\* SIGÜENZA, J. A. et al. (1993): "Redes neuronales ...", op. cit., p. 66.

<sup>69</sup> Cfr.

\* ALONSO, G. y BECERRIL, J. L. (1993): "Introducción a ...". Op. cit., p. 91.  
\* SERRANO CINCA, CARLOS et al. (1993): "Redes neuronales ...", op. cit.

les de información, los ordenadores de procesamiento en paralelo son los ideales para su implementación, ya que permiten el procesamiento en paralelo de gran volumen de datos a gran velocidad. No obstante, debido al alto coste de estos ordenadores, también se pueden simular redes neuronales en ordenadores convencionales de proceso secuencial, pero entonces el proceso de entrenamiento de la red resulta muy lento.<sup>70</sup>

El objetivo principal de las redes neuronales es, en cierto modo, similar al de los sistemas expertos, pues ambos pretenden capturar el conocimiento adquirido por la experiencia para realizar de forma eficiente una determinada tarea. Sin embargo, existen diferencias importantes entre ambos sistemas.<sup>71</sup> En la siguiente tabla se pueden ver resumidas las fortalezas y debilidades de ambos sistemas.

Diferencias entre los sistemas expertos y las redes neuronales artificiales

SISTEMAS EXPERTOS	REDES NEURONALES ARTIFICIALES
Tienen capacidades para que los usuarios los desarrollen, pero es preferible que lo hagan profesionales cualificados dadas las complicaciones que entraña la adquisición de conocimientos.	Tienen capacidades para que los usuarios las desarrollen, y pueden hacerlo incluso aquellos con poca formación.
Su desarrollo lleva mucho más tiempo. Hay que tener expertos disponibles y dispuestos a articular el proceso de resolución de problemas.	Pueden desarrollarse en poco tiempo. Los expertos únicamente tienen que identificar los datos a introducir, los resultados, y una amplia gama de muestras.
Las reglas deben estar claramente identificadas. Difíciles de desarrollar en aquellas decisiones que se toman de forma intuitiva.	No hay que identificar las reglas. Muy adecuadas para decisiones tomadas de forma intuitiva.
Torpes en el reconocimiento de patrones y el análisis de datos, como los pronósticos.	Muy adecuadas para éstas últimas aplicaciones, pero necesitan una amplia gama de datos de muestra.

<sup>70</sup> Cfr.

\* ALONSO, G. y BECERRIL, J. L. (1993): "Introducción a ...", op. cit., p. 92.

\* CALZADILLA DAGUERRE, JESÚS (1991): "Redes neuronales ...", op. cit., p. 59.

<sup>71</sup> Una ampliación sobre las diferencias entre ambos sistemas puede verse, por ejemplo, en:

\* SLATER, JOHN R., HAZEN, SUSAN J. y SAKTHIVEL, SACHI: "On Selecting Appropriate Technology for Knowledge Systems". Journal of Systems Management, vol. 44, nº. 10, octubre, 1993, pp. 13-15.

\* KRYZANOWSKI, LAWRENCE, GALLER, MICHAEL y WRIGHT, DAVID W.: "Using Artificial Neural Networks to Pick Stocks". Financial Analysts Journal, julio-agosto, 1993, pp. 21-22.

No son tolerantes a los fallos.	Muy tolerantes a los fallos
Los cambios en el entorno de problemas garantizan el mantenimiento.	Muy adaptables a entornos de problemas cambiantes.
La aplicación debe ajustarse a uno de los esquemas de representación de conocimientos.	Se puede intentar con las RNAs si la aplicación no se ajusta a uno de los esquemas de representación del sistema experto.
El rendimiento del experto humano que ayudó a crear el sistema experto establece un límite en el rendimiento teórico de éste último.	Las RNAs superan a los expertos humanos en determinadas aplicaciones, como los pronósticos.
Tienen sistemas de explicación para justificar porqué y cómo se tomó la decisión. Necesarios cuando hay que explicar la decisión para inspirar confianza a los usuarios. Recomendados cuando el proceso de resolución de problemas es bien conocido.	No tienen sistema de explicación, y actúan como caja negra.
Útiles cuando se toman una serie de decisiones en forma de árbol y cuando en esos casos es necesaria la interacción de un usuario.	Útiles para decisiones repentinas.
Útiles cuando es necesario emular funciones humanas de alto nivel, como el razonamiento y la deducción.	Útiles cuando es necesario emular funciones humanas de bajo nivel, como el reconocimiento de patrones.
Los sistemas expertos no son útiles para dar validez a la corrección del desarrollo de un sistema RNA.	Las RNAs en ciertos casos son útiles para validar la corrección del desarrollo de un sistema experto.

Fuente: SLATER, JOHN R., HAZEN, SUSAN J. y SAKTHIVEL, SACHI: "On Selecting Appropriate Technology for Knowledge Systems". Journal of Systems Management, vol. 44, nº. 10, octubre, 1993, p. 15.

También existe una diferencia muy importante entre ambos sistemas en cuanto al tipo de conocimiento que engloban. Los **sistemas expertos** incluyen un **conocimiento simbólico**, principalmente de tipo heurístico, adquirido normalmente de forma verbal de un experto, el cual se representa explícitamente en forma de reglas. Mientras que las **redes neuronales** contienen un **conocimiento subsimbólico**, que los expertos no saben explicitar porque está poco elaborado, pero que se puede obtener del análisis de un conjunto de ejemplos anteriores contenidos en una base de datos.<sup>72</sup> Ahora bien, aunque en la práctica resulta difícil encontrar tareas que requieren un sólo tipo de estos conocimientos en estado puro, lo más frecuente es que en las

<sup>72</sup> Cfr. SIGÜENZA, J. A. et al. (1993): "Redes neuronales ...", op. cit., pp. 64-68.

tareas estén implicados ambos tipos de conocimientos, el conocimiento simbólico y el conocimiento subsimbólico, por lo que lo ideal sería integrar ambas tecnologías con el fin de optimizar las soluciones. La integración de ambas tecnologías se puede realizar desde dos enfoques diferentes. Un primer enfoque consistiría en desarrollar ambos sistemas por separado pero complementándose mutuamente, es decir, supliendo unos los defectos de los otros. Así, por ejemplo, las redes neuronales se pueden utilizar para complementar a los sistemas expertos en aquellos dominios del conocimiento que difícilmente pueden ser explicitados por el experto humano en forma de reglas, ya que las primeras no requieren la existencia de un experto para obtener el conocimiento pues éste se puede obtener a través de un conjunto de ejemplos.<sup>73</sup> También se podría utilizar una red neuronal para realizar las predicciones, clasificaciones y análisis de los datos financieros y, posteriormente, un sistema experto realizaría la interpretación y explicación de los datos obtenidos por la red neuronal.<sup>74</sup> Las redes neuronales, gracias a su capacidad de aprendizaje, también se pueden utilizar como método para adquisición del conocimiento de un sistema experto.<sup>75</sup> También se pueden invertir el papel de ambas herramientas. Así, por ejemplo, en el análisis de los datos financieros, un sistema experto podría realizar una selección y evaluación de los datos y, a continuación, una red neuronal utilizaría los resultados obtenidos por el sistema experto.<sup>76</sup> El segundo enfoque se basa en integrar

---

<sup>73</sup> INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "Redes Neuronales". Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad de Autónoma de Madrid, Madrid.

<sup>74</sup> Cfr. DEGOS, JEAN-GUY (1993): "Les réseaux ...", op. cit., p. 59.

<sup>75</sup> Una ampliación sobre el tema puede verse, por ejemplo, en:

\* CHUNG, HYUNG-MIN MICHAEL y TAM, KAR YAN (1993): "A Comparative ...", op. cit., pp. 3-18.

\* GOODMAN, RODNEY y SMYTH, PADHRAIC (1993): "Automated Induction ...", op. cit., pp. 41-54.

\* LIANG, TING-PENG, MOSKOWITZ, HERBERT y YIH, YUEHWERN: "Integrating Neural Networks and Semi-Markov Processes for Automated Knowledge Acquisition: An application to Real-time Scheduling". Decision Sciences, vol. 23, nº. 6, noviembre-diciembre, 1992, pp. 1297-1314.

<sup>76</sup> Cfr. DEGOS, JEAN-GUY (1993): "Les réseaux ...", op. cit., pp. 60-61.

las **redes neuronales** con los **sistemas expertos** en una **red experta** o **experto artificial**, que consiste en un sistema híbrido que integra de forma modular una red neuronal y un sistema experto, de esta manera se aumentan las capacidades de los dos tipos de sistemas y se disminuyen sus debilidades.<sup>77</sup> En la siguiente tabla se muestran resumidas las herramienta que se deben utilizar en relación con el tipo de problema a resolver.

Naturaleza del problema a resolver	Herramienta a utilizar
Trabajo muy repetitivo con un número limitado y conocido de posibilidades	Programa algorítmico clásico
Trabajo poco repetitivo con un número limitado de ejemplos	Sistema experto
Trabajo que contiene informaciones incompletas, erróneas, pero muchos ejemplos	Red neuronal
Trabajo medianamente repetitivo con informaciones de calidad mediocre y un número limitado de ejemplos	Red experta

Fuente: DEGOS, JEAN-GUY: "Les réseaux neuronaux supplanteront-ils les systèmes experts financiers?". La Revue du Financier, nº 90, febrero, 1993, p. 62.

Las áreas principales de investigación de las redes neuronales son: el reconocimiento y clasificación de patrones, los algoritmos genéticos, la visión artificial, el análisis de series temporales y predicción, el control de procesos, y la robótica.<sup>78</sup> Las redes neuronales se están aplicando con éxito en múltiples áreas de conocimiento: ingeniería, producción, medicina, agricultura, economía, etc. En el campo de las finanzas y gestión empresarial las redes neuronales se están utilizando para resolver diversos tipos de tareas, tales como: opinión de auditoría de empresa en marcha, predicción de precios, predicción de los tipos de

<sup>77</sup> Ibid., pp. 60-62.

<sup>78</sup> Cfr.

\* ALONSO, G. y BECERRIL, J. L.: "Introducción a ...", op. cit., pp. 93-94.

\* SIGÜENZA, J. A. et al. (1993): "Redes neuronales ...", op. cit., p. 72.

cambio, predicción de las quiebras, predicción de la salud financiera de una empresa, predicción de los comportamientos de los inversores, asignaciones tácticas en los mercados de capitales, asignaciones de riesgos y responsabilidades, clasificación de riesgos, tanteo de créditos, detección de fraudes, determinación de la estructura de capital óptima, análisis de ratios en los procesos de revisión analítica de auditoría, etc.<sup>79</sup>

En nuestro país, el Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), dependiente de la Universidad Autónoma de Madrid, dentro del proyecto IRENE (Investigación en REdes NEuronales),<sup>80</sup> está trabajando en dos líneas de investigación de redes neuronales relacionadas con tareas de gestión: la primera, sobre clasificación mediante redes neuronales, en el contexto de los sistemas basados en el conocimiento, para ayudar en la toma de decisiones de promoción de personal; y, la segunda, sobre predicción a corto plazo mediante redes neuronales de índices de ventas. El IIC también está desarrollando otros proyectos relaciona-

---

<sup>79</sup> Como ejemplos de aplicaciones de redes neuronales en las tareas de contabilidad y finanzas pueden verse los siguientes trabajos:

- \* CLASSE, ALISON: "Little Grey Cells". Accountancy, mayo, 1993, pp. 67-69.
- \* COAKLEY, JAMES R. y BROWN, CAROL E.: "Artificial Neural Networks Applied to Ratio Analysis in the Analytical Review Process". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 2, nº. 1, enero, 1993, pp. 19-39.
- \* DEGOS, JEAN-GUY (1993): "Les réseaux ...", op. cit., pp. 52-64.
- \* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "Artificial Neural Networks: Foundations and Application to a Decision Problem". Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 135-141.
- \* HSIEH, CHANG-TSEH: "Some Potential Applications of Artificial Neural Systems in Financial Management". Journal of Systems Management, vol. 44, nº. 4, abril, 1993, pp. 12-15.
- \* JHEE, WON CHULL y LEE, JAE KYU: "Performance of Neural Networks in Managerial Forecasting". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 2, nº. 1, enero, 1993, pp. 55-71.
- \* KRYZANOWSKI, LAWRENCE et al. (1993): "Using Artificial ...", op. cit., pp. 21-27.
- \* SALCHENBERGER, LINDA M., CINAR, E. MINE y LASH, NICHOLAS: "Neural Networks: A New Tool for Predicting Thrift Failures", Decision Sciences, vol. 23, nº 4, julio-agosto, 1992, pp. 899-916.
- \* DOHERTY, STEPHEN A.: "Emerging Technologies". Internal Auditor, diciembre, 1993, pp. 20-21.
- \* SERRANO CINCA, C. y MARTÍN DEL BRÍO, B. (1993): "Redes neuronales ...", op. cit.

<sup>80</sup> Cfr.

- \* INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "Instituto de Ingeniería del Conocimiento: Presentación". Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad de Autónoma de Madrid, Madrid.
- \* INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "Redes Neuronales", op. cit.

dos con las redes neuronales, tales como: el proyecto RAMA,<sup>81</sup> un sistema informático basado en redes neuronales para reconocimiento y almacenamiento automático de documentos manuscritos; el proyecto HINT (Heterogeneous INTEgration Architecture for Intelligent Control Systems),<sup>82</sup> un proyecto de investigación, dentro del marco del programa ESPRIT europeo, para desarrollar una arquitectura de *software* y una metodología que permita la integración de diferentes tecnologías (e.g., sistemas expertos, redes neuronales, lógica borrosa, razonamiento basado en modelos, etc.); y la concha SARA (Shell de Algoritmos de Retropropagación Adaptativa), una herramienta para desarrollar aplicaciones basadas en redes neuronales.<sup>83</sup>

También son de destacar en nuestro país, las investigaciones llevadas a cabo por los profesores Serrano, Martín y Gallizo, en la Universidad de Zaragoza, los cuales han publicado ya varios trabajos sobre la aplicación de las redes neuronales en contabilidad y finanzas, especialmente en el análisis de estados financieros. Hasta la fecha sus investigaciones se han centrado sobre: (1) la predicción de la quiebras o crisis bancaria a corto plazo mediante dos modelos neuronales: el perceptrón multicapa y los mapas

---

<sup>81</sup> Cfr.

\* INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "RAMA: Reconocimiento y almacenamiento automático de documentos manuscritos". Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad de Autónoma de Madrid, Madrid, octubre, 1992.

\* SIGÜENZA, J. A. et al. (1993): "Redes neuronales ...", op. cit., p. 73.

<sup>82</sup> Cfr.

\* INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "HINT: Heterogeneous integration architecture for intelligent control systems". Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad de Autónoma de Madrid, Madrid.

\* SIGÜENZA, J.A. et al. (1993): "Redes neuronales ...", op. cit., p. 73.

<sup>83</sup> Cfr.

\* INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "SARA: Entorno para el desarrollo de aplicaciones de redes neuronales". Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad de Autónoma de Madrid, Madrid.

\* SIGÜENZA, J. A. et al. (1993): "Redes neuronales ...", op. cit., p. 72.

autoorganizados,<sup>84</sup> y (2) el estudio de la solvencia empresarial mediante el empleo de mapas autoorganizados.<sup>85</sup> Estos autores están trabajando en la actualidad en el desarrollo de sistemas híbridos que integren la tecnología de las redes neuronales con otras tecnologías tales como: los sistemas expertos, los sistemas de ayuda a la decisión y los métodos estadísticos como el análisis de conglomerados o *cluster*.<sup>86</sup>

**15. INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS Y CON EL LENGUAJE NATURAL.** Los sistemas expertos se pueden integrar con los sistemas de procesamiento del lenguaje natural para leer grandes cantidades de texto y comprender la información lo suficiente como para poder resumir los puntos importantes y poder responder a preguntas sobre el texto.<sup>87</sup>

Como ejemplos más significativos de este tipo de sistemas podemos citar:

\* El sistema **ELOISE (English Language Oriented Indexing System for EDGAR)**,<sup>88</sup> un sistema experto que analiza los estados notariales otorgados por los accionistas para ser representados en las juntas, en conexión con el **EDGAR**

---

<sup>84</sup> Cfr.

\* MARTÍN DEL BRÍO, B. y SERRANO CINCA, C. (1992): "Redes neuronales ...", op. cit.  
\* SERRANO CINCA, C. y MARTÍN DEL BRÍO, B. (1993): "Predicción de ...", op. cit.

<sup>85</sup> Cfr.

\* GALLIZO, JOSÉ L., SERRANO CINCA, CARLOS y MARTÍN DEL BRÍO, BONIFACIO: "Artificial Neural Systems in Financial Statements Analysis: Ratios versus Accounting Data". 16th Congress of European Accounting Association. Turku, Finlandia, abril, 1993.

SERRANO CINCA, CARLOS, GALLIZO LARRAZ, JOSÉ LUIS y MARTÍN DEL BRÍO, BONIFACIO: "Mapas autoorganizados: una nueva herramienta de análisis contable". Comunicación presentada en el VII Congreso de la Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA). Vitoria-Gasteiz, 22-24 de septiembre de 1993. AECA, pp. 263-285.

<sup>86</sup> Cfr. SERRANO CINCA, C. et al. (1993): "Mapas autoorganizados ...", op. cit., pp. 281-282.

<sup>87</sup> Cfr. SWEENEY, ROBERT B. (1989): "PC: what ...", op. cit., p. 31.

<sup>88</sup> Cfr.

\* O'LEARY, DANIEL E. (1987): "Accounting Regulation ...", op. cit., pp. 128-129.  
\* O'LEARY, DANIEL E. (1991): "Artificial Intelligence ...", op. cit., pp. 146-147.  
\* O'LEARY, DANIEL E. y KANDELIN, NILS (1992): "ACCOUNTANT: A ...", op. cit., pp. 260-261.  
\* SWEENEY, ROBERT B. (1989): "PC: what ...", op. cit., p. 32.

(**Electronic Data Gathering, Analysis, and Retrieval**),<sup>89</sup> desarrollado por Arthur Andersen & Co., por encargo de la SEC (Securities and Exchange Commission) de EE.UU. El sistema **ELOISE** es capaz de leer las preguntas de los usuarios, determinar qué concepto está abordando la pregunta y luego leer el texto en la base de datos del EDGAR para identificar las empresas que cumplen las condiciones de la consulta.

\* El sistema **FSA (Financial Statement Analyzer)**<sup>90</sup> es un sistema experto que realiza la revisión analítica de los estados financieros de una empresa en la fase de familiarización del proceso de toma de decisiones del análisis de estados financieros. El sistema efectúa un análisis de ratios usando las cuentas e informes financieros anuales que las sociedades americanas tienen que presentar a la SEC (Securities and Exchange Commission) de EE.UU. El sistema incorpora técnicas de lenguaje natural para analizar los textos de los balances, cuentas de pérdidas y ganancias y pies de página que les acompañan. El sistema fue encargado por la SEC a Arthur Andersen & Co. durante la fase piloto del proyecto **EDGAR (Electronic Data Gathering, Analysis, and Retrieval)**.

\* El **FINSTA (Financial Statement)**<sup>91</sup> es un sistema que utiliza técnicas de lenguaje natural. El **FINSTA**, partiendo

---

<sup>89</sup> El **EDGAR** es un sistema informático que facilita la recepción, recuperación y análisis de los archivos de la SEC (Securities and Exchange Commission) en los EE.UU.

<sup>90</sup> Cfr. MUI, CHUNKA y McCARTHY, WILLIAM E.: "FSA: Applying AI Techniques to the Familiarization Phase of Financial Decision Making". IEEE Expert, vol. 2, nº. 3, otoño, 1987, pp. 33-41.

Véase también:

\* O'LEARY, DANIEL E. (1987): "Accounting Regulation ...", op. cit., pp. 129-130.

\* O'LEARY, DANIEL E. y KANDELIN, NILS (1992): "ACCOUNTANT: A ...", op. cit., p. 261.

<sup>91</sup> Cfr.

\* O'LEARY, DANIEL E. y MUNAKATA, T.: "An Accounting Prototype Expert System". Incluido en M. VARSARHELYI (Ed.): "Artificial Intelligence in Accounting and Auditing". Marcus Weiner, Ner York, 1988.

Véase también:

\* O'LEARY, DANIEL E. (1987): "Accounting Regulation ...", op. cit., pp. 130-131.

\* O'LEARY, DANIEL E. y KANDELIN, NILS (1992): "ACCOUNTANT: A ...", op. cit., p. 261.

de la introducción de los títulos contables e importes de las cuentas, confecciona los estados financieros, de acuerdo con la regulación contable.

\* El sistema **ACCOUNTANT**<sup>92</sup> es un sistema inteligente basado en el lenguaje natural, para comprender el lenguaje contable. Este sistema procesa resúmenes de transacciones contables en lenguaje natural para obtener la información apropiada de los elementos de datos del modelo **REA** de McCarthy<sup>93</sup> (ver epígrafe § I.1.1). El sistema **ACCOUNTANT** entiende lo que se introduce en lenguaje natural sobre una transacción contable y es capaz de predecir lo que se dirá en el futuro, es decir, es capaz de adelantarse a las necesidades de información que se requerirán en la comunicación siguiente.

\* El sistema **SCISOR (System for Conceptual Information Summarization, Organization and Retrieval)**<sup>94</sup> realiza análisis de textos sobre noticias de carácter financiero. El sistema ha sido desarrollado por el Centro de Investigación y Desarrollo de General Electric.

\* El **INTELECT** de AI Corp. es un sistema de lenguaje natural al que se ha combinado una concha de sistema experto, el Knowledge Base Management System (KBMS).<sup>95</sup>

**16. SISTEMAS EXPERTOS COMBINADOS CON EL HYPERTEXT.** El **Hypertext** es un método automatizado que permite un acceso rápido y fácil a grandes fuentes de información compute-

---

<sup>92</sup> Cfr. O'LEARY, D. E. y KANDELIN, N. (1992): "ACCOUNTANT: A ...", op. cit., pp. 260-261.

<sup>93</sup> Cfr. MCCARTHY, WILLIAM E.: "The REA Accounting Model: A Generalized Framework for Accounting Systems in a Shared Data Environment." *The Accounting Review*, julio, 1982, pp. 554-578.

<sup>94</sup> Cfr. SWEENEY, ROBERT B. (1989): "PC: what ...", op. cit., p. 35.

<sup>95</sup> Cfr. McNURLIN, BARBARA C. y SPRAGUE Jr., RALPH H.: "Information Systems Management in Practice". Prentice-Hall International, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1989, p. 455.

rizada, por medio de nodos y enlaces electrónicos.<sup>96</sup> El Hypertext puede acceder a información multidimensional (e.g., textos, gráficos, números, imágenes, ...). La búsqueda de los datos es muy dinámica, permitiendo el acceso de manera no lineal y sin formato definido.

Los sistemas expertos se pueden combinar con la tecnología del Hypertext para transferir con más eficacia el conocimiento a los usuarios. En la actualidad las grandes empresas multinacionales de la auditoría, entre ellas Touche Ross y Peat Marwick & Mitchell, ya están utilizando la tecnología del hypertext en combinación con los sistemas expertos para acceder, de una forma rápida y cómoda, a grandes fuentes de datos.<sup>97</sup> Deloitte & Touche han desarrollado la concha de sistema experto D&T-Expert para desarrollar los sistemas expertos de auditoría de la empresa, la cual lleva incluida una capacidad de hypertext.<sup>98</sup>

La herramienta más conocida que existe en el mercado que combina ambas tecnología es el HyperCard de Apple, un entorno para la construcción de sistemas expertos que contiene capacidades de hypertext. Con el HyperCard se han construido varios sistemas expertos y conchas de sistemas

---

<sup>96</sup> Cfr.

\* ISKANDAR, MAI y McMANN, PAUL: "Expert Systems in Auditing: Advantages and Applications". The EDP Auditor Journal, vol. 4, 1989, pp. 41-51.

\* BENTLEY, TREVOR: "Hypertext". Management Accounting [Gran Bretaña], vol. 69, nº. 8, septiembre, 1991, p. 19.

\* CARLSON, PATRICIA ANN y SLAVEN, MICHAEL: "Hypertext Tools for Knowledge Workers. The Next Frontier: Tools That Teach". Journal of Information Systems Management, vol. 9, nº 2, primavera, 1992, pp. 53-61.

\* GRAY, GLEN L.: "Combining Expert Systems and Hypertext: Opportunities and Obstacles". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 1, enero, 1992, pp. 21-28.

\* HARKER, SAMUEL J.: "Hypertext: Technology for managing information". Internal Auditor, octubre, 1989, pp. 38-48.

\* NIELSEN, JAKOB: "The Art of Navigating through Hypertext". Communications of the ACM, vol. 33, nº. 3, marzo, 1990, pp. 296-310.

\* SWIFT, MICHAEL K.: "Hypertext: A Tool For Knowledge Transfer". Journal of Systems Management, vol. 42, nº. 6, junio, 1991, pp. 35-37.

<sup>97</sup> Cfr. ISKANDAR, MAI y McMANN, PAUL (1989): "Expert Systems ...", op. cit., p. 49.

<sup>98</sup> Cfr. BROWN, CAROL E. (1991): "Expert Systems ...", op. cit., p. 6.

expertos, tales como el **Apple Business Analyzer** o el **HyperX**.<sup>99</sup> Otro ejemplos de herramientas que fusionan las capacidades de la inteligencia artificial con el hypertext son el sistema **SHADOW**<sup>100</sup> y el sistema **ISHYS**.<sup>101</sup>

**17. SISTEMA MULTI-EXPERTOS EN FORMA DE PIZARRA.** Los sistemas multi-expertos en forma de pizarra son varios sistemas expertos conectados entre sí por medio de un módulo de control. Este módulo de control puede ser un sistema experto que analice los datos de los distintos usuarios y los pase de un sistema experto a otro. La arquitectura de pizarra permite que se pueda compartir información en una estructura de datos en común.<sup>102</sup>

Un ejemplo de pizarra es el sistema **TIMM Tuner**. Este sistema contiene 17 sistemas expertos pequeños conectados entre sí. El **TIMM Tuner** se utiliza para ajustar el funcionamiento de los ordenadores VAX de Digital Equipment Corporation.<sup>103</sup>

Otro ejemplo de este tipo de aproximación es el sistema **SKADE LITorSET**,<sup>104</sup> un sistema experto de pizarra para ayudar a las empresas en los procesos de toma de decisiones sobre "pleitear o pagar" en el campo de la responsabilidad de los productos. El sistema está formado por tres fuentes de conocimientos distintas: legal, director y ajustador del

---

<sup>99</sup> Cfr. EVANS, RON: "Expert Systems and HyperCard". Byte, enero, 1990, pp. 317-318, 322 y 324.

<sup>100</sup> Cfr. CARANDO, PATRICIA: "SHADOW: Fusing Hypertext with AI". IEEE Expert, vol. 4 nº. 4, invierno, 1989, pp. 65-78.

<sup>101</sup> Cfr. GARG, PANKAJ y SCACCHI, WALT: "ISHYS: Desingning an Intelligent Software Hypertext System". IEEE Expert, vol. 4 nº. 3, otoño, 1989, pp. 51-63.

<sup>102</sup> Cfr. McNURLIN, B.C. y SPRAGUE, R.H. (1989): "Information Systems ...", op. cit., p. 449.

<sup>103</sup> Ibid., p. 454.

<sup>104</sup> Cfr. RAGHUPATHI, WULLIANALLUR 'RP' y SCHKADE, LAWRENCE L.: "The 'SKADE LITorSET' Expert System for Corporate 'Litigate or Settle' Decisions". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº 4, diciembre, 1992, pp. 247-259.

seguro. Contiene, además, un módulo controlador y una estructura de pizarra que conecta las tres fuentes y llega a la solución final.

**18. INTEGRACIÓN DE VARIAS TECNOLOGÍAS.** También se pueden integrar simultáneamente los sistemas expertos con varias tecnologías de la inteligencia artificial y la informática. Como ejemplos más significativos podemos citar:

\* Srinivasan, Ruparel y Kim<sup>105</sup> están desarrollando el sistema **CGX**, un sistema financiero empresarial inteligente para ayudar en la concesión de créditos empresariales. Este sistema integra diversas tecnologías: sistemas expertos, sistema de gestión de base de datos relacional y lenguajes procedimentales de la 4ª Generación.

\* El sistema **ARMS (Advanced Risk Management System)**<sup>106</sup> es un sistema experto para ayudar a los contables de gestión en el control de la gestión del riesgo de los proyectos empresariales. Este sistema integra la tecnología de los sistemas expertos con la gestión de bases de datos y la hypermedia. El **ARMS** corre en una estación de trabajo Macintosh, utilizando la concha de sistema experto **Nexpert Objet**, la base de datos relacional **ORACLE**, el sistema de hypermedia **HyperCard** y el lenguaje de programación C.

\* El sistema **An.Co.RA**<sup>107</sup> es un sistema experto de

---

<sup>105</sup> Cfr. SRINIVASAN, VENKAT; RUPAREL, BHARAT y KIM, YONG H.: "Designing and Implementing Knowledge Based Systems for Corporate Financial Applications Using Relational Database Management Systems". Incluido en O'LEARY, DANIEL E. Y WATKINS, PAUL R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 101-123.

<sup>106</sup> Cfr. BIMSON, KENT D., BURRIS, LINDA BOEHM y TERREL, JAMES A.: "Rafting the River: A Risk Management Expert System for Dynamic Problem Solving". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 2, mayo, 1992, pp. 77-91.

<sup>107</sup> Cfr. BARALDI, STEFANO y TEODORI, CLAUDIO: "Inteligencia Artificial y Sistemas de Control de Gestión: un Sistema Experto para el Análisis Competitivo". Comunicación presentada en el III Congreso Internacional de Costos y I Congreso Nacional de la Asociación Española de Contabilidad Directiva (ACODI). Madrid, 21-24 de septiembre de 1993.

control de gestión que realiza análisis competitivos. Este sistema integra la tecnología de los sistemas expertos con las redes neuronales y la lógica del hypertext.

\* El proyecto de auditoría **CO-AUDIT**<sup>108</sup> es un sistema de pruebas experimental que integra varias las tecnologías: los sistemas basados en el conocimiento, los sistemas de ayuda a la decisión colectiva, las arquitecturas integradas y la inteligencia artificial distribuida. El sistema pretende ayudar un grupo de auditores que están distribuidos en emplazamientos diferentes de la organización, integrando, por medio de redes y telecomunicaciones, los resultados de los distintos sistemas expertos que realizan cada una de las fases del proceso de auditoría.

En nuestro país, el **Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC)**, junto con varias organizaciones nacionales y europeas, dentro del marco del programa de investigación **ESPRIT**, de la Comunidad Europea, está desarrollando el proyecto **HINT (Heterogeneous integration architecture for intelligent control systems)**,<sup>109</sup> cuyo objetivo principal es diseñar e instalar una arquitectura de software y una metodología que permita la integración de diferentes técnicas heterogéneas de la IA y la tecnología de la información, para resolver problemas relativos al control de procesos. Dicho proyecto pretende integrar en una misma arquitectura de software diversas tecnologías (e.g., sistemas expertos, redes neuronales, lógica borrosa, razonamiento basado en modelos, interfases del usuario inteligentes, pizarras, comunicaciones, ...).

---

<sup>108</sup> Cfr. HOWORKA, GARY, MOEUR, LAURA y GOUL, MICHAEL: "The Design of Co-Audit: An Experimental Testbed System to Support Research on the Next Generation of Audit Technology", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 153-169.

<sup>109</sup> Cfr. INSTITUTO DE INGENIERIA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "HINT: Heterogeneous integration architecture for intelligent control systems". Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad de Autónoma de Madrid, Madrid.

## **CAPITULO 13. CONCLUSIONES.**

A través de los veinte capítulos anteriores estimamos que hemos conseguido un conocimiento razonable sobre los fundamentos de los sistemas expertos y demostrado la aplicabilidad y posibilidades que ofrecen los sistemas expertos en el campo de la auditoría. También hemos analizado las incidencias y perspectivas de estos sistemas en la profesión contable y de auditoría. En este capítulo pretendemos presentar, de modo sintético, las principales conclusiones a las que hemos llegado a través del estudio anteriormente desarrollado.

Debido a que el trabajo presentado ha sido estructurado en dos partes claramente diferenciadas: (1) los fundamentos de los sistemas expertos y (2) la aplicación de los sistemas expertos en el dominio de la auditoría, lógicamente, las conclusiones también las vamos a dividir en dos grandes bloques, correspondiendo a cada una de estas partes. Ahora bien, dentro de cada una de ellas, estableceremos, a su vez, otras partes agrupadas por bloques temáticos. Todas las conclusiones van precedidas de un número, con el fin de seguir un orden progresivo dentro de la idea que intentamos exponer.

Con relación a la primera parte de la tesis, la relativa a los fundamentos de los sistemas expertos, hemos llegado a las siguientes conclusiones principales:

### **Inteligencia artificial y sistemas expertos**

1. Los ordenadores electrónicos y la informática han producido un impacto extraordinario en la sociedad, y

de modo especial en las tareas administrativas y contables, pues ha cambiado sustancialmente la forma de recoger, procesar y suministrar la información contable.

2. Aunque la utilización de los ordenadores en las tareas administrativas y contables no han afectado a los principios básicos de la contabilidad, sin embargo, sí han tenido una influencia muy importante en la misma, dando lugar a nuevas formulaciones teóricas y nuevas aplicaciones prácticas de la contabilidad.
3. Entre los avances más importantes de la informática, que han tenido una influencia notable en el desarrollo teórico y práctico de la contabilidad, hay que destacar los siguientes: los sistemas de información de gestión, los sistemas de gestión de bases de datos, la tecnología de la información y la inteligencia artificial; siendo esta última la que ha dado origen a los sistemas expertos, objeto de estudio de esta tesis.
4. La inteligencia artificial es una nueva disciplina, surgida en 1956 en el congreso de Dartmouth, que tiene como objetivos principales estudiar el comportamiento inteligente de los seres humanos y hacer máquinas inteligentes que sean capaces de imitar dicho comportamiento. Esta rama de la informática es multidisciplinar y se apoya en otras disciplinas afines, tales como la ingeniería, la lógica, la psicología, etc.
5. En el nacimiento de la inteligencia artificial ejercieron mucha influencia las investigaciones llevadas a cabo con anterioridad por Wiener sobre la Cibernética; Simon, sobre el estudio del comportamiento administrativo, y Turing, con el diseño de su «máquina univer-

sal», que sentaría las bases de los futuros ordenadores. También tuvieron una influencia muy notable los avances producidos en la **lógica formal** y en la **psicología cognitiva**.

6. Aunque la **inteligencia artificial** se apoya en la utilización de los ordenadores, sin embargo, presenta **diferencias** muy importantes con respecto a la **programación convencional clásica**: (1) los procesos son principalmente simbólicos, (2) se utiliza la búsqueda heurística, (3) la estructura de control es independiente del campo de conocimientos, (4) los programas suelen ser fáciles de modificar, (5) permite el uso de respuestas incorrectas y (6) proporciona respuestas satisfactorias usualmente aceptables.
7. En el desarrollo de la **inteligencia artificial** ha tenido una influencia muy importante el «**Proyecto japonés de ordenador de la Quinta generación**», pues éste supuso un incremento muy considerable de las investigaciones sobre las aplicaciones prácticas de esta disciplina. Además, como consecuencia de dicho proyecto, los EE.UU., primero y Europa, después, no queriéndose quedar al margen de este nuevo reto, replicaron a los japoneses con proyectos de investigación similares, lo cual benefició considerablemente a las investigaciones de la inteligencia artificial como consecuencia de la competencia entre ellos.
8. Hasta la fecha, el campo de actuación de la **inteligencia artificial** se ha centrado en la solución de tareas que llevan implícito un comportamiento humano inteligente, abarcando principalmente las siguientes ramas: (1) el proceso del lenguaje natural; (2) el reconocimiento de patrones (i.e., comprensión y síntesis del

habla y visión artificial); (3) el proceso de imágenes; (4) la robótica; (5) los sistemas basados en el conocimiento y los sistemas expertos; (6) las redes neuronales, y (7) otras áreas (e.g., aprendizaje, programación automática, juegos inteligentes, demostración de teoremas, etc.).

9. De todas estas áreas, la robótica, las redes neuronales y los sistemas expertos son las aplicaciones más interesantes desde un punto de vista comercial; siendo los **sistemas expertos** la aplicación más importante desde el punto de vista de la contabilidad y la auditoría.

#### **Conceptos básicos sobre los sistemas expertos**

10. Los **sistemas expertos** son programas de ordenador que contienen los conocimientos técnicos y heurísticos utilizados por un experto o un grupo de expertos a la hora de resolver problemas específicos, más o menos complejos, de un determinado dominio.
11. La utilización de los **sistemas expertos** presenta entre otras, las siguientes **ventajas**: (1) permiten conservar el conocimiento técnico y la experiencia de un experto; (2) permiten distribuir selectivamente el conocimiento de los expertos en diferentes lugares; (3) facilitan la disminución del tiempo de ejecución de los trabajos, pues, al estar basados en el ordenador, la información se procesa de una manera mucho más rápida y segura de lo que lo haría cualquier persona; (4) aumentan la calidad y rendimiento de los trabajos; (5) asesoran y ayudan en la toma de decisiones; (6) aumentan la capacidad para realizar análisis complejos; (7)

permiten una comprensión más profunda del conocimiento, (8) aumentan la productividad del personal pues permiten poner el conocimiento y la experiencia de los profesionales veteranos a disposición del personal sin experiencia, y permiten, también, que el personal experto se dedique a otro tipo de tareas más importantes; (9) se pueden utilizar como medios de formación y enseñanza del personal para transmitir los conocimientos y la pericia de los expertos a las personas más jóvenes y menos experimentadas.

12. Aunque los **sistemas expertos** son programas informáticos, se diferencian de los programas informáticos convencionales, básicamente, por los siguientes rasgos: (1) Procesan conocimientos; (2) procesan información simbólica, (3) utilizan heurísticas para solucionar los problemas; (4) los datos están contenidos en bases de conocimientos; (5) el conocimiento suele ser fácil de modificar, actualizar e incrementar; (6) admite la utilización de información incompleta e incierta; (7) el proceso es de tipo inferencial; (8) se toleran algunas respuestas incorrectas; (9) proporcionan respuestas satisfactorias usualmente aceptables; (10) la estructura de control es independiente del campo de conocimientos; (11) son transparentes para el usuario; (12) el conocimiento es mantenido por el ingeniero del conocimiento y por el experto; (13) proporcionan una explicación del proceso de razonamiento utilizado, y (14) son capaces de aprender de la experiencia.

13. La **estructura de un sistema experto** está compuesta, básicamente, por los siguientes elementos: (1) la base de conocimiento, (2) la memoria de trabajo, (3) el motor de inferencia, (4) el interfase del usuario, (5) el subsistema de explicación, (6) el subsistema de

adquisición del conocimiento y (7) el subsistema de comunicación con otros sistemas.

14. Las formas de clasificar los sistemas expertos es muy variada y obedece a distintos criterios clasificativos (e.g., tecnología empleada, nivel de la organización en el que se implementan, área funcional de la organización en el que se encuentra el sistema, tipo de problema de decisión que apoyan, forma de adquirir el conocimiento, forma de representar el conocimiento, tipo de razonamiento que utilizan, tipo de tarea que realizan, ...). Sin embargo, la clasificación más extendida es la que se realiza en función de la tarea que realizan (e.g., interpretación, predicción, diagnóstico, diseño, planificación, control, ...).

#### **Ingeniería del conocimiento**

15. El desarrollo de los sistemas expertos ha dado lugar a una nueva técnica, conocida con el nombre de **ingeniería del conocimiento**, cuya misión consiste en el proceso de adquisición, articulación y formalización del conocimiento de un experto, así como a su informatización por medio de un programa informático llamado sistema experto.
16. La persona responsable de todo este proceso es el **ingeniero del conocimiento**. Además del ingeniero del conocimiento, en el proceso de desarrollo de un sistema experto están implicadas otras personas: el experto del dominio, el constructor de las herramientas de desarrollo, los analistas y programadores de sistemas, el usuario final, etc.

17. Debido a que los sistemas expertos presentan diferencias importantes con respecto a los programas informáticos convencionales, lógicamente, y como consecuencia de ello, también requieren una metodología de desarrollo diferente. Aunque esta metodología suele variar según los autores, la **metodología de desarrollo de sistemas expertos** más extendida pasa por las siguientes **fases**: (1) identificación, (2) conceptualización, (3) formalización, (4) implementación y (5) comprobación.
18. La **adquisición del conocimiento** de un experto es un proceso muy complejo, que consiste en la traducción del conocimiento implícito de un experto a una forma explícita para que pueda ser incorporado en el sistema experto. Este proceso pasa por tres **fases** principales: (1) identificar el dominio del problema, (2) obtener de forma detallada el conocimiento del experto humano y (3) depurar y refinar la base de conocimiento.
19. La captación del conocimiento de un experto es una tarea muy compleja que requiere ciertas técnicas especiales, denominadas **técnicas de adquisición del conocimiento**. La mayoría de estas técnicas proceden de la psicología experimental, de la psicología cognitiva, y del diseño de sistemas. Las **técnicas de adquisición del conocimiento** que más se utilizan son: (1) los libros de texto y la bibliografía profesional, (2) las entrevistas informales, (3) el análisis de protocolos verbales o transcripciones, (4) los estudios observacionales, (5) los métodos inductivos, (6) los métodos de optimización mecánica y (7) los métodos extraídos de la psicología cognoscitiva. Debido a que ninguna de estas técnicas proporciona por completo la información necesaria sobre todos los aspectos del conocimiento, los ingenieros del conocimiento suelen utilizar varias

técnicas con el fin de obtener la mayor cantidad de información sobre el conocimiento de un experto.

20. A pesar de todas estas técnicas, el problema de la adquisición del conocimiento sigue siendo muy complejo y está plagado de múltiples dificultades, hasta el punto de ser considerado, por la mayoría de los autores, como el principal «cuello de botella» de la ingeniería del conocimiento. Entre los principales problemas que se presentan en este proceso hay que destacar: (1) la dificultad que tiene el experto para explicar su pericia, es decir, el no saber expresar con claridad cómo realiza sus procesos de toma de decisiones cuando resuelve un determinado problema; (2) el desacuerdo entre los expertos ante la resolución de un determinado problema, y (3) dificultad de mantener en el tiempo un equipo de desarrollo del sistema experto.
21. La **representación del conocimiento** consiste en encontrar una correspondencia entre el mundo exterior (forma externa) y un sistema simbólico (forma interna o física) que permita el razonamiento. O dicho en términos más sencillos, la representación del conocimiento consiste en representar de una manera formal el conocimiento de un experto, con el fin de que éste pueda ser trasladado con facilidad a un programa informático.
22. La **representación del conocimiento** es una tarea muy compleja que entraña múltiples dificultades. Este proceso constituye otro importante «cuello de botella» de la ingeniería del conocimiento, debido a que las técnicas de presentación del conocimiento que hay disponibles en la actualidad no son capaces de representar toda la gama de conocimientos que puede poseer

un experto humano.

23. Los **métodos de representación del conocimiento** más utilizados son: (1) la programación convencional, (2) la representación lógica, (3) las triplas objeto-atributo-valor, (4) las reglas de producción, (5) las redes semánticas, y (6) los sistemas estructurados (e.g., *frames* y *scripts*). Estos métodos se pueden utilizar de forma aislada o combinando varios de ellos. De todos estos métodos los más utilizados son las reglas de producción, las redes semánticas y los *frames*.
24. Una característica importante de los sistemas expertos es que éstos pueden resolver problemas en los que el **conocimiento resulta impreciso o incierto**. Para ello, la inteligencia artificial utiliza diversos métodos, la mayoría de ellos tomados de la estadística y de la lógica. Estos métodos se pueden agrupar en tres grandes categorías: (1) los **métodos basados en la teoría probabilística subjetiva**, (2) los **métodos basados en la teoría de la evidencia de Dempster-Shafer** y (3) los **métodos basados en la teoría de la posibilidad de Zadeh**.
25. Para dar solución a los problemas planteados a un sistema experto, éste utiliza un complejo proceso de inferencia, denominado **proceso de razonamiento del motor de inferencia**. Este proceso de razonamiento es realizado y controlado por el **motor de inferencia**, y consiste en un mecanismo de razonamiento o procedimiento lógico de inferencia que relaciona los hechos contenidos en la memoria de trabajo con las reglas y los hechos contenidos en la base de conocimiento.

26. En un **sistema experto basado en reglas**, el motor de **inferencia** está formado básicamente por tres elementos: (1) el **mecanismo de emparejamiento**, que compara los hechos contenidos en la memoria de trabajo con las reglas contenidas en la base de conocimiento; (2) la **estrategia de búsqueda**, que permite encadenar las reglas, y (3) la **estrategia de resolución de conflictos**, que selecciona las reglas que pueden aplicarse en cada momento.
27. Para la construcción de un sistema experto se utilizan **herramientas de desarrollo de sistemas expertos** o **herramientas de ingeniería del conocimiento**. Estas herramientas son sistemas informáticos (i.e., *hardware* y *software*) que facilitan al ingeniero del conocimiento el proceso de desarrollo y mantenimiento de un sistema experto.
28. La clasificación más generaliza de las **herramientas de desarrollo de los sistemas expertos** es la siguiente: (1) los lenguajes de programación, que permiten un desarrollo a medida de un sistema experto, tales como los lenguajes de programación convencionales o los lenguajes de ingeniería del conocimiento; (2) las conchas de sistema experto (shells); (3) las facilidades de desarrollo de sistemas expertos, y (4) los entornos de desarrollo de sistemas expertos.
29. Entre todas estas herramientas, la forma más adecuada para la construcción de un sistema experto es utilizar los **lenguajes de inteligencia artificial** tales como el **LISP** o el **PROLOG**.
30. Otra forma, muy empleada en la actualidad, de construir sistemas expertos es utilizando las **conchas de sistema**

**experto (shells).** Las conchas de sistema experto (también llamados caparazones, armaduras, sistemas vacíos y generadores de sistemas expertos) son paquetes informáticos, comercialmente disponibles, que contienen todos los elementos de un sistema experto salvo la base de conocimiento. Una **concha** está formada por los elementos clásicos de un sistema experto, salvo la base de conocimiento. En cierto modo, estos paquetes son similares a las hojas de cálculo electrónico.

31. La utilización de una **concha** en la construcción de un sistema experto aporta importantes **ventajas**, tales como: (1) son fáciles de aprender, (2) permiten desarrollar sistemas prototipo en muy poco tiempo, (3) requieren menos capacidades informáticas, (4) permiten al experto del dominio implementar su propio sistema experto de una forma rápida y cómoda, (5) son fáciles de manejar y tienen un coste razonable, (6) se pueden utilizar en micro-ordenadores y en ordenadores personales y (7) se pueden utilizar como paso previo para el desarrollo de un sistema experto posterior mucho más amplio.
  
32. En la construcción de grandes sistemas expertos también se pueden utilizar las facilidades y los entornos de desarrollo de sistemas expertos. Las **facilidades de desarrollo de sistemas expertos** son programas que ayudan a adquirir y representar el conocimiento del experto del dominio y/o programas que ayudan a diseñar sistemas expertos. Los **entornos de desarrollo de sistemas expertos** son un conjunto de herramientas de **software** que ayudan al ingeniero del conocimiento y al programador en el desarrollo de los sistemas expertos.

## **Sistemas expertos «versus» sistemas de ayuda a la decisión**

33. Los sistemas expertos constituyen una de las principales herramientas de ayuda en los procesos de toma de decisiones. Sin embargo, no hay que confundirlos con otras herramientas de ayuda a la decisión, pues cada tipo de decisión requiere un tipo de herramienta adecuado.
34. La toma de decisiones es un proceso de transformación de la información en acción. En todo proceso de decisión, en primer lugar, se percibe la información del entorno; a continuación, se analiza y racionaliza la información recibida, y, por último, se realiza una acción que vuelve a modificar el entorno.
35. En todo proceso de decisión se pueden distinguir tres fases principales: (1) la actividad de **inteligencia**, (2) la actividad de **diseño** y (3) la actividad de **elección**. La fase de **inteligencia** se centra en el reconocimiento y definición del problema. La fase de **diseño** se centra en la invención, desarrollo y análisis de las posibles soluciones al problema. Y, por último, en la fase de **elección** se selecciona un curso de acción determinado entre los diversos cursos determinados de acción y se pone en práctica.
36. En casi todas las tareas de gestión en las que se realicen procesos de decisión hay que efectuar las operaciones anteriores, pero no todas las tareas de gestión requieren que se dedique la misma importancia en cada una de estas operaciones. Así, hay tareas en las que la fase de **inteligencia** tiene mucha mayor importancia que la fase de **diseño** o de **elección**, y hay otras tareas en las que ocurre lo contrario.

37. En términos generales, las **tareas administrativas y de gestión** se suelen clasificar en tres grandes categorías: (1) tareas estructuradas, (2) tareas semi-estructuradas y (3) tareas no estructuradas. Las **tareas estructuradas** son aquellas en las que el problema está muy bien definido en la fase de inteligencia, las soluciones alternativas suelen ser limitadas en fase de diseño y requieren muy poco juicio por parte del decisor en la fase de elección (e.g., las aplicaciones de la investigación operativa; o las aplicaciones administrativas, tales como la facturación o la nómina). Las **tareas semi-estructuradas** son aquellas en las que el problema está razonablemente definido en la fase de inteligencia, las soluciones alternativas pueden ser limitadas y especificadas en la fase de diseño y requieren algún tipo de juicio por parte del decisor en la fase de elección (e.g., el proceso de diseño y evaluación del control interno en auditoría). Por último, las **tareas no estructuradas** son aquellas en las que el problema está muy mal definido en la fase de inteligencia, las soluciones alternativas en la fase de diseño son muy numerosas y se requiere mucho juicio e intuición por parte del decisor para seleccionar una alternativa en la fase de elección (e.g., evaluación de los controles en los sistemas informáticos avanzados, o la determinación del grado de materialidad en una auditoría).

38. Dado que cada uno de estos tipos de tareas tiene unas características determinadas, lógicamente, también deben ser distintos los tipos de sistemas de información que se utilicen para apoyar los procesos de decisión en cada una de estas tareas. Así, en las **tareas estructuradas** las herramientas que mejor se adaptan para apoyar las decisiones son el proceso

electrónico de datos y los sistemas de información de gestión. En las tareas semi-estructuradas el tipo de herramienta que mejor se adapta para apoyar las decisiones son los **sistemas de ayuda a la decisión**. Y, por último, en las tareas no estructuradas el tipo de herramienta que mejor se adapta para apoyar las decisiones son los **sistemas expertos**.

39. De todos estos sistemas, los más importantes desde el punto de vista de la toma de decisiones a nivel de gestión son los **sistemas de ayuda a la decisión** y los **sistemas expertos**. Los **Sistemas de Ayuda a la Decisión** son sistemas interactivos de tratamiento de la información, basados en el ordenador, que ayudan a los decisores de nivel medio o superior a usar **datos y modelos** para poder tomar decisiones de una forma rápida en las **tareas semi-estructuradas**. Los **sistemas expertos** son sistemas de información, basados en el ordenador, que contienen la pericia y el conocimiento de un experto en un dominio muy concreto, e imitan los procesos de razonamiento que el experto realiza para resolver un determinado problema de dicho dominio. Aunque los sistemas expertos se pueden aplicar a cualquier tipo de tarea, sin embargo, están enfocados especialmente a las tareas no estructuradas.

40. Aunque resulta evidente que tanto los **sistemas de ayuda a la decisión** como los **sistemas expertos** ayudan a los decisores en sus procesos de toma de decisiones; sin embargo, su filosofía y objetivos suelen ser distintos, existiendo diferencias importantes entre ellos. Los **sistemas expertos** se pueden utilizar para apoyar la toma de decisiones en tareas no estructuradas, mal definidas, que requieran el conocimiento técnico de un experto en un dominio muy específico. Mientras que los

**sistemas de ayuda a la decisión** se pueden utilizar para apoyar la toma de decisiones en tareas semi-estructuradas, que estén razonablemente definidas y que requieran algún tipo de juicio, aunque no necesariamente el conocimiento de un experto.

41. Ambos sistemas tienen importantes ventajas para las empresas: aumentan la eficacia y eficiencia de los procesos de toma de decisiones, se pueden utilizar para apoyar el entrenamiento y la formación del personal, se pueden utilizar para distribuir y compartir el conocimiento dentro de las organizaciones, etc.
  
42. El futuro sobre los sistemas de información que apoyan los procesos de decisión es muy prometedor. Las investigaciones actuales sobre estos sistemas giran en torno a dos parámetros: (1) el perfeccionamiento y mejora de los sistemas de ayuda a la decisión (e.g., sistemas de ayuda a la decisión de grupo, sistemas de ayuda a la decisión distribuidos, sistemas de ayuda a la decisión estratégica, sistemas de soporte a la gestión, sistemas de proceso de ideas, ...), y (2) la integración de los sistemas de ayuda a la decisión con los sistemas expertos y otros sistemas de información (e.g., sistemas de ayuda a la decisión expertos, sistemas expertos estratégicos, ...).

Con relación a la **segunda parte** de esta tesis, relativa a la aplicabilidad de los **sistema expertos en auditoría** y su incidencia sobre la profesión contable y de auditoría, hemos llegado a las siguientes conclusiones principales:

## **Aplicación de los sistemas expertos en contabilidad**

1. La utilización de los sistemas expertos en todas las ramas de la contabilidad es ya una realidad. Los sistemas expertos se están aplicando con éxito en muchas tareas de contabilidad y finanzas. Además, existe un interés creciente sobre el tema entre los miembros de la comunidad contable y de auditoría, tanto investigadores como prácticos.
2. Las aplicaciones potenciales de la contabilidad y finanzas en las que se pueden aplicar los sistemas expertos son muy diversas y se pueden dividir, entre otras, en las siguientes categorías:
  - Auditoría,
  - Contabilidad de gestión,
  - Contabilidad financiera,
  - Análisis de estados financieros,
  - Fiscalidad,
  - Planificación financiera e industria de los servicios financieros,
  - Enseñanza de la contabilidad.
3. Hasta la fecha, la auditoría es la rama de la contabilidad donde más sistemas expertos se han desarrollado.

## **Aplicación de los sistemas expertos en auditoría**

4. La aplicación de los sistemas expertos en el dominio de la auditoría es ya una realidad. Pues, como se sabe, en auditoría se realizan tareas de interpretación, predicción, diagnóstico, diseño, planificación, control, etc.; además, todas estas tareas cumplen la mayoría de los requisitos necesarios para poder

desarrollar un sistema experto (i.e, las tareas son inestructuradas, las tareas requieren conocimiento especializado, las tareas requieren gran cantidad de juicio e intuición, los datos muchas veces son incompletos o inciertos, la mayoría de las tareas requieren soluciones heurísticas, los expertos son escasos, la pericia necesita ser distribuida por diversos lugares de la empresa, etc.). Por lo tanto, la tecnología de los sistemas expertos es aplicable perfectamente en el campo de la auditoría.

5. Ahora bien, no en todas las tareas que se realizan en auditoría es necesario utilizar los sistemas expertos. En las tareas de auditoría que están perfectamente estructuradas (e.g., preparación de balances, cálculo de ratios, muestreo, circularización,...) se puede, y es conveniente, utilizar la informática convencional (e.g., programas informáticos normales, tratamientos de textos, bases de datos, ...). En las tareas que estén semiestructuradas se pueden utilizar los sistemas de ayuda a la decisión (e.g., hojas de cálculo, sistemas de consulta de archivos, sistemas de representación y análisis de datos, etc.). Reservándose la tecnología de los sistemas expertos para las tareas que estén muy poco o nada estructuradas, pues en este tipo de tareas se requiere mucho del juicio de un experto y se utilizan muchas reglas heurísticas para llegar rápidamente a una solución, dado que el campo de soluciones puede ser muy amplio.
6. El trabajo de análisis efectuado nos ha permitido constatar que existe un gran interés por el desarrollo de los sistemas expertos en el campo de la auditoría, tanto por los investigadores académicos de la contabilidad en las universidades como por las grandes empre-

sas multinacionales de contabilidad y auditoría. La mayoría de las publicaciones realizadas hasta la fecha sobre el tema se han centrado principalmente en tres grandes subcampos de la auditoría: (1) Auditoría externa, (2) auditoría interna, y (3) auditoría informática.

7. Muchos de los sistemas expertos que se han desarrollado hasta la fecha, o se están desarrollando, son simples modelos descriptivos de una aplicación. La mayoría de estos sistemas empezaron como proyectos de investigación académica, algunas veces apoyados y financiados por empresas de contabilidad y auditoría; otros sistemas fueron directamente desarrollados por las propias empresas de auditoría.
8. Los sistemas expertos se pueden aplicar en múltiples campos de la auditoría. Entre dichas campos se pueden citar:
  - Auditoría general.
  - Auditoría interna.
  - Auditoría informática.
  - Contabilidad fiscal y asesoramiento tributario.
  - Asesoramiento de gestión.
  - Entrenamiento y formación de los auditores.
9. En base al estudio realizado sobre las aplicaciones de sistemas expertos que se han desarrollado hasta la fecha, y teniendo en cuenta las fases del proceso de auditoría, podemos establecer la siguiente clasificación de los sistemas expertos en auditoría:
  1. Sistemas expertos en auditoría externa.
    - 1.1. Materialidad y riesgo.
    - 1.2. Evaluación del control interno.
    - 1.3. Planificación de la auditoría.

- 1.4. Obtención de la evidencia y formación de la opinión.
- 1.5. Informe de auditoría.
- 1.6. Otras áreas funcionales de la auditoría externa.
2. Sistemas expertos en auditoría interna.
3. Sistemas expertos en auditoría informática.

### **Sistemas expertos en auditoría externa**

10. Siguiendo con la clasificación anteriormente descrita, en primer lugar, los sistemas expertos se pueden aplicar en la fase de **orientación de la auditoría**. La primera fase del proceso de auditoría se centra en la **orientación**. En esta fase el auditor obtiene la información general del cliente y del tipo de industria del cliente, lo que le permite conocer las características generales del cliente y de su entorno. En esta fase se analizan dos factores claves: la **materialidad** y el **riesgo**. La **materialidad** o **importancia relativa** tiene que ver con el grado de omisión o declaración errónea que pudiera influir en la opinión de una persona razonable que haya confiado en la información de los estados financieros, mientras que el **riesgo** hace referencia a que un auditor puede inconscientemente no modificar su opinión sobre los estados financieros que contengan declaraciones erróneas de importancia relativa. El estudio de la **materialidad** y del **riesgo de auditoría** es muy importante para establecer el alcance del trabajo de auditoría que se va a realizar.
11. Entre las principales **aplicaciones de sistemas expertos en el dominio de la evaluación de la materialidad** hay que destacar el sistema experto **AUDITPLAN-**

NER, que ayuda a los auditores sobre los juicios de materialidad en las etapas de planificación de la auditoría.

12. En cuanto a las aplicaciones de **sistemas expertos en el dominio de la evaluación del riesgo de auditoría**, hay que indicar que muchas de estas aplicaciones se basan en el famoso **modelo de riesgo de auditoría** propuesto por el AICPA en el SAS N<sup>o</sup> 47.
13. Entre las principales aplicaciones de **sistemas expertos en el dominio de la evaluación del riesgo de auditoría** hay que destacar el sistema experto **RISK ADVISOR**, que ayuda a los auditores a identificar y evaluar los riesgos en auditoría. Este sistema se basa en el Memorándum de Estrategia de Auditoría que utiliza Coopers & Lybrand para identificar y tratar los riesgos de auditoría.
14. Siguiendo con la clasificación anteriormente establecida, en segundo lugar, figura la **aplicación de los sistemas expertos en la fase de evaluación del control interno**. Una vez analizada la materialidad y el riesgo de auditoría, debe efectuarse un estudio y evaluación adecuada de la estructura de control interno para planificar la auditoría y determinar la naturaleza, el alcance y el momento de realización de las pruebas de auditoría que han de ser realizadas. Un sistema de control interno efectivo está formado por el conjunto de métodos y procedimientos establecidos por la dirección con el fin de: (1) salvaguardar sus activos y registros contables, (2) garantizar la exactitud y fiabilidad de los datos contables, (3) promover la eficiencia operativa, (4) fomentar la adhesión a las políticas prescritas por la dirección y (5) prevenir

y detectar fraudes y errores.

15. Dentro del campo de la auditoría, sin lugar a dudas, el **control interno** es la fase del proceso de auditoría en la que más sistemas expertos se han desarrollado hasta la fecha. Entre las principales **aplicaciones de sistemas expertos en el dominio de la evaluación del control interno** hay que destacar los siguientes sistemas expertos:

**ARISC**, que simula los procesos de decisión de los auditores en la evaluación del control interno, en el ciclo de compras/cuentas a pagar/pagos efectuados.

**INTERNAL-CONTROL-ANALYZER**, que ayuda a los auditores en la evaluación de los controles de contabilidad internos en el ciclo de ingresos.

**TICOM**, que ayuda a los auditores en el proceso de diseño, análisis y evaluación de los sistemas de control interno.

16. En tercer lugar, tenemos la **aplicación de los sistemas expertos en la fase de planificación de la auditoría**. La fase de planificación de la auditoría se centra en la realización de una estrategia global de los trabajos de auditoría que se deberán realizar en base al objetivo y al alcance de la auditoría, determinado este último en función de la información obtenida en las etapas anteriores del proceso de auditoría. La planificación de la auditoría permite saber dónde, cuándo y cómo se van a realizar los distintos trabajos de auditoría; qué procedimientos y pruebas de auditoría se deben realizar, su extensión y el momento en que deberán ser ejecutados; cuál ha de ser la distribución y calificación del personal y el tipo de recursos que se necesitarán para realizar estos trabajos; cuál ha de ser el calendario de ejecución del trabajo;

qué tipos de papeles de trabajo se van a utilizar, etc.

17. La mayoría de las aplicaciones de sistemas expertos sobre planificación de la auditoría se han centrado en la elaboración de los programas de auditoría y han sido llevadas a cabo por las grandes firmas de auditoría. Entre los principales sistemas expertos de este dominio destacan:

**DECISION SUPPORT (DS) o EY/DECISION SUPPORT**, que ayuda a los auditores en la planificación de los compromisos de auditoría.

**EXPERTEST**, que produce programas de las pruebas de auditoría para clientes individuales hechos a su medida. El sistema produce, también, un informe que ayuda al director a la hora de revisar el grado de conveniencia de los programas de auditoría producidos.

**CAPEX**, que realiza la planificación de la auditoría de forma eficaz y eficiente y produce planes sustantivos del programa de auditoría.

18. En cuarto lugar tenemos la aplicación de los sistemas expertos en la fase de obtención de la evidencia y formación de la opinión. La fase de obtención de la evidencia consiste en realizar una serie de procedimientos o pruebas de auditoría, con el fin de obtener evidencia suficiente, adecuada y oportuna que sirva para que el auditor pueda expresar una opinión sobre la razonabilidad de la información contenida en los estados financieros. La obtención de la evidencia es la fase más dura y de mayor trabajo de todo el proceso de la auditoría, pues, para obtener dicha evidencia, el auditor debe realizar muchas pruebas de cumplimiento y pruebas sustantivas, y utilizar distintos métodos, tales como: la inspección, la observación,

preguntas, confirmaciones, cálculos y técnicas de examen analítico. Estrechamente relacionada con la fase de obtención de la evidencia se encuentra la **fase de formación de la opinión**, que consiste en agregar y evaluar la evidencia obtenida en la fase anterior para formarse y elegir la opinión que posteriormente se incluirá en el informe de auditoría. Aunque se trata de dos fases del proceso totalmente distintas, sin embargo, ambas fases están muy relacionadas, razón por la cual las hemos estudiado conjuntamente; prueba de ello es que la mayoría de los sistemas expertos que se han desarrollado hasta la fecha sobre obtención de la evidencia tratan también el tema de la formación y elección de la opinión.

19. **Las aplicaciones de los sistemas expertos sobre la obtención de la evidencia y la formación de la opinión de auditoría** se pueden clasificar en dos grandes categorías: (1) los sistemas expertos que tratan sobre la revisión de una cuenta concreta o grupo de cuentas, y (2) los sistemas expertos que tratan sobre la auditoría de la totalidad de los estados financieros.
  
20. Entre las aplicaciones de sistemas expertos que tratan sobre la obtención y formación de la opinión de auditoría sobre una cuenta concreta, o grupo de cuentas, hay que destacar los siguientes sistemas expertos:
  - AUDITOR**, que ayuda a los auditores externos a valorar la adecuación de las provisiones efectuadas por el cliente para cubrir las deudas de los clientes insolventes.
  - CFILE / LOAN-PROBE**, que ayuda a los auditores a evaluar las pérdidas potenciales de los préstamos bancarios comerciales y a calcular las reservas

necesarias para cubrir las pérdidas ocasionadas en las carteras de préstamos de los bancos.

**EXPERTAX**, que asesora a los auditores y a los contables de la plantilla de impuestos de Coopers & Lybrand en el problema del impuesto acumulado y en la planificación fiscal de las empresas. Estos dos aspectos aunque son diferentes están muy relacionados en una auditoría.

21. Entre las aplicaciones de sistemas expertos que tratan sobre la obtención y formación de los juicios de opinión sobre la auditoría de la totalidad de los estados financieros hay que destacar dos sistemas expertos:

**AOD**, que ayuda a los auditores en la emisión de los juicios relacionados con las decisiones de opinión de empresa en funcionamiento, de acuerdo con la normativa del SAS N<sup>o</sup>. 34 del AICPA.

**GC-X**, que ayuda a los auditores en la emisión de los juicios de auditoría de empresa en funcionamiento.

Ambos sistemas expertos tratan el problema de la formación de los juicios de la opinión de auditoría de «empresa en funcionamiento».

22. En quinto lugar tenemos la **aplicación de los sistemas expertos en la fase de emisión del informe de auditoría**. La última fase del proceso de auditoría corresponde a la emisión del informe de auditoría. En dicha fase el auditor comunica por medio de un informe los resultados y conclusiones obtenidos en el trabajo de auditoría realizado.
23. Las **aplicaciones de sistemas expertos relacionadas con el informe de auditoría** suelen tener un interfase que enlaza la información elaborada por el sistema con

programas de procesamiento de textos, con el fin de poder producir y editar el informe de auditoría.

24. Los sistemas expertos que se han desarrollado en este campo se han centrado principalmente en la elección del tipo de opinión a incluir en el informe, y en verificar si los estados financieros de la empresa se han preparado de acuerdo con los principios de contabilidad generalmente aceptados. El ejemplo más importante sobre este tema es el sistema experto:

**AUDI EXPERT**, que ayuda a los auditores en el proceso de elección de opinión y elaboración del informe de auditoría.

25. También existen otros aspectos o áreas de la auditoría que, aunque no coinciden exactamente con las fases en que hemos dividido el proceso de auditoría, sin embargo, se desarrollan, también, el trabajo de auditoría, y en las cuales también se puede aplicar la tecnología de los sistemas expertos. A título de ejemplo, podemos citar, entre otras, las siguientes áreas:

- \* Formación técnica y capacidad profesional de los auditores.
- \* Control de los aspectos de ética profesional (i.e., independencia, integridad, objetividad).
- \* Control del progreso de la auditoría y control de calidad de los trabajos de auditoría realizados.
- \* Control de la responsabilidad legal de los auditores.
- \* Preparación del muestreo para realizar las pruebas de auditoría.
- \* Preparación y control de los documentos y papeles de trabajo.
- \* Gestión y control de los archivos de auditoría.

\* Auditorías de cuentas anuales consolidadas de grupos de empresas.

26. Además de las áreas descritas, los sistemas expertos también se pueden aplicar para tratar, a la vez, aspectos de varias áreas del proceso de auditoría (e.g., evaluación del riesgo de la auditoría, planificación, pruebas de auditoría, obtención de la evidencia). Los sistemas expertos también pueden abarcar todo el proceso de la auditoría—aunque esta última posición, por el momento, nos parece excesivamente pretenciosa. Las investigaciones que se están llevando a cabo sobre estos tipos de sistemas todavía son muy teóricas y están escasamente documentadas, razón por la cual no citamos aquí ninguna aplicación de sistema experto de este tipo.

#### **Sistemas expertos en auditoría interna**

27. La segunda gran área de investigación sobre la aplicación de los sistemas expertos en auditoría es la **auditoría interna**. Aunque las investigaciones publicadas sobre auditoría interna no son tan numerosas como las referentes a la auditoría externa, sin embargo, son también muy importantes y se espera un rápido crecimiento de las mismas.

28. Al igual que ocurría con auditoría externa, los sistemas expertos también se pueden aplicar en todas las fases del proceso de auditoría interna.

29. Una característica importante de los sistemas expertos en auditoría interna es que permiten a los auditores internos revisar el 100% de las transacciones de una

determinada área de auditoría y no una pequeña muestra de los acontecimientos registrados.

30. También es conveniente destacar que la mayor parte de las aplicaciones de sistemas expertos en auditoría interna han tenido poca publicidad y están poco documentadas, debido a que la mayoría de estas aplicaciones han sido realizadas por institutos y empresas de auditoría privadas, los cuales, lógicamente, no suelen dar publicidad a sus investigaciones.

31. Entre las aplicaciones de sistemas expertos en el campo de la auditoría interna, los sistemas expertos más conocidos son:

**AUDIT MASTERPLAN**, que ayuda en la planificación de la auditoría interna.

**ASHELL**, que ayuda a realizar la auditoría interna en instituciones financieras.

#### **Sistemas expertos en auditoría informática y otras áreas relacionadas con el proceso electrónico de datos**

32. El tercer gran subcampo de la auditoría en el que se han venido desarrollando sistemas expertos es el relacionado con la **auditoría del proceso electrónico de datos o auditoría informática**. Dentro de este dominio también se pueden incluir los sistemas expertos relacionados con otras áreas del proceso electrónico de datos distintas de la auditoría.

33. La **auditoría del proceso electrónico de datos o auditoría informática** es una nueva rama de la informática que trata sobre la revisión y evaluación de la información procesada por medios informáticos, así

como de la seguridad y control de los propios sistemas informáticos.

34. En auditoría informática es muy importante resaltar que la práctica de la auditoría en los entornos de proceso de datos electrónico ha dado lugar, en el tiempo, a cinco enfoques diferentes: (1) la auditoría «alrededor del ordenador», (2) la auditoría «del ordenador», (3) la auditoría «a través del ordenador», (4) la auditoría «con el ordenador» y (5) la auditoría «operativa del proceso electrónico de datos». Desde nuestro punto de vista, y dada la complejidad de los sistemas de tratamiento de la información actuales, la auditoría informática debe ser tratada en todas sus dimensiones (i.e., ordenador, programas, organización, ...) y, por lo tanto, debe incluir todos los enfoques anteriormente citados.
35. Otro aspecto muy importante a destacar en una auditoría informática es la gran importancia que adquiere la **evaluación del sistema de control interno del proceso electrónico de datos**. Al igual que en la auditoría de sistemas de proceso manual, en los sistemas de proceso electrónico de datos el objetivo principal del sistema de control interno consiste en: garantizar que la información está debidamente autorizada, está correctamente registrada y procesada, es completa y fiable, que los activos están debidamente protegidos, etc. Sin embargo, existen diferencias importantes en cuanto a los métodos y procedimientos de auditoría utilizados.
36. La auditoría informática es un campo potencial muy interesante en el que se pueden aplicar los sistemas expertos, especialmente en la auditoría de los sistemas informáticos avanzados. Los sistemas expertos

en auditoría informática se pueden clasificar en dos grandes grupos: (1) los sistemas expertos que ayudan al auditor en la auditoría del sistema de proceso electrónico de datos y (2) los sistemas expertos que revisan el uso del sistema de proceso electrónico de datos para determinar si ha habido intromisión en el sistema.

37. Dentro del primer grupo, los **sistemas expertos que ayudan al auditor en la auditoría del sistema de proceso electrónico de datos**, la aplicación más interesante es el sistema experto:

**EDP-XPERT**, que ayuda a los auditores informáticos en la evaluación de la fiabilidad de los controles de auditoría en entornos de sistemas informáticos avanzados (e.g., sistemas de proceso de datos distribuidos, sistemas de gestión de bases de datos y sistemas en línea en tiempo real).

38. El segundo gran grupo de sistemas expertos en auditoría informática es el que se refiere a los **sistemas expertos de detección de la intrusión**. Estos sistemas expertos se encargan de velar por la integridad y continuidad de los sistema de proceso electrónico de datos, proporcionando protección y detectando los intentos de intromisión de los usuarios no autorizados en el sistema, evitando que se salten las contraseñas y controles que tiene establecidos el sistema. El ejemplo más interesante de este tipo de sistemas expertos es el que aparece publicado en el artículo de Denning (1987), donde discute un sistema experto para proteger el sistema operativo.

39. Los sistemas expertos también se pueden utilizar como medios de apoyo informático en **otras áreas relacio-**

nadas con el proceso electrónico de datos, tales como: (1) la evaluación de programas financieros y contables, (2) la evaluación y selección de conchas y herramientas de sistemas expertos, (3) evaluación de los riesgos asociados con la instalación de ordenadores, o, incluso, (4) la evaluación de otros sistemas expertos.

40. Entre las aplicación más interesantes de este grupo hay que destacar los siguientes sistemas expertos: **APCAS**, que ayuda a los auditores en la evaluación del software financiero y contable. **CIRAX**, que ayuda en la evaluación de los riesgos asociados con la instalación de ordenadores.

#### **Incidencias y perspectivas de los sistemas expertos en la contabilidad y la auditoría**

41. La utilización de los sistemas expertos en auditoría va a reportar importantes ventajas para la misma. Entre los principales **beneficios** hay que destacar los siguientes: (1) conservación del conocimiento de los expertos dentro de las empresas y organizaciones; (2) réplica y distribución del conocimiento experto dentro de la empresa; (3) mejora de la productividad del personal; (4) aumento de la calidad de los trabajos profesionales; (5) aumento de la velocidad y de la seguridad en el proceso de ejecución de los trabajos; (6) comprensión más profunda del conocimiento de los expertos; (7) enfoque estructurado en la resolución de los problemas; (8) asesoramiento flexible en la toma de decisiones; (9) utilización como medio de formación y enseñanza; (10) aumento de la habilidad para realizar análisis complejos, y (11) proporcionan

oportunidades estratégicas y ventajas competitivas a las empresas que los poseen.

42. Aunque los sistemas expertos aportarán importantes ventajas para la profesión contable y de auditoría, sin embargo, en su estado actual de desarrollo, también es conveniente indicar que existen ciertas limitaciones que debemos tener en cuenta. Las limitaciones más importantes son: (1) los dominios del conocimiento suelen ser muy reducidos; (2) para que el sistema experto sea útil hay que modificar constantemente la base de conocimiento; (3) la adquisición del conocimiento es muy lenta y costosa; (4) existen dificultades a la hora de representar ciertos tipos de conocimientos; (5) hay limitaciones para realizar cálculos numéricos; (6) los costes de desarrollo todavía son elevados; (7) tienen mucha dificultad de aprendizaje; (8) a la hora de introducir el conocimiento en el sistema, muchas veces hay desacuerdo entre los expertos; (9) los interfases y facilidades del sistema son todavía restringidas y poco amistosas con el usuario; (10) se corre el riesgo de que su utilización por los neófitos produzca un aprendizaje artificial del conocimiento, y (11) muchas veces existe rechazo por los usuarios del sistema.
43. La utilización de los sistemas expertos va a producir importantes cambios en la sociedad en general y las empresas y organizaciones en particular. A título de ejemplo se pueden citar: (1) cambios en la forma de estructurar y organizar los procedimientos administrativos y contables; (2) cambios de personal en los distintos lugares y funciones de la empresa; (3) cambios en los hábitos de los directivos y profesionales; (4) reasignación de las responsabilidades en la

adopción de decisiones; (5) redistribución de poder dentro de las empresas, y (6) cambios en la estrategia empresarial.

44. La utilización de los sistemas expertos también va a producir importantes **cambios en el entorno contable y de auditoría**. Entre estos cambios hay que destacar: (1) el nuevo entorno informático y la terminología que se utiliza; (2) los efectos a largo plazo sobre el desarrollo del juicio y la intuición de los contables y auditores; (3) los efectos sobre la imagen pública de los contables y auditores; (4) el impacto sobre el nivel del control de calidad de las respuestas dadas por el sistema; (5) impacto sobre el nivel de calidad de los trabajos de auditoría; (6) impacto sobre los modelos de personal, y (7) efectos sobre el entorno competitivo de la profesión contable.
45. La utilización de los sistemas expertos también va a producir importantes **implicaciones de responsabilidad legal y de responsabilidad ética**, pues muchas de las decisiones que se tomen como consecuencia de las respuestas dadas por un sistema experto pueden perjudicar a terceros y tener consecuencias sociales, morales o éticas importantes. Por lo tanto, con el fin de evitar problemas, todos los posibles riesgos y beneficios que se deriven de la utilización de los sistemas expertos deben ser contemplados por las leyes. Por consiguiente, los juristas y profesionales deben acometer cuanto antes la tarea de regular estos aspectos.
46. Por último, es conveniente indicar cuáles son las principales **perspectivas de los sistemas expertos**. En este sentido, las investigaciones actuales sobre

sistemas expertos tratan principalmente de mejorar las limitaciones de los sistemas expertos desarrollados anteriormente y de maximizar sus beneficios. Este perfeccionamiento se puede conseguir integrando los sistemas expertos con las nuevas técnicas que ofrece la inteligencia artificial, la tecnología de la información y la informática. El futuro de las investigaciones sobre los sistemas expertos va a girar sobre los siguientes puntos:

- \* Perfeccionamiento del entorno informático.
- \* Incorporación de la inteligencia artificial en un chip.
- \* Integración de los sistemas expertos con los CD-ROMs.
- \* Sistemas de usuario final.
- \* Integración de los sistemas expertos con las aplicaciones convencionales.
- \* Integración de los sistemas expertos con los sistemas de información de la empresa.
- \* Integración de los sistemas expertos con las bases de datos generales.
- \* Integración de los sistemas expertos con las bases de datos contables.
- \* Integración de sistemas expertos con bases de datos y herramientas «CASE».
- \* Integración de los sistemas expertos con la investigación operativa.
- \* Integración de los sistemas expertos con los sistemas «CIM».
- \* Incorporación del sentido común en los sistemas expertos.
- \* Aprendizaje de los sistemas expertos.
- \* Los sistemas expertos y las redes neuronales.
- \* Integración de los sistemas expertos y con el lenguaje natural.

- \* Sistemas expertos combinados con el «Hypertext».
- \* Sistema multi-expertos en forma de pizarra.
- \* Integración de varias tecnologías.

Todos estos aspectos trataremos de abordarlos, D.m., en futuros trabajos.

En definitiva, de lo anteriormente expuesto se deduce que la utilización de los sistemas expertos en el campo de la auditoría es ya una realidad que no se puede soslayar, que, además, proporciona importantes ventajas para la profesión contable y de auditoría. Por lo tanto, ante las ventajas expuestas y ante las necesidades de disponer de información relevante y oportuna para tomar decisiones en el entorno actual tan complejo y cambiante, los auditores, si quieren seguir siendo competitivos, no puede ignorar la posibilidad que ofrecen los sistemas expertos como herramienta de ayuda en sus procesos de toma de decisiones. Los auditores tienen que hacer frente a este nuevo reto y no deben quedar al margen de esta nueva tecnología, pues, de lo contrario, corren el riesgo de encontrarse con una práctica de la auditoría obsoleta y poco competitiva.



BID. T 550(3)

b11539902

L 23587209

CR 0002202298

~~L389670~~  
~~D389640~~

UNIVERSIDAD DE VALENCIA	
FACULTAD DE CIENCIAS	
ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES	
BIBLIOTECA	
Reg. de Entrada nº	123.838
Fecha:	29-IX-91
Signatura	(043) 657.6 SAN 3

BID. T 550(3)

Bce -

**ANEXOS**

123 838

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Fecha de Entrada <i>29-junio-1994</i>
Fecha de Lectura <i>19-septiembre-1994</i>
Calificación <i>APTO "CUM LAUDE" POR UNANIMIDAD</i>

**ANEXO A1. LISTADO DE SISTEMAS EXPERTOS, EXCLUIDOS LOS DE APLICACIÓN FINANCIERA Y CONTABLE.**

En la siguiente tabla se muestra una lista de sistemas expertos correspondientes a distintos campos. De esta lista se han excluidos los sistemas expertos relacionados con la contabilidad, los cuales aparecen en epígrafe § II-1.2 y en Anexo C1.

SISTEMA	INSTITUCIÓN/EMPRESA	FUNCIÓN QUE REALIZAN	CAMPO
AALPS	Ejército USA	Optimización de carga en aviones	Ámbito militar
AARON	Univ. California	Creación de gráficos abstractos	Arte formativo
AASHTO	Univ. Lehigh	Diseño de puentes	Ingeniería
ABEL	MIT	Determín. relaciones causales medicina	Medicina
ABSTRIPS	SRI	Robótica	Planificación
ACE	Bell Lab.	Mantenimiento de las líneas telefónicas	Técnica
ACT	Univ. Carnegie-Mell.	Modelización de fenómenos mentales	Psicología
ADA TUTOR	Computer Thought Co.	Enseñanza asistida por orden. leng. ADA	Tecnol. del software
ADS	IBM Scientific Cent.	Apoyo automatizado para aplic. médicas	Proyectos de sistemas
AIRPLAN	Univ. Carnegie-Mell.	Operaciones de aviación naval	Técnica aeronáutica
AIR TRAFIC	Univ. Illinois	Control de tráfico aéreo	Técnica aeronáutica
AI-SPEAR	DEC	Diagnóstico fallos unid. cintas magnét.	Técnica computadoras
ALL-RISE	Univ. Carnegie-Mell.	Diseño de edificios	Arquitectura
ALVEN	Univ. Toronto	Cardiología del ventrículo izquierdo	Medicina
AM/EURISKO	Univ. Stanford	Generación de nuevos conc. e hipótesis	Matemáticas
ANALUST	MITRE	Determinación de situaciones militares	Interpret. de señales
APE	Univ. Bonn	Desarrollo de métodos de codif. conoc.	Programación
ARBY	Smart Systems Techn.	Diagnóstico de sistemas electrónicos	Const. sist. expertos
ARS	MIT	Análisis de circuitos electrónicos	Electrónica
ATTEND-ING	Univ. Yale	Determinación anestesia pre-operatoria	Medicina
AURA	DISEL (España)	Control de tráfico en autopistas	Autopistas
BATTLE	NRL AI Lab.	Configuración táctica en el campo bat.	Consult./Asist.intel.
BDES	Univ. Duke	Diseño de puentes	Ingeniería
BIRTH DEFECTS	MIT/Tufts Engl. Med.	Investigación y diagnóst. enferm. cong.	Medicina
BUGGY	Bolt, Beranek Newman	Habilidades de diagnóstico	Instr. asist. orden.
CAA	Univ. de Toronto	Reconocimiento de arritmias cardíacas	Medicina
CADHELP	Univ. de Connecticut	Creación de textos aclarativos intelig.	Sistemas CAD
CADUCEUS	Univ. de Pittsburg	Diagnostica enfermedades medic. inter.	Medicina
CALLISTO	Digital Equipm. Co.	Gestión métodos para diseño de chips	Gestión/Téc. comp.
CASNET	Univ. Rutgers	Modelado mecan. causa-efecto glaucoma	Oftalmología
CATS-1/DELTA	General Electric Co.	Mantenimiento y búsqueda fallos locom.	Técnica
CDA	Univ. Sussex	Ingeniería de estructuras aeroespacial	Ingen. aeroespacial
CDX	DEC	Análisis de ficheros VMS	Program. de sistemas
CHEM-GUIDE	Chemical Desing, Oxf	Instrucción programa síntesis molecular	Enseñanza
CHI	Kestrel Institute	Apoyo en el programac., valid. y mant.	Desarrollo software
CHINA	Univ. Lois Ville	Diseño de barreras anti-ruido carreras	Ingeniería
COMPASS	GTE	Análisis de protocolos de mantenimiento	Téc. de comunicación
CONAD	Nixdorf	Configuración de sistemas informáticos	Técnicas computación
CONSUL	Univ. Southern Cal.	Interfase hombre-máquina program. int.	Desarrollo software
CRIB/SOFTCRIB	Univ. Brunel/ Int.	Diagnóstico de errores de hardw./soft.	Diagnóstico
CRITTER	Univ. de Rutgers	Circuitos digitales	Análisis
CRYALIS	Univ. Stanford	Cristalografía proteínica	Química orgánica
CSS	IBM	Planificación de traslados, nueva conf.	Planificación
DART	Univ. Stanford/IBM	Averías de ordenador	Técnicas computadoras
DAS-LOGIC	DEC	Apoyo en el diseño de chips	Electrónica
DEBUGGY	Xerox Alto Res. Cent	Identifica errores aritméticos	Educación
DELTA/CATS-1	General Electric	Diagnóstico de averías en locomotoras	Ingeniería

SISTEMA	INSTITUCIÓN/EMPRESA	FUNCIÓN QUE REALIZAN	CAMPO
DENDRAL	Univ. Stanford	Identificación de compuestos químicos	Química orgánica
DEX.C3	GMD/FORD. Colonia	Diagnóstico de fallos caja de cambios	Técnica automovilíst.
DEVISER	JPL	Vuelos interplanetarios	Planificación
DIS-PATCHER	DEC	Planificac. suministros piezas robots	Planificación
EL	MIT	Análisis de circuitos eléctricos	Planificac. electrón.
ELAS	AMOCO	Perforaciones petrolíferas	Geología
EQUINOX	Schlumberger	Sistema CAD/CAM con conocimiento	CAD/CAM
ESCORT	PA Computers & Tel.	Control y supervisión instalac. ind.	Control de producción
EXCHECK	Univ. Stanford	Instrucción asistida por ordenador	Matemáticas
EXPERT	Univ. Rutgers	Consulta médica	Adquis. conocimientos
EXPLAN	Battelle Inst. Fran.	Diagnóstico fallos en motores	Técnica automovilíst.
FAULT-FINDER	Nixdorf	Diagnóstico de fallos unidades de disco	Técnica de computad.
GALEN	Univ. Minnesota	Diagnóst. enferm. cardíacas cong. niños	Medicina
GAMMA	Schlumberger/Doll R.	Interpretación de espectros	Física nuclear
GENESIS	IntelliGenetics/Int.	Formado por siete SE	Bioquímica
GEOX	NASA	Identificación de minerales	Geología
GUIDON	Univ. Stanford	Enseñanza cualidades diagnósticas	Enseñanza
GUMMEX	Battelle-Inst. Fran.	Generación de planos para constr. prod.	Planificación
HARPY	Univ. Carnegie-Mell.	Comprensión del lenguaje oral	Interpret. de señales
HASP	System Controls, Inc	Vigilancia oceánica	Interpret. de señales
HEADMED	Univ. Texas	Administración de drogas en psiquiatría	Medicina
HEARSAY I,II	Univ. Southern Cal.	Comprensión del lenguaje oral	Investigación
HEARSAY III	Univ. Southern Cal.	Construcción de sistemas expertos	Investigación
HI-RISE	Univ. Carnegie-Mell.	Diseño preliminar de rascacielos	Arquitectura
HYDRO	SRI	Soluc. problemas de recursos hidrológ.	Hidrología
IDT	Digital Equipm. Co.	Averías de ordenador	Técnica de sistemas
IMS	Univ. Carnegie-Mell.	Automatización de fábricas	Producción
IN-ATE	U.S. Naval Res. Lab.	Búsqueda de fallos en circuitos electr.	Diagnóstico técnico
INTERNIST	Univ. Pittsburgh	Diagnóstico procesos pluri-patológicos	Medicina interna
IPT	Hewlett Packard	Diagnóstico averías aparatos periféric.	Técnicas computadoras
IRIS	Univ. Rutgers	Sistema de consulta médica	Medicina
ISA	DEC	Planificación producción y suministro	Planificación
ISAAK	Univ. Texas	Solución de problemas físicos	Física
ISIS-II	Univ. Stanford	Programación de talleres	Planificación
KAS	SRI	Geología	Adquis. conocimientos
KLAUS	Artif. Intell. Cent.	Adquisición conocimientos enseñ. oral	Enseñanza
KMS	Univ. de Maryland	Diagnóstico médico	Constr. sist. expert.
KNOBS/SNUKA	Mitre Corp., Bedford	Batallas aéreas tácticas	Militar
KNOES-PHERE	Atari	Enciclopedia de memoria electrónica	Formación/Document.
LADA	Labein (España)	Alarmas en redes de distrib. eléctrica	Electricidad
LIBRA	Univ. Carnegie-Mell.	Programación automática	Programación
LINKMAN	Blue-Circle Technic.	Control y optimiz. procesos de producc.	Control de producción
LITHO	Ecole Nat. Sup. Tel.	Prospecciones petrolíferas	Geología
LOPS	Univ. Munich	Síntesis automática de programas	Matemáticas
MACSYMA	MIT	Manipulación de fórmulas	Matemáticas
MDX	Univ. Estado de Ohio	Diagnóstico de enfermedades hepáticas	Medicina
MECS-AI	Univ. de Tokyo	Consultación médica y correlación temp.	Medicina
MECHO	Univ. de Edimburgo	Problemas mecánicos	Análisis
MENTOR	Honeywell	Mantenimiento inst. refr. y vent. edif.	Técnica
META-DENDRAL	Univ. Stanford	Aprendizaje reglas sistema DENDRAL	Química orgánica
MICRO FAST 2	LEE Micromatics	Generación automática de software	Desarrollo software
MIP	IIC; INH-Repsol (Esp)	Monitorización procesos planta química	Química
MOLGEN	Univ. Stanford	Planificación experimentos genéticos	Biología
MYCIN	Univ. Stanford	Diagnóstico de enfermedades infecciosas	Medicina interna
NAVEX	NASA	Control sistema naveg. lanzadera spac.	Técnica aeroespacial
NDS	SMART Syst. Tech.	Localización fallos en redes de comun.	Técnica de comunicac.
NEUMOCARD	IDS (España)	Diagnóst. patol. respir. y enf. cardíac.	Medicina
NEXPERTS	Compositon Syst. Inc	Creación de páginas de periódicos	Periódicos
NIX	Slumberger-Doll Res.	Modelado de perforaciones petrolíferas	Programación automát.
NOACH	SRI	Robótica	Planificación
NTC	DEC	Análisis de redes Ethernet y DECnet	Técnica de comunicac.
NUCLEAR POWER	Georgia Inst. Techn.	Control y entrenamiento operador react.	Técnica de reactores
NUDGE	MIT	Planificación de horarios p/reuniones	Planificación
ODYSSEY	Xerox PARC	Planificación de viajes y config. int.	Planificación
ONCOCIN	Univ. Stanford	Tratamiento terapéutico enferm. cáncer	Medicina
OP-PLANNER	Rand	Planificación errante	Planificación

SISTEMA	INSTITUCIÓN/EMPRESA	FUNCIÓN QUE REALIZAN	CAMPO
PALLADIO	Univ. Stanford/Xerox	Creación de chips VSLI	Desarrollo sistemas
PCUBO	IIC; Corte Inglés ..	Propuestas de promoción de personal	Recursos humanos
PDS	Andersen Consulting	Planific. de la distribución secundaria	Planificación
PECOS	Univ. Stanford	Implementación de algoritmos abstractos	Programación automat.
PHI-NIX	Schlumberger-Doll R.	Programación software explorac. petrol.	Geología
PHOTO LITHO	Hewlett Packard	Diagnóstico fallos producción de chips	Electrónica
PICON	Lisp Machines Inc.	Sistemas en tiempo real control proces.	Control de procesos
PIES	Fairchild	Diagnóstico de fallos en la prod. chips	Electrónica
PIP	MIT/Univ. Tufts/Med.	Modelado de procesos clínicos	Medicina
PLE	ICI Publ. Ltd./Int.T	Diseño tuberías instalaciones químicas	Diseño
PNEUMONIA	CSIC-Univ. Autón. B.	Diagnóstico por análisis de radiograf.	Medicina
PONTIUS-0	MIT	Adquisición de técnicas de vuelo	Técnica aeronáutica
PRIDE	XEROX	Desarrollo y análisis de copiadoras	Técnica
PROSPECTOR	SRI	Prospecciones geológicas	Geología/Minería
PSI	Univ. Stanford	Automatización de la implemet. program.	Programación
PUFF	Univ. Stanford	Diagnóstico de enfermedades pulmonares	Medicina
R1/XCON	Univ. Carnegie-Mellon	Configuración de sistemas informáticos	Técnicas proc. datos
RABBIT	Xerox PARC	Asistente inteligente para usuarios BD	Bases de datos
RADEX	Univ. Estado de Ohio	Diagnóstico por análisis de radiograf.	Medicina
RAFFLES	Internat. Comp. Ltd.	Diagnóstico de errores de hardware/soft	Diagnóstico
RAYDEX	Univ. Rutgers	Radiología	Consult./Asist.intel.
REACTOR	EG&B Idaho, Inc.	Accidentes en reactores nucleares	Téc. reactor nuclear
RECONSIDER	Univ. California	Diagnóstico médico	Gestión
REDX	IIC; Unión Fenosa	Operación de una red de distrib. eléct.	Electricidad
RITA	RAND Corp.	Implementación de interfases externas	Creación de sistemas
ROLL	Univ. Stanford	Configuración de sistemas expertos	Desarrollo sistemas
RX	Univ. de Stanford	Determin. relaciones causales medicina	Medicina
SACON	Univ. Stanford	Programa de análisis estructural	Técnica
SADD	Univ. Maryland	Proyecto modular estr. circuit. digit.	Electrónica
SANTURCEDEM	Iberdrola; LABEIN	Operación de centrales térmicas	Electricidad
SAS	LABEIN-IDEIA (España)	Asignación de cargas de trabajo a subc.	Planificación
SEAPIN	IDS (España)	Anál./predic. incid. proc. tiempo real	Producción
SECS	Univ. California	Proyectos procesos orgánicos sintetiz.	Química
SESYM	Repso Butano (España)	Diagnóstico y mantenimiento instalac.	Química
SEGRE	IIC; Iberia	Gestión y planificación de recursos	Aviación
SEIT	Aytº. Madrid; Ander.	Informac. trib. impuesto circul. vehíc.	Tributos
SEMPRE	IDS (España)	Mantenimiento de equipos	Producción
SEQA	IIT; U.P.Comillas ..	Fenosa Control ciclo agua-vapor centr.	Electricidad
SEREFUN	IDS (España)	Ayuda a un operador en tiempo real	Producción
SET	Arthur Andersen (Esp)	Evaluador de tarjetas	Banca
SEUL	Corporación HISPAMER	Contratos de leasing	Banca-Leasing
SIUX	SIEMENS AG Munich	Optimización del comportam. en servicio	Aplicac. bases datos
SOLDEX	IDS (España)	Evaluación calidad de las soldaduras	Producción
SOPHIE	BNN/Xerox PARC	Localización de averías electrónicas	Electrónica
SPERIL	Univ. de Purdue	Evaluación de daños sísmicos en estr.	Construcción
SPEX	Univ. Stanford	Diseño experimentos genética molecular	Planificación
SPIILLS	Oak Ridge Nat. Lab.	Ayuda aparic. prod. quím. peligr. des.	Gestión de crisis
STAMMER-2	Naval Ocean Syst. C.	Sensores a bordo de buques	Marina
STEAMER	Naval Personal Res.	Enseñanza sobre máquinas a vapor	Técnica maq. a vapor
SU/X	Univ. Stanford	Identificación de señales acústicas	Militar
SYN	MIT/Xerox PARC	Diseño de circuitos	Electrónica
SYNCHEM	Univ. Estado N.Y.	Síntesis química	Química
TALEM	Univ. Carnegie-Mell.	Diseño de circuitos integrados	Electrónica
TATR	Rand	Objetivos tácticos	Planificación
TECH	Rand/Naval Ocean Sys	Análisis de amenazas en guerra naval	Análisis
TEIRESIAS	Univ. Stanford	Simplif. adquisición conocimientos	Proyecto de sistemas
TIMM/TUNER	General Research Co.	Diagnóstico y optimiz. de sistemas VAX	Programac. sistemas
TRAFEX	Unión Fenosa	Diagnóstico fallos transf. de potencia	Electricidad
TVX	DEC	Enseñanza usuarios de sistemas VMS	Enseñanza
VERIFY	Fairchild Lab. AI Res	Comprobación proyectos circuitos digit.	Electrónica
VM	Univ. Stanford	Respiración asistida	Medicina
VMS ADVISOR	Univ. Pennsylvania	Ayuda para usuarios sistema operat. VMS	Técnica de software
VT	Westinghouse	Configuración nuevos sistemas de asc.	Técnica
WAVE	Bell Labs	Listas telefónicas	Diagnóstico
WEST	Bolt, Beranek Newman	Asesoramiento en partidas de juego	Instr. asist. ord.
WUMPUS	MIT	Asesoramiento en partidas de juego	Instr. asist. ord.

SISTEMA	INSTITUCIÓN/EMPRESA	FUNCIÓN QUE REALIZAN	CAMPO
XCEL	Univ. Carnegie-Mell.	Ventas de ordenadores	Consult./Asist.intel.
XPRT-SYSTEM	MIT/Schlumberger D.	Implementación de sistemas expertos	Programación
XSEL/XCITE	Univ. Carnegie-Mell.	Configuración ordenadores VAX	Técnica de computad.
YES/MVS	IBM	Control del sistema operativo MVS	Programac. sistemas

Los sistemas expertos que figuran en esta lista se han tomado de las siguientes fuentes:

\* ALONSO, GUILLERMO, BECERRIL, JOSÉ LUIS y VALER, FRANCISCO: "Sistemas basados en el conocimiento ¿Ficción o realidad?". CHIP, nº. 127, septiembre, 1992, pp. 31-32.

\* ALONSO, GUILLERMO y BECERRIL, JOSÉ LUIS: "Introducción a la Inteligencia Artificial". Multimedia Ediciones. Barcelona, 1993. Apéndice B, pp. 142-146.

\* BUCHANAN, BRUCE G.: "Expert systems: working systems and the research literature". Expert Systems, vol. 3, nº. 1, enero, 1986, pp. 33-35.

\* CASTILLO, ENRIQUE y ÁLVAREZ, ELENA: "Sistemas expertos. Aprendizaje e incertidumbre". Paraninfo, Madrid, 1989, pp. 214-226.

\* GEVARTER, WILLIAM M.: "Máquinas inteligentes. Una panorámica de la inteligencia artificial y de la robótica". Díaz de Santos, Madrid, 1987, pp. 69-72.

\* NEBENDAHL, DIETER [Ed.]: "Sistemas Expertos. Introducción a la técnica y aplicación". Marcombo, Barcelona, 1988. Anexo A2.

\* PALAZÓN ARGÜELLES, ALFONSO: "Los sistemas expertos como ayuda a las empresas". Dirección y Progreso, nº 119, Septiembre-octubre, pp. 23-24.

\* RAUCH-HINDIN, WENDY B.: "Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial, la ciencia y la industria. (Fundamentos-Aplicaciones)". Díaz de Santos, Madrid, 1989, p. 13.

\* WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, pp. 39-48 y 239-299.

\* ZACCAGNINI, J. L., ALONSO, G. y CABALLERO, A.: "Inteligencia artificial de innovación prometedora a realidad práctica". Partida Doble, nº. 29, diciembre, 1992, pp. 29-30.

## **ANEXO A2. BREVE DESCRIPCIÓN DE ALGUNOS SISTEMAS EXPERTOS PRIMITIVOS FAMOSOS.**

Como resulta obvio, éste no es lugar apropiado para una exposición detallada de cada uno de los sistemas que aparecen en el Anexo A1. No obstante, creemos conveniente realizar un breve examen de alguno de los sistemas expertos pioneros más importantes, tales como, por ejemplo, los sistemas DELTA, DENDRAL, MYCIN, PROSPECTOR y R1/XCON; pues todos estos sistemas han demostrado su utilidad para resolver problemas de la vida real y, además, han servido como modelo de referencia para sistemas expertos posteriores.

### **DELTA.**

El sistema experto DELTA (Diesel-Electric Locomotive Troubleshooting Aid)<sup>1</sup> (también llamado CATS-1 (Computer Aided Troubleshooting System-1)) fue desarrollado por la empresa General Electric Company, en Schenectady, Nueva York, para ayudar a los ingenieros de mantenimiento en el diagnóstico de las averías de las locomotoras diesel-eléctricas. Con la construcción de este sistema se pretendía distribuir el conocimiento de un experto en el diagnóstico de las averías de las locomotoras, con el fin de evitar el desplazamiento de los expertos en este tipo de máquinas hasta el lugar en el que se encontrara la locomotora averiada. El sistema DELTA, mediante un diálogo entre el sistema

---

<sup>1</sup> Para una ampliación sobre el tema pueden consultarse, entre otras, las siguientes obras:

\* AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)-EDP TECHNOLOGY RESEARCH SUBCOMMITTEE: "An Introduction to Artificial Intelligence and Expert Systems". AICPA-M.A.S.S.R., New York, 1987, pp. 8-9.

\* HARMON, PAUL y KING, DAVID: "Sistemas Expertos. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial". Díaz de Santos, Madrid, 1988, pp. 210-214.

\* WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, pp. 214-216 y 260.

y el técnico de mantenimiento por medio de una serie de preguntas sobre los síntomas que presenta la locomotora, diagnostica la avería y dónde está ubicada. Una vez diagnosticada la avería, el sistema da instrucciones de cómo repararla y suministra un conjunto de planos y diagramas detallados de las partes y subsistemas averiados de la máquina para facilitar la labor de reparación.

El **DELTA** fue elaborado por un equipo de ingenieros del conocimiento del Centro de Investigación y Desarrollo de General Electric, en colaboración con un ingeniero experto de mantenimiento. Se partió de un prototipo de 45 reglas y, tras un período de trabajo de tres años, se llegó a un sistema que contenía alrededor de 1200 reglas, que era capaz de diagnosticar el 80% de las averías. El sistema se está continuamente refinando con la adición de nuevas reglas.

#### **DENDRAL.**

El **DENDRAL**<sup>2</sup> es un sistema experto que sirve para realizar el análisis espectroscópico de masas de un producto y predecir su estructura molecular. Es uno de los primeros sistemas expertos que se construyeron. Fue desarrollado por Lederberg, Feigenbaum y Buchanan en la Universidad de Stanford.<sup>3</sup> Los trabajos se iniciaron en 1965 y se llegó a la

---

<sup>2</sup> Para una ampliación sobre el tema pueden consultarse, entre otros, los siguientes trabajos:  
\* FEIGENBAUM, E. A.; BUCHANAN, B. G. y LEDERBERG, J.: "On Generality and Problem-solving: A Case Study Using the DENDRAL Program". *Machine Intelligence*, nº 6, 1971.  
\* ALTY, J. L. y COOMB, M. J.: "Sistemas Expertos: Conceptos y Ejemplos". Díaz de Santos, Madrid, 1986, capítulo 7, pp. 147-163.  
\* HARMON, PAUL y KING, DAVID (1987): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 180-181.  
\* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., pp. 214 y 246.  
\* DUDA, RICHARD O. y SHORTLIFFE, EDWARD H.: "Expert Systems Research". *Science*, vol. 220, abril, 1983, p. 264.  
\* SELL, PETER S.: "Sistemas expertos para principiantes". Editorial Limusa. México, 1992, pp. 15-16.

<sup>3</sup> Lederberg recibió en 1964 el Premio Nobel de Química por sus investigaciones sobre el algoritmo DENDRAL para calcular el análisis molecular. Precisamente el sistema experto DENDRAL se desarrolló para implementar en un ordenador el algoritmo DENDRAL.

versión definitiva en 1976. En el proceso de construcción del sistema se invirtieron alrededor de 15 personas-año. El sistema fue programado en lenguaje LISP. El **DENDRAL** ha demostrado que funciona tan bien o mejor que un experto humano en este dominio. El éxito de este sistema experto sirvió para que se tomara conciencia de las posibilidades de los sistemas expertos e impulsó las investigaciones en muchas universidades. A lo largo de su desarrollo el sistema sufrió muchas modificaciones. Al final, el **DENDRAL** se reformuló en un nuevo sistema conocido como **META-DENDRAL**.

## MYCIN.

El **MYCIN**<sup>4</sup> es un sistema experto que asesora a los médicos en el diagnóstico de las infecciones bacterianas que

---

<sup>4</sup> Para una ampliación sobre el tema pueden consultarse, entre otros, los siguientes trabajos:

- \* SHORTLIFFE, EDWARD H.: "Computer-Based Medical Consultation: MYCIN". New York, Elsevier, 1976.
- \* BONNET, ALAIN: "Applications de l'intelligence artificielle: les systèmes experts". Rairo. Informatique Computer Science, vol. 15, n.º 4, 1981, pp. 329-332.
- \* DUDA, R. O. y SHORTLIFFE, E. H. (1983): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 262-266.
- \* BUCHANAN, BRUCE G. y SHORTLIFFE, EDWARD H. [Eds.]: "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.
- \* van MELLE, WILLIAM: "The Structure of the MYCIN System". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.
- \* SHORTLIFFE, EDWARD H.: "Details of the Consultation System". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.
- \* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984, pp. 187-188.
- \* DAVIS, RANDALL: "Amplifying Expertise with Expert Systems". Incluido en Patrick H. Winston, y Karen A. Prendergast [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence", The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984, pp. 29-37.
- \* GOODALL, ALEX: "The Guide to Expert Systems". Learned Information, Oxford y New Jersey, 1985, pp. 15-20.
- \* CHATAIN, JEAN-NOËL y DUSSAUCHOY, ALAIN: "Sistemas Expertos. Métodos y Herramientas". Paraninfo, Madrid, 1988, capítulo 5, pp. 79-89.
- \* ALTY, J. L. Y COOMB, M. J. (1986): "Sistemas Expertos ...", op. cit., capítulo 5, pp. 101-127.
- \* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., p. 283.
- \* AICPA (1987): "An Introduction ...", op. cit., pp. 7-8.
- \* HARMON, P. y KING, D. (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., capítulo 2, pp. 19-27, y capítulo 6, pp. 87-102.
- \* PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK: "Expert systems for experts". John Wiley & Sons, New York, 1988, pp. 313-316.
- \* SELL, PETER S. (1992): "Sistemas expertos ...", op. cit., pp. 16-17.
- \* EDMUNDS, ROBERT A.: "The Prentice Hall Guide to Expert Systems". Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1988, pp. 337-338.

producen la meningitis (infección que produce una inflamación de las membranas que están alrededor del cerebro y de la espina dorsal) y la bacteremia (infección provocada por la aparición de bacterias en la sangre). Además del diagnóstico médico, el MYCIN también proporciona una terapia para la curación de la enfermedad, indicando la medicación adecuada a suministrar al paciente (e.g., tipo de medicamento, dosis, ...).

El MYCIN fue desarrollado en la Universidad de Stanford, dentro del marco del Proyecto de Programación Heurística. Los trabajos iniciales los realizó Edward A. Feigenbaum y fueron posteriormente continuados por Edward H. Shortliffe. El MYCIN es uno de los primeros sistemas expertos y, tal vez, el más conocido de todos. Este sistema se toma como modelo de referencia obligada en casi todos los manuales sobre sistemas expertos. Aunque este sistema se circunscribe al ámbito de investigación universitario, pues no se ha llegado a comercializar, sin embargo, ha demostrado ser uno de los sistemas expertos mejor diseñados, de tal forma que sus componentes y procesos de razonamiento se han tomado como modelo en muchas investigaciones posteriores. Del MYCIN se han derivado otros programas y sistemas famosos, algunos de ellos sí han llegado a comercializarse (e.g., GUIDON, NEOMYCIN, TEIRESIAS y EMYCIN).<sup>5</sup>

Se ha demostrado empíricamente que los diagnósticos del MYCIN son muy similares a los realizados por los especialistas médico en la materia. Las prescripciones del MYCIN resultaron correctas en el 65 % de los casos, comparadas con el porcentaje de los humanos que está entre el 42'5 % y el 62'5 %.<sup>6</sup> El MYCIN también es estudiado en la mayoría de la

---

<sup>5</sup> Cfr. BUCHANAN, B. G. y SHORTLIFFE, E. H. (1984): "Rule-Based Expert ...", op. cit., p. 11.

<sup>6</sup> Cfr. AICPA (1987): "An Introduction ...", op. cit., p. 8.

literatura contable de auditoría sobre sistemas expertos por la analogía que existe entre el proceso de diagnóstico médico y el modo en que un auditor diagnostica la contabilidad y los estados financieros.<sup>7</sup>

## PROSPECTOR.

El **PROSPECTOR**<sup>8</sup> es un sistema experto que sirve para ayudar en la exploraciones geológicas de yacimientos de minerales. Fue desarrollado, en 1974, en el Stanford Research Institute (SRI), por Duda, Reboh, Hart, Knolige, Barret y Eindandi. El **PROSPECTOR** es muy famoso por su predicción de un depósito de molibdeno encontrado en Monte Tolman en 1978. Para su construcción de diseño un lenguaje de ingeniería del conocimiento específico, que luego daría lugar a la concha **AL/X (Advice Language/X)**.<sup>9</sup> La base de conocimiento está estructurada por medio de redes semánticas y reglas de producción con incertidumbre.

---

<sup>7</sup> Cfr.

\* MESSIER, W. F., Jr. y HANSEN, JAMES V. (1984): "Expert Systems ...", op. cit., p. 187.

\* ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J.: "Decision Support and Expert Systems in Auditing: A Review and Research Directions". Accounting and Business Research, primavera, 1987, pp. 182-183.

<sup>8</sup> Para una ampliación sobre el tema pueden consultarse, entre otros, los siguientes trabajos:

\* DUDA, RICHARD O., GASCHNIG, J. y HART, P.: "Model Design in the PROSPECTOR Consultant System for Mineral Exploration". Incluido en D. MICHIE (Ed.): "Expert Systems in the Microelectronic Age". Edimburgh University Press, Edimburgh, 1979, pp. 153-167.

\* GASCHNIG, J. G.: "Application of the PROSPECTOR System to Geological Exploration Problems". Machine Intelligence, nº. 10, 1982.

\* DUDA, RICHARD O. y GASCHNIG, JOHN G.: "Knowledge-Based Expert Systems Come of Age". Byte, septiembre, 1981, pp. 259-262.

\* DUDA, R. O. y SHORTLIFFE, E. H. (1983): "Expert Systems ...", op. cit., pp. 265-266.

\* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., pp. 49-60, y 264.

\* ALTY, J.L. y COOMB, M.J. (1986): "Sistemas Expertos ...", op. cit., cap. 5, pp. 101-127.

\* HARMON, PAUL y KING, DAVID (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 192-197.

\* EDMUNDS, ROBERT A. (1988): "The Prentice ...", op. cit., p. 340.

\* SELL, PETER S. (1992): "Sistemas expertos ...", op. cit., p. 18.

<sup>9</sup> Cfr. PATERSON, A.: "AL/X User Manual". Intelligent Terminal, Oxford, 1981.

## R1/XCON.

El **XCON**<sup>10</sup> es otro famoso sistema experto que ayuda a los técnicos de Digital Equipment Corporation (DEC) en la configuración de los sistemas de microordenador.<sup>11</sup> El **XCON** elabora una lista completa de todos los componentes de un ordenador de acuerdo con el pedido del cliente y, si es necesario, cambia algunas de las características del pedido para conseguir una mejor configuración. Además de la lista de componentes de la configuración del ordenador, produce también un conjunto de diagramas para que sirvan de ayuda en el proceso de montaje en la fábrica y para su instalación en el domicilio del cliente. Con el **XCON** se ha conseguido que la difícil tarea de configurar un microordenador VAX se realice de una forma muy sencilla y en un corto espacio de tiempo. Este sistema ha conseguido también una reducción importante en el número de pedidos anulados por no adaptarse a lo solicitado o por incluir componentes innecesarios.

El **XCON** fue desarrollado a finales de los años setenta,

<sup>10</sup> Para una ampliación sobre el tema pueden consultarse, entre otros, los siguientes trabajos:

\* KRAFT, ARNOLD: "XCON: An Expert Configuration System at Digital Equipment Corporation". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984, pp. 41-49.

\* BARKER, VIRGINIA E., y O'CONNOR, DENNIS E.: "Expert Systems for Configuration at Digital: XCON and Beyond". Communications of the ACM, vol. 32, nº. 3, Marzo, 1989, pp. 298-318.

\* DUDA, RICHARD O. y SHORTLIFFE, EDWARD H. (1983): "Expert Systems ...", op. cit., p. 265.

\* RAUCH-HINDIN, WENDY B.: "Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial, la ciencia y la industria. (Fundamentos-Aplicaciones)". Díaz de Santos, Madrid, 1989, capítulo 18, pp. 369-393.

\* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., pp. 217-219 y 251-252.

\* ALTY, J. L. y COOMB, M. J. (1986): "Sistemas Expertos ...", op. cit., cap. 8, pp. 167-174.

\* AICPA (1987): "An Introduction ...", op. cit., p. 8.

\* HARMON, PAUL y KING, DAVID (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 203-208.

\* PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK (1988): "Expert systems ...", op. cit., pp. 320-323.

\* SELL, PETER S. (1992): "Sistemas expertos ...", op. cit., pp. 18-19.

\* EDMUNDS, ROBERT A. (1988): "The Prentice ...", op. cit., pp. 198-207.

<sup>11</sup> La política comercial de DEC consiste en montar los microordenadores VAX de acuerdo con las necesidades del cliente, y no según una configuración estándar. Dado que los componentes de los microordenadores son muy numerosos y éstos pueden ser combinados de múltiples formas, las configuraciones que se pueden realizar son superiores al millar. Antes de diseñar el **XCON**, el trabajo de configuración de un microordenador era realizado por un ingeniero, que examinaba el pedido del cliente y, en base al mismo, determinaba los componentes (i.e., placas, circuitos, cables, unidades de disco, pantallas, ...), las características técnicas (i.e., potencia, reloj, etc.) que se necesitaban para configurar un determinado microordenador. Debido a lo complicado de esta tarea, se requería mucho tiempo para poder cumplimentar un pedido. Para simplificar este trabajo la DEC encargó a John McDermott la elaboración del sistema experto conocido como **XCON**.



en la Universidad de Carnegie-Mellon por John McDermott. Al comienzo de las investigaciones no se llamaba **XCON**, sino **R1**,<sup>12</sup> fue al comercializarlo cuando se le dio el nombre de **XCON**. El **XCON** se construyó de forma incremental. Se partió de un prototipo que permitió el desarrollo del sistema de una forma rápida y con muy poco personal. El prototipo fue comprobado, refinado y ampliado hasta conseguir una versión inicial del sistema. Esta versión inicial contenía tan sólo 500 reglas, y fue producido con menos de una persona-año. El sistema ha sido sucesivamente modificado y ampliado con la incorporación de nuevas reglas a la base de conocimiento para poder contemplar nuevas características. El sistema ha pasado de 800 reglas en 1980, 1000 reglas en 1981, 1500 reglas en 1982, 2500 reglas en 1983, 3250 reglas en 1984 y 7000 reglas en 1985.<sup>13</sup>

Dado el éxito del sistema experto **XCON**, Digital Equipment Corporation (DEC) está aplicando la tecnología de los sistemas expertos en otras áreas del negocio, convirtiéndose en la compañía líder que ha apostado por esta tecnología. En DEC hay alrededor de 40 grandes sistemas expertos, que abarcan casi todas las facetas de sus operaciones. Entre sus sistemas expertos más importantes, hay que destacar el **XSEL**, un sistema experto que ayuda a los vendedores de ordenadores de DEC a escoger la combinación de

---

<sup>12</sup> Cfr., por ejemplo:

\* McDERMOTT, J.: "R1's The Formative Years". A. I. Magazine, Verano, 1981.

\* McDERMOTT, J.: "R1: A Rule-based Configurer of Computer Systems". Artificial Intelligence, vol. 19, nº. 1, 1982.

\* BACHANT, R. y McDERMOTT, J.: "R1 Revised: Four Years in the Trenches". A.I. Magazine, otoño, 1984.

\* BOBROW, DANIEL G., MITTAL, SANJAY y STEFIK, MARK J.: "Expert systems: perils and promise". Communications of the ACM, vol. 29, nº. 9, septiembre, 1986, pp. 882-883.

\* BOBROW, DANIEL G., MITTAL, SANJAY y STEFIK, MARK J.: "Expert systems: perils and promise". Incluido en PHAM, D. T. [Ed.]: "Artificial Intelligence in Industry: Expert Systems in Engineering". IFS Publications, Springer-Verlag, New York, 1988, pp. 21-24.

<sup>13</sup> Cfr.

\* FARRENY, HENRI: "Expert Systems and Knowledge Representation Languages". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988, p. 46.

\* FARRENY, HENRI: "Systèmes experts et langages d'expression de connaissances". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

componentes correcta; el XFL, un sistema experto que ayuda a los ingenieros de la compañía a diseñar el emplazamiento correcto para la instalación de un ordenador, etc.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Cfr. KUPFER, ANDREW: "Now, live experts on a floppy disk". Fortune, vol. 116, octubre 12, 1987, p. 48.

## ANEXO B1. LISTADO DE HERRAMIENTAS DE DESARROLLO DE SISTEMAS EXPERTOS.

En la tabla siguiente se muestran algunas de las herramientas de ingeniería del conocimiento más conocidas.

HERRAMIENTAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS EXPERTOS

NOMBRE HERRAMIENTA	EMPRESA/INSTITUCIÓN	TIPO HERRAMIENTA
ABES	Gilmore Aerospace	Concha
ACLS	Intelligent Terminals	Concha
ACORN	Gold Hill Computers	Entorno de desarrollo
ACQUANT	Lithp Systems BV	Concha
ACTOR	MIT	Lenguaje de programación de IA
AD/Cycle TIRS	IBM KBSC	Concha
ADS (Aion Development System)	Aion Corportation	Concha
AGE	Univ. Stanford	Entorno de desarrollo de programación
AIMDS		Lenguaje de representación del conocimiento
AIRUS-A	Airus, Inc.	Concha
ALEX	Harris & Hall Associates	Concha
AL/X	Univ. Edimburgo/Int. Term.	Concha
ALLEGRO CL	Franz, Inc.	Concha
ANALYSER PLUS	Business Information Techniq.	Sistema de desarrollo de programación
APES y APES 2	Imperial College y Logic Bas. S.	Concha en PROLOG
ARBY	Smart Systems Technology	Lenguaje de proyecto Shell en Franz-LISP
ARITY/Expert	Arity Corp.	Concha
ART (Advanced Reasoning Tool) y ART-IM	Inference Corporation	Concha
AUTO-INTELLIGENCE	Intelligence Ware Inc.	Concha
AUTOMATED REASONING TOOL	Inference Corporation	Concha
BLOBS	Cambridge Consultants	Sistema de desarrollo de programación
BRAND-X	MIT	Lenguaje de programación de IA
CENTAUR	Univ. Stanford	Concha
CLASS	Texpert Systems, Inc.	Concha
COGNATE	Peridom, Inc.	Concha
COGNITIF	Cognitech Qualification	Herramienta
COMMON KNOWLEGDE	Wang Laboratories	Concha
CONNIVER	MIT	Lenguaje de programación de IA en MACLISP
CONTESSA (Contextual Expert System)	Prophecy Development Corp.	Generador de SE
CRYSTAL	Intelligent Envirnoments Ltd.	Concha
CSRL	Univ. Estado de Ohio	Lenguaje de representación del conocimiento
CxPERT	Software Plus	Concha
DCLASS	CAM Software	Concha
DEJA VU	Intelligent Environments Ltd.	Herramienta
DEXPERT	Systems Research Laborat. Inc.	Herramienta
DUCK	Smart Systems Technology	Lenguaje
EASE+	Expert-Ease Systems.	Concha
EMYCIN	Univ. Stanford	Concha
ERS (Embedded Rule-Base System)	PART Government Systems	Concha
ESE (Expert System Environment)	IBM Corp.	Concha
ESIE (Expert System Inference Engine)	Lightwave Company	Concha
ESP ADVISOR	Expert Systems International	Concha
EXPERT	Rutgers Univ. de Missouri	Concha implementada en FORTR
EXPERT 4	Elsevier-Biosoft	Concha

NOMBRE HERRAMIENTA	EMPRESA/INSTITUCIÓN	TIPO HERRAMIENTA
EXPERT CONTROLLER	UME Corp.	Concha
EXPERT EASE	Human Edge Software Corpor.	Concha
EXPERT EDGE	Human Edge Software Corpor.	Concha
EXPERTEACH	IntelliWare	Concha
EXPERTR	Coyne Kalajian, Inc.	Concha
EXPERT SYSTEMS DEVELOPMENT	Arity Corp.	Concha
EXPERT SYSTEM ENVIRONMENT	IBM KBSC	Concha
EXPERT-2	Mountain View Press	Concha
EXSYS	Exsys, Inc.	Concha
Ex-Tran	Jeffrey Perrone & Assoc.	Concha
EX-TRAN 7	Intelligent Terminals Ltd.	Concha
FFAST	Coopers & Lybrand	Sistema de modelización y prototipación
FLEX	LPA	Concha
FLOPS	Kemp-Carraway Heart Institute	Concha
FRL	Univ. Edimburgo	Lenguaje de interpret. conocimiento en LISP
GCLISP (Golden Common LISP	Gold Hill Computers	Lenguaje LISP
GEN-X	General Electric Company	Concha
GESBT	Science Applications Internat.	Entorno de desarrollo
GoldWorks II	Gold Hill Computers	Concha
GURU	Micro Data Base Systems	Concha
HEARSAY III	Univ. Southern California	Concha reconocimiento del lenguaje
HRPL	Hewlett Packard	Concha
HULK	Brainstorm Computer Solutions	Concha
HUMBLE	Xerox Special Inform. Systems	Concha
ICARUS MENTOR	ICAURUS Corp.	Concha
IN-ATE	Automated Reasoning Corp.	Concha en LISP y PASCAL
INSIGHT/INSIGHT 2	Level Five Research, Inc.	Concha
INTELLIGENCE COMPILER	IntelligenceWare	Concha
INTELLIGENCE SERVICE SYSTEM	GSI Tecsidel/Tecsi Software	Concha
IIA (Integrated Know- ledge Environment)	Lisp Machine, Inc.	Entorno de desarrollo
ISI	Micro Expert	Concha
K1	Frametec	Herramienta
KARPA	Intellicorp, Inc.	Concha
KAS	SRI International	Sistema de edición en Interlisp
K-BASE	The Ginesys Corp.	Concha
KBMS	AICorp	Concha
KDS	KDS-Corp./Knowledge Dev. Syst.	Concha
KEE (Knowledge Engi- neering Environm.)	IntelliCorp	Concha
KES (Knowledge Engi- neering System)	Software Arch. & Engin. Inc.	Entorno de desarrollo de programación
KEYSTONE	Technology Applications Inc.	Concha
KL-ONE/KL-TWO	BBN	Lenguaje de representación del conocimiento
KNOWLEDGE CRAFT	Carnegie Group Inc.	Entorno de desarrollo de programación
KNOWLEDGE ENGINEE- RING SYST.	Software Architecture Engineer.	Concha
KNOWLEDGEPRO	Knowledge Garden	Concha
KNOWLEDGE WORKBENCH	Silogic, Inc.	Entorno de desarrollo
KOPS/dbase	PCE Personal Computing Engin.	Concha
KOPS/FW2	PCE Personal Computing Engin.	Concha
KRL	SLI + XEROX PARC	Lenguaje de representación del conocimiento
KS-300	Teknowledge	Concha
K:BASE	Gold Hill Computers	Concha
LANGUAGE CRAFT	Carnegie Group Inc.	Concha
LASER	Bell Atlantic Knowledge Syst.	Concha
LEVEL 5	Level Five Research	Concha
LISP	MIT	Lenguaje de programación de IA
LOGLISP	Univ. Syracuse	Lenguaje de programación de IA
LOOPS	Xerox PARC	Entorno de desarrollo de programación
LPA MicroProlog/APES	PLS, Inc.	Concha

NOMBRE HERRAMIENTA	EMPRESA/INSTITUCIÓN	TIPO HERRAMIENTA
MACRO EXPERT	Isis Systems	Concha
MAHOGANY PROFESSIONAL	Emerald Intelligence	Concha
MAINTEX	Framentec	Concha
MASTER EXPERT	McGraw-Hill	Concha
M.I	Tecknowledge Inc.	Concha
MBASE	Univ. Edimburgo	Concha implementada en PROLOG
MECS-AI	Toshiba R&D Center/Univ. Tokyo	Entorno de desarrollo de programación
MEDI	Univ. Kaiserslautern	Concha
MERITool	Merit Technology	Concha
MI4	Electronique Serge Dassault	Entorno de desarrollo
MICROEXPERT	McGraw-Hill Book Co./Isis S.	Concha
MLSE	Science Univ. de Tokyo	Entorno de desarrollo de programación
MILORD	CSIC-Centro Est. Avanz. Blanes	Concha
MPROLOG	Logiware	Concha
NEMO	S20 Development	Concha
NEXPERT	Neuron Data Corp.	Concha
NEXTRA	Neuron Data Corp.	Concha
OMEGA	Delphis SpA	Entorno de desarrollo
OPS 5 y OPS 83	Univ. Carnegie-Mellon	Lenguaje de programación de IA
OWL	MIT	Lenguaje de programación de IA
PERSONAL CONSUL- TAN EASY	Texas Instruments Inc.	Concha
PERSONAL CONSUL- TANT PLUS	Texas Instruments Inc.	Concha
PICON	Lisp Machines Inc.	Concha propósito espec. p/control industr.
PLANNER	MIT	Lenguaje de programación de IA
POP-2	Univ. Edimburgo	Lenguaje de programación de IA
POP-11	Univ. Sussex	Lenguaje de programación de IA
POPLOG	Univ. Sussex	Lenguaje de programación de IA
PRODIGY	Artelligence, Inc.	Concha
PROLOG	Univ. Marsella	Lenguaje de programación de IA
PROTEUS	MCC	Concha
PS I	Univ. Stanford	Entorno de desarrollo de programación
QTIME	MOM Corp.	Concha
REVEAL	Infotym	Concha
RLL	Univ. Stanford	Lenguaje de representación del saber
ROSIE	RAND Corp.	Concha
ROSS	RAND Corp.	Lenguaje de IA orientado al objeto
RSPS	Universidad de Cantabria	Concha de tipo probabilístico
RTES	Knowledge Systems	Concha
RULEMASTER	Radian Corp.	Concha
S.1	Tecknowledge, Inc.	Concha
SAGE	Systems Designers Software	Concha. Entorno VAX/VMS, PDP/RSX
SAIL	Univ. Stanford	Lenguaje de programación de IA
SAVOIR	ISI	Concha
SCHEME	MIT	Lenguaje de programación de IA
SERIS	SRI	Concha
SERVICE SHELL	Noesis SA	Concha
SYNTEL	Syntelligence Inc.	Lenguaje de representación del conocimiento
SMALTALK	XEROX PARC	Lenguaje de programación de IA
SUPEREXPERT	Softsync, Inc.	Concha
SYMBOLIC ADEPT	Symbolic Corp.	Concha
TIGRE	Cognitech SA	Concha
TIMM-PC	General Research Corp.	Concha
TWAICE	Nixdorf Computer AG	Concha
TURBO SHELL	Berkshire Software, Corp.	Concha
TWAICE	Nixdorf	Concha
UNITS	Univ. Stanford	Lenguaje de representación del conocimiento
VP-EXPERT	Papeback Software	Concha
VC TROUBLE SHOOTER	Kepner-Tregoe	Concha
WIZDOM PX	Software Intelligence Lab., Inc.	Concha

NOMBRE HERRAMIENTA	EMPRESA/INSTITUCIÓN	TIPO HERRAMIENTA
XI y XI Plus	Expertech Ltd./Portable Soft.	Concha
XSYS	California Intelligence Inc.	Concha
YAPES	The Turing Institute	Concha
1st Class Fusion HT	AI Corp.	Concha

Las herramientas de ingeniería del conocimiento que figuran en esta lista han sido tomadas de las siguientes fuentes:

- \* BRYANT, NIGEL: "Managing Expert Systems". John Wiley & Sons, Chichester, 1988, pp. 113-120.
- \* CASTILLO, ENRIQUE y ÁLVAREZ, ELENA: "Sistemas expertos. Aprendizaje e incertidumbre". Paraninfo, Madrid, 1989, pp. 212-213.
- \* CUMMINGS, WILLIAM, LAUER, JOACHIM y BAKER, RICHARD: "Expert Systems in Internal Auditing". Internal Auditing, verano, 1988, pp. 49-64.
- \* CHATAIN, JEAN-NOËL y DUSSAUCHOY, ALAIN: "Sistemas Expertos. Métodos y Herramientas". Paraninfo, Madrid, 1988. Anexo A.1.
- \* GEVARTER, WILLIAM B.: "The Nature and Evaluation of Commercial Expert System Building Tools". Incluido en MOCKLER, ROBERT J. (1989): "Knowledge-based systems for Management Decisions". Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, 1989, pp. 519-532. (Este artículo originalmente apareció en IEEE Computer, mayo 1987, pp. 24-41).
- \* HARMON, PAUL y KING, DAVID: "Sistemas Expertos. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial". Díaz de Santos, Madrid, 1988, pp. 105-177.
- \* MILLER, RICHARD K. y WALKER, TERRI C.: "Artificial Intelligence Applications for Business Management". SEAI Technical Publ., Madison, Georgia, 1988, pp. 76-129.
- \* NEBENDAHL, DIETER [Ed.]: "Sistemas Expertos. Introducción a la técnica y aplicación". Marcombo, Barcelona, 1988.
- \* RAUCH-HINDIN, WENDY B.: "Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial, la ciencia y la industria. (Fundamentos-Aplicaciones)". Díaz de Santos, Madrid, 1989.
- \* STYLIANOU, ANTHONY C., MADEY, GREGORY R. y SMITH, ROBERT D.: "Selection Criteria for Expert System Shells: A Socio-Technical Framework", Communications of the ACM, vol. 35, nº 10, octubre, 1992, p. 33.
- \* WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, pp. 336-365.

## **ANEXO B2. BREVE DESCRIPCIÓN DE ALGUNAS CONCHAS FAMOSAS.**

En este anexo vamos a describir, brevemente, las características principales de algunas conchas famosas utilizadas en la construcción de sistemas expertos, especialmente en sistemas expertos de contabilidad y finanzas.

**ADS (AION DEVELOPMENT SYSTEM)/MVS/PC.**<sup>1</sup> El AION DEVELOPMENT SYSTEM/MVS/PC es una concha desarrollada por Aion Corp. Se puede ejecutar tanto en un sistema informático grande (mainframe) como en un PC. Tiene todas las funciones necesarias para desarrollar un sistema experto. El ADS ha sido utilizada en la construcción de dos importantes sistemas expertos de contabilidad y finanzas: **LOGIX**<sup>2</sup> y **SAGE**.<sup>3</sup>

**AL/X.**<sup>4</sup> Ha sido desarrollado por Intelligent Terminals Limited (Oxford, Inglaterra). Su diseño es muy parecido al del sistema experto **PROSPECTOR**. Ha sido utilizada en la construcción de importantes sistemas expertos de contabili-

---

<sup>1</sup> Cfr.

\* RAUCH-HINDIN, WENDY: "Software integrates AI, standard systems". Mini-Micro Systems, octubre, 1986, p. 78.

\* MILLER, RICHARD K. y WALKER, TERRI C.: "Artificial Intelligence Applications for Business Management". SEAI Technical Publications, Madison, Georgia, 1988, pp. 78, 95 y 120.

<sup>2</sup> Cfr. DE ALBUQUERQUE, LINDA, LEE, GEORGE, TODD, LINDA y MITRI, M.: "Developing an Expert System to Effectively Manage Aftermarket Inventory". Incluido en Annual Conference Proceedings. St. Louis, Missouri. October 22-25. Volume I. Council of Logistics Management, 1989.

<sup>3</sup> Cfr. SANZ PORTELL, TERESA: "Los sistemas expertos al servicio de la banca". Dirección y Progreso, nº. 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 92-94.

<sup>4</sup> Cfr. PATERSON, A.: "AL/X User Manual". Intelligent Terminal, Oxford, 1981.

Véase también:

\* FOX, J.: "An annotated bibliography on expert systems". Incluido en J. FOX [Ed.]: "Expert systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech Limited, Maidenhead, Berkshire, 1984, Inglaterra, pp. 194-195.

\* WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, pp. 356-357.

dad, tales como el **AUDITOR**<sup>5</sup> o el **EDP-XP**ERT.<sup>6</sup>

**ART (Automated Reasoning Tool for Information Management)**<sup>7</sup> Es una concha de sistema experto desarrollada por Inference Corporation, comercializado en España por la empresa ERITEL. El **ART** puede funcionar en distintos sistemas operativos (e.g., MS-DOS, MVS, UNIX, ...) y tiene varias versiones, adaptadas para distintos tipos de entornos de ordenadores (i.e., ordenadores personales, mainframes, etc.). Las versiones más conocidas son el **ART-IM** y el **ART-IM/MVS**. El **ART** combina la representación basada en reglas con la modelización orientada a objetos y la modelización de datos relacional. Permite una fácil integración con los programas informáticos convencionales existentes en la empresa (e.g., COBOL, C, FORTRAN, ...), y puede acceder con facilidad a los SGBD relacionales estándar (e.g., DB/2,

---

<sup>5</sup> Cfr.

\* DUNGAN, CHRISTOPHER WRIGH: "A Model of an Audit Judgement in the Form of an Expert System". Ph dissertation, Department of Accounting, University Illinois at Urb, Urbana, Illinois, 1983.

\* DUNGAN, CHRIS W. y CHANDLERS, JOHN S.: "Auditor: a microcomputer-based expert system to support auditors in the field". Expert Systems, vol. 2, nº. 4, octubre, 1985, pp. 210-221.

<sup>6</sup> Cfr.

\* HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A Preliminary Investigation of EDP-XPERT". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 6 nº. 1, otoño, 1986, pp. 109-123.

\* MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Auditing: The State of the Art". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 7, nº. 1, otoño, 1987, pp. 94-105.

<sup>7</sup> Cfr.

\* INFERENCE CORPORATION: "ART-IM for Knowledge-Based Systems: A Product Overview". Inference. Inference Corporation.

\* INFERENCE CORPORATION: "ART-IM for Knowledge-Based Systems: A Technical Overview". Inference. Inference Corporation.

\* INFERENCE CORPORATION: "ART-IM/MVS Environment and Integration Overview". Inference. Inference Corporation. 1990.

Véase también:

\* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., pp. 357-358.

\* MILLER y WALKER (1988): "Artificial Intelligence ...", op. cit., pp. 78-79.

\* MISHKOFF, HENRY C.: "A fondo: Inteligencia artificial". Anaya Multimedia, Madrid, 1988, pp. 191-192

\* van KOPPEN, J.: "A Survey of Expert System Development Tools". Incluido en PHAM, D. T. [Ed.]: "Artificial Intelligence in Industry: Expert Systems in Engineering". IFS Publications, Springer-Verlag, New York, 1988, p. 55.

\* GEVARTER, WILLIAM B.: "The Nature and Evaluation of Commercial Expert System Building Tools". Incluido en MOCKLER, ROBERT J. (1989): "Knowledge-based systems for Management Decisions". Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, 1989, p. 519. (Este artículo originalmente apareció en IEEE Computer, mayo 1987, pp. 24-41).

\* SIERRA, CARLES y SANGÜESA, RAMÓN: "Herramientas de desarrollo de sistemas expertos". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, p. 119.

Oracle, dBase, ...). Es muy amistosa con el usuario (e.g., menús, gráficos, Window, ...). Tiene facilidades de explicación y utiliza la tecnología del **Hypertext** para su tutorial y para su ayuda. El **ART** puede enlazar, también, con el **CBR Express**,<sup>8</sup> un sistema de razonamiento basado en casos. El **ART** se ha utilizado con éxito en una gran variedad de áreas de conocimiento (e.g., ingeniería, fabricación, gestión de inventarios, planificación, finanzas, auditoría, ...). El **ART** ha sido utilizada en la construcción de importantes sistemas expertos de contabilidad tales como **RISK ADVISOR**<sup>9</sup> y **ANIBAL**.<sup>10</sup> La empresa Ford Motor Company ha utilizado el **ART-IM** en la construcción de dos importantes sistemas expertos: el sistema **ESCAPE (Expert System for Claims Authorization and Procesing)**<sup>11</sup> y el sistema **DLMS (Direct Labor Management System)**.<sup>12</sup> American Express ha utilizado el **ART** en la construcción de su famoso sistema experto **AUTHORIZER'S ASSISTANT**,<sup>13</sup> un sistema experto que ayuda en la comprobación del crédito de las tarjetas de crédito de esta compañía.

**CRYSTAL**.<sup>14</sup> Es una concha de sistema experto para

---

<sup>8</sup> Cfr. INFERENCE CORPORATION: "CBR Express". Inference. Inference Corporation.

<sup>9</sup> Cfr. GRAHAM, LYNFORD E., DAMENS, JEFFREY y VAN NESS, GEORGE: "Developing Risk Advisor<sup>SM</sup>: An Expert System for Risk Identification". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 10, nº. 1, 1991, pp. 69-96.

<sup>10</sup> Cfr.

\* ERITEL: "ANIBAL: Análisis Inteligente de Balances". Folleto informativo. ERITEL, 1991.  
\* NUÑEZ GARCÍA, CARMEN: "Un sistema experto para el análisis financiero: El Anibal". Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, pp. 1625-1638.

<sup>11</sup> Cfr. INFERENCE CORPORATION: "ART-IM for Knowledge-Based Systems: A Technical Overview". Inference. Inference Corporation, p. 27.

<sup>12</sup> Ibid., pp. 28-29.

<sup>13</sup> Ibid., p. 30.

<sup>14</sup> Cfr.

\* RICHARDSON, R.: "Getting the show on rails, Expert systems and the Financial Services Act". The Accountant's Magazine, diciembre, 1987, pp. 57-58.

\* COLE, M.: "Expert assistance at an economic price". Accountancy, vol. 99, nº 1924, abril, 1987, pp. 143-144.

\* BRYANT, NIGEL: "Managing Expert Systems". John Wiley & Sons, Chichester, 1988, p. 114.

construir sistemas expertos de pequeño tamaño. Ha sido desarrollada por Intelligent Environments. Corre en ordenadores personales con sistema operativo MS-DOS. Es muy amistosa para el usuario y está guiada por menús. El conocimiento se representa por medio de reglas "Si-Entonces". El motor de inferencia utiliza el encadenamiento hacia atrás. Puede enlazarse con otros programas informáticos tales como el Lotus 1-2-3 y dBase. La concha **CRYSTAL** se ha utilizado en la construcción de importantes sistemas expertos de contabilidad tales como **DIRECTOR-TRANSACTIONS**,<sup>15</sup> **VATIA**,<sup>16</sup> **RISK ADVISER**<sup>17</sup> y **CONSOLIDEX**.<sup>18</sup>

**EMYCIN**.<sup>19</sup> Esta concha es, sin lugar a dudas, una de las más famosas, pues con ella se desarrollaron algunos de los primeros sistemas expertos conocidos. Está basado en el sistema experto **MYCIN**, al que se le fue extraído la base de

---

\* MILLER y WALKER (1988): "Artificial Intelligence ...", op. cit., p. 98.

\* EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989, pp. 168-170.

\* JACKSON, MARY: "Understanding Expert Systems. Using Crystal". John Wiley & Sons, Chichester, 1992.

<sup>15</sup> Cfr. EVENS, M.: "Expert Systems in the Accountancy Profession". Conference Proceedings of London Expert Systems Conference, Mackintosh International, 1986.

<sup>16</sup> Cfr. TINDALL, CHRISTINE y SUSSKIND, RICHARD: "Anatomy of an Expert System". Accountancy, agosto, 1988, pp. 124-127.

<sup>17</sup> Cfr. LANDY, JANE: "The Change of Ownership Risk Adviser". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

<sup>18</sup> Cfr. BONSÓN PONTE, ENRIQUE y ORTA PÉREZ, MANUEL: "CONSOLIDEX: Un sistema experto de ayuda a la interpretación de normas sobre consolidación". Actas del VI Congreso de la Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas. Vigo, 2/5 de Octubre de 1991, pp. 997-1011.

<sup>19</sup> Cfr.

\* van MELLE, WILLIAM; SHORTLIFFE, EDWARD H. y BUCHANAN, BRUCE: "EMYCIN: A Knowledge Engineer's Tool for Constructing Rule-Based Expert Systems". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley, Massachusetts, 1984, capítulo 15, pp. 302-313.

\* BENNETT, JAMES S. y ENGELMORE, ROBERT S.: "Experience Using EMYCIN". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984, capítulo 16, pp. 314-328.

Véase también:

\* FOX, J. (1984): "An annotated ...", op. cit., p. 194.

\* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., p. 358.

\* HARMON, PAUL y KING, DAVID: "Sistemas Expertos. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial". Díaz de Santos, Madrid, 1988, pp. 118-121.

\* MILLER y WALKER (1988): "Artificial Intelligence ...", op. cit., p. 123.

conocimiento, de ahí el nombre de **EMYCIN (Empty MYCIN)**. Fue desarrollado en la Universidad de Stanford (EE.UU.). El **EMYCIN** tiene incorporadas todas las características clásicas de los sistemas expertos. Está formado por los siguientes componentes: (1) la base de conocimiento, (2) la base de datos, (3) el programa de consultas, (4) el programa de explicación, (5) el programa de respuestas a las preguntas y (6) el programa de adquisición del conocimiento. En el **EMYCIN** el conocimiento está representado por medio de reglas de producción del tipo "Si-Entonces", cuyas premisas están escritas en forma de "objetos-atributos-valores". El conocimiento incierto se puede representar utilizando factores de certidumbre comprendidos entre -1 y +1. Utiliza el encadenamiento hacia atrás dirigido al objetivo. El programa está escrito en lenguaje INTERLISP y solamente se puede ejecutar en las máquinas que soportan el lenguaje INTERLISP. El **EMYCIN** ha sido utilizado con éxito en campos muy diversos (e.g., medicina, física, psicología, prospección geológicas, ...). En contabilidad se ha utilizado en la construcción de importantes sistemas expertos, tales como **TAXADVISOR**,<sup>20</sup> **INTERNAL-CONTROL-ANALYZER**,<sup>21</sup> **AUDITPLANNER**,<sup>22</sup> y **PANNISSE**.<sup>23</sup>

**EXPERT EASE**.<sup>24</sup> Es una de las conchas más famosas. Fue

---

<sup>20</sup> Cfr. MICHAELSEN, ROBERT H.: "An expert system for federal tax planning". Expert Systems, vol. 1, nº. 2, octubre, 1984, pp. 149-167.

<sup>21</sup> Cfr. GAL, GRAHAM FRANCIS: "Using Auditor Knowledge to Formulate Data Model Constraints: An Expert System for Internal Control Evaluation". Ph.D. Dissertation, Michigan State University, 1985.

<sup>22</sup> Cfr. STEINBART, PAUL J.: "The Construction of a Rule-Based Expert System as a Method for Studying Materiality Judgments". Accounting Review, enero, 1987, pp. 97-116.

<sup>23</sup> Cfr. CHARPIN, BERNADETTE: "Les systèmes experts au service de l'entreprise: une application à la prévision du cours de change". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.]: "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

<sup>24</sup> Cfr., por ejemplo:  
\* AKERS, MICHAEL D.; PORTER, GROVER L.; BLOCHER, EDWARD J. Y MISTER, WILLIAM G.: "Expert systems for management accountants". Management Accounting [EE.UU.], marzo, 1986, pp. 33-34.  
\* FLESHER, DALE L. y MARTIN, CINDY: "Artificial Intelligence". Internal Auditor, febrero, 1987, p. 36.  
\* CHORAFAS, DIMITRIS N.: "Applying Expert Systems in Business, McGraw-Hill, New York, 1987,

desarrollado por Donald Michie en la Universidad de Edimburgo y posteriormente se comercializó por Expert Software International (Edimburgo). En 1984 Human Edge Software, Inc. (California), adquirió los derechos del EXPERTE EASE en EE.UU. Es una herramienta ideal para construir sistemas expertos utilizando técnicas de aprendizaje. El EXPERT EASE se puede ejecutar en un IBM PC o compatible con al menos 128 K de RAM y dos disketeras. Es una concha de sistema experto de propósito general que se puede utilizar en cualquier tipo de actividad (e.g., ingeniería, medicina, contabilidad, planificación estratégica, ...). Como su nombre indica, es muy sencilla y flexible. El conocimiento es introducido en el sistema por medio de ejemplos. Una vez introducidos los ejemplos, el programa, por medio de un procedimiento inductivo, deduce las reglas de decisión. El sistema también comprueba las inconsistencias lógicas de los ejemplos. El EXPERT-EASE soporta hasta 31 factores de decisión y 255 ejemplos.

**EXPERT EDGE.**<sup>25</sup> El **EXPER EDGE** es una concha de Human Edge Software, Palo Alto, California. Opera en un IBM PC de 256 Kb. Puede utilizar probabilidades y estadística bayesiana para manejar la incertidumbre y la escasez de información completa. Utiliza el razonamiento seco, es decir, paso a paso. Las respuestas son: si, no, no se. El conocimiento está representado por reglas de producción del tipo "Si-Entonces". Posee un interfase de lenguaje natural y se puede conectar con bases de datos, hojas de cálculo, procesadores de texto, etc. Posee un texto de ayuda para guiar al usuario

---

p. 182.

\* HARMON y KING (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 138-140.

\* MILLER y WALKER (1988): "Artificial Intelligence ...", op. cit., 1988, pp. 102-103.

<sup>25</sup> Cfr.

\* SENA, JAMES A. y SMITH, L. MURPHY: "A Sample Expert System for Financial Statement Analysis". Journal of Accounting and EDP, verano, 1987, pp. 18-20.

\* BRYANT, NIGEL: "Managing Expert Systems". John Wiley & Sons, Chichester, 1988, p. 115.

\* MILLER y WALKER (1988): "Artificial Intelligence ...", op. cit., p. 103.

\* GEVARTER, WILLIAM B. (1989): "The Nature ...", op. cit., pp. 530-531.

a la respuesta a las preguntas generadas por el sistema. El sistema tiene tres modos de operar: (1) Asesoramiento, da asesoramiento al no experto sobre una situación del problema; (2) Aprendizaje, construye el sistema experto y lo modifica, y (3) Demostración, enseña cómo hacer operar el sistema experto. El despliegue de la pantalla se presenta en 6 casillas o ventanas: (1) Salida. La información, conclusiones y progreso del SE; (2) Diálogo. La pregunta, respuesta y conclusiones; (3) Pregunta/respuesta. Cada sistema hace preguntas tal como se le pide; (4) Situación (status). Datos del estado del sistema; (5) Mensaje. Mensaje de error, y (6) Mandatos. Elección de los mandatos.

**GURU.**<sup>26</sup> El **GURU** es una concha de sistema experto desarrollada por Micro Data Base Systems, Inc. El **GURU** es una herramienta muy potente que combina las funciones de un sistema experto con las capacidades informáticas tradicionales. El **GURU** reúne en un único programa las capacidades de un sistema experto de inteligencia artificial, la productividad de las herramientas de computación de las empresas familiares y la facilidad de comunicación con los menús de uso de su ordenador, comandos o inglés sencillo. Funciona en ordenadores personales, con sistema operativo MS-DOS. Opera como hoja de cálculo electrónica y como concha de sistema experto, de forma que un usuario que esté utilizando la hoja de cálculo puede consultar el sistema experto para facilitar la toma de decisiones. Contiene cuatro

---

<sup>26</sup> Cfr. MICRO DATA BASE SYSTEMS, INC. (MDBS): "GURU Reference Manual (Vol. I y II)". Micro Data Base SystLafayette, Indiana, 1987.

\* CHIP: "Guru". Chip, nº. 64, diciembre, 1986.

Véase también:

\* HOLSAPPE, CLYDE W. y WHINSTON, ANDREW B.: "Manager's Guide to Expert Systems Using GURU." Dow Jones-Irwin, Homewood, Illinois, 1986. [Este libro se publicó también en 1987 con el título de: "Business expert systems"].

\* HOLSAPPE, CLYDE W. y WHINSTON, ANDREW B.: "Business expert systems". Richard D. Irwin, Inc. Homewood, 1987.

\* BRYANT, NIGEL: "Managing Expert Systems". John Wiley & Sons, Chichester, 1988, p. 116.

\* GALLAGHER, JOHN P.: "Knowledge Systems for Business: Integrating Expert Systems and MIS". Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1988, pp. 117-135.

\* MILLER y WALKER (1988): "Artificial Intelligence ...", op. cit., p. 106.

\* MOCKLER, ROBERT J.: "Knowledge-Based Systems for Management Decisions". Prentice-Hall Intern, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989, pp. 143-149.

interfases del usuario: (1) el interfase de lenguaje natural, (2) los menús interactivos, (3) el lenguaje de comandos y (4) el lenguaje de procedimiento. El conocimiento se representa por medio de reglas de producción del tipo "Si-Entonces". Cada regla puede contener, además de la premisa y la conclusión, una prioridad, un coste y un comentario o explicación. El sistema trabaja como los expertos humanos, considerando la incertidumbre (utiliza factores de certidumbre entre 0 y 100), razonando a través de encadenamiento hacia atrás y hacia adelante, pidiendo más información cuando es necesario, y explicando sus recomendaciones. Permite la conexión con todas las herramientas de computación de las empresas familiares, tales como hojas de cálculo, bases de datos, análisis estadísticos, gráficos de empresa y un lenguaje de programación. El GURU se ha utilizado con éxito en la construcción de importantes sistemas expertos de contabilidad y finanzas, tales como INVENTORY EXPERT SYSTEM,<sup>27</sup> PREFACE-EXPERT,<sup>28</sup> STRATEGIC PLANNING ADVISOR,<sup>29</sup> SYNEDE.<sup>30</sup>

INSIGHT.<sup>31</sup> es una concha diseñada por Level Five Research. El conocimiento se representa por duplas atributo-valor o por triplas objeto-atributo-valor, que se pasan luego a reglas de producción. Se pueden desarrollar de 200

---

<sup>27</sup> Cfr. GHIASEDDIN, NASIR, MATTA, KHALIL, y SINHA, DIPTENDU: "The Design of an Expert System for Inventory Control". Expert Systems With Applications, vol I, nº. 4, 1990, pp. 359-366.

<sup>28</sup> Cfr. SENICOURT, PATRICK: "Un système-expert de prévision financière. Préface(TM)-Expert". La Revue du Financier, nº. 55, julio-agosto, 1987, pp. 23-27.

<sup>29</sup> Cfr. DOLOGITE, DOROTHY G.: "Developing a Knowledge-Based System on a Personal Computer Using An Expert System Shell". Journal of Systems Management, octubre, 1987, pp. 30-37.

<sup>30</sup> Cfr. DEGOS, JEAN-GUY: "Il y a de bons systèmes experts financiers, in n'y en a point de délicieux". La Revue du Financier, Nº. 80, febrero-marzo, 1991, pp. 26-33.

<sup>31</sup> Cfr. LEVEL FIVE RESEARCH, INC.: "INSIGHT 2 — Reference Manual Overview for the Demonstration System". Level Five Research Melbourne Beach, Florida.

Véase también:

\* HARMON y KING (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 140-143.

\* MILLER y WALKER (1988): "Artificial Intelligence ...", op. cit., p. 107.

\* GEVARTER, WILLIAM B. (1989): "The Nature ...", op. cit., p. 531.

a 400 reglas. El programa está escrito en PASCAL y se pueden utilizar en ordenadores IBM PC o compatibles. Posteriormente este producto fue mejorado y rebautizado con el nombre de **LEVEL 5**.<sup>32</sup> El **INSIGHT** se ha utilizado con éxito en la construcción de importantes sistemas expertos de contabilidad, tales como el **CFILE**<sup>33</sup> / **LOAN PROBE**.<sup>34</sup>

**INTELLIGENCE SERVICE**.<sup>35</sup> Es un entorno de desarrollo de sistemas expertos muy potente y amigable. Funciona en ordenadores estándar (e.g., PC de IBM o compatibles, VAX, etc.). Puede comunicarse con la mayoría de los paquetes de software (i.e. Lotus 1-2-3, dBase III, etc.). Tiene dos módulos: el **Módulo Experto**, para construir y usar el SE, y el **Módulo Consultante**, para consultar las bases de conocimiento que hayan sido construidas con el Módulo Experto. Utiliza reglas de producción del tipo "Si-Entonces". El motor de inferencia permite el encadenamiento hacia adelante y hacia atrás. El **Intelligence Service** se está utilizando en múltiples áreas y actividades, tales como Banca, Seguros, Industria, etc. La Caja de Pensiones "La Caixa" lo ha utilizado para ayudar a los delegados de oficina en la concesión de créditos, y Citibank España lo está utilizando

---

<sup>32</sup> Cfr. KAISER, RICHARD W.: "Knowledge-based systems". Journal of Accountancy, enero, 1990, p. 114.

Una ampliación sobre la concha LEVEL 5 puede verse en MOCKLER, ROBERT J. (1989): "Knowledge-Based ...", op. cit., pp. 111-123.

<sup>33</sup> Cfr. KELLY, KIRK P., RIBAR, GARY S. y WILLINGHAM, JOHN J.: "Interim Report on the Development of an Expert System for the Auditor's Loan Loss Evaluation". Incluido en RAJENDRA P. SRIVASTAVA y N. ALLEN FORD [Eds.]: "Auditing Symposium VIII. Proceedings of the 1986 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems". School of Business, University of Kansas. Lawrence, Kansas, 1986, pp. 167-181.

<sup>34</sup> Cfr.

\* WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S.: "Development of an Expert Audit System for Loan Loss Evaluation". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 255-303.

\* WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S.: "Expert Systems Technology at KPMG". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

<sup>35</sup> Cfr.

\* CHIP: "Intelligent Service". Chip, nº. 86, diciembre, 1988, pp. 110-111.

\* GSI TECSIDEL: "Intelligence Service". GSE Tecsidel, Madrid, 1990.

para realizar el diagnóstico de los cajeros automáticos, las redes y los ordenadores.

**KEE (Knowledge Engineering Environment).**<sup>36</sup> Es un sistema muy potente construido por Intellicorp Company (EEUU). Está basado en el lenguaje Common LISP y sólo es ejecutable en la máquina Lisp **EXPLORER**. El programa utiliza un lenguaje orientado a objetos, el **TellAndAsk**. El conocimiento se representa por medio de marcos (frames) y reglas de producción de la forma "Si-Entonces". Tiene también un editor de gráficos que permite representar redes semánticas. El motor de inferencia permite el encadenamiento hacia adelante, el encadenamiento hacia atrás y el encadenamiento mixto. No permite el tratamiento de la incertidumbre. Es muy amistoso con el usuario y posee muchas ayudas: interfase interactiva, uso de menús y del ratón, ventanas, lenguaje pseudo-natural, funciones internas, etc.. El **KEE** ha sido utilizado con éxito en la construcción de importantes sistemas expertos de contabilidad y finanzas, tales como **EVENT**,<sup>37</sup> **FINANCIAL PLANNING ADVISOR**<sup>38</sup> y **FSA**.<sup>39</sup>

---

<sup>36</sup> Cfr.

\* INTELLICORP: "KEE Software Development System User's Manual". KEE versión 3.0. Intellicorp Company, 1987.

Véase también:

\* EDMUNDS, ROBERT A.: "The Prentice Hall Guide to Expert Systems". Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1988, pp. 101-121.

\* BRYANT, NIGEL: "Managing Expert Systems". John Wiley & Sons, Chichester, 1988, p. 116.

\* HARMON y KING (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 166-170.

\* MILLER y WALKER (1988): "Artificial Intelligence ...", op. cit., pp. 84-85.

\* MISHKOFF, HENRY C. (1988): "A fondo ...", op. cit., 1988, p. 194.

\* van KOPPEN, J. (1988): "A Survey ...", op. cit., p. 55.

\* GEVARTER, WILLIAM B. (1989): "The Nature ...", op. cit., p. 519.

\* SIERRA y SANGÜESA (1992): "Herramientas de ...", op. cit., pp. 118-119.

<sup>37</sup> Cfr.

\* ROZENHOLC, MAIA: "EvEnt Assesses Risk Taking". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

\* ROZENHOLC, MAIA: "Un système expert de crédit aux P.M.E./P.M.I.". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Les Systèmes experts de gestion: banque, finance, marketing". Eyrolles, París, 1988.

<sup>38</sup> Cfr. NEWQUIST III, HARVEY P.: "Artificial Intelligence in the Financial Services Industry". Lafferty Publication, Dublin, 1990, p. 84.

<sup>39</sup> Cfr. MUI, CHUNKA y MCCARTHY, WILLIAM E.: "FSA: Applying AI Techniques to the Familiarization Phase of Financial Decision Making". IEEE Expert, vol. 2, nº. 3, otoño, 1987, pp. 33-41.

**PC+ (Personal Consultan).**<sup>40</sup> Es un sistema desarrollado por Texas Instruments. Su funcionamiento es muy parecido al del EMYCIN. El sistema fue diseñado para ejecutarse en los ordenadores profesionales de Texas Instruments, aunque también se pueden ejecutar en cualquier ordenador personal compatible. Los hechos se presentan por triplas objeto-atributo-valor, que se pasan luego a reglas de producción. Las reglas de producción permiten la utilización de factores de certeza comprendidos entre -100 % y +100%. El motor de inferencia permite el encadenamiento hacia adelante y el encadenamiento hacia atrás. El **PC+ (Personal Consultan)** se ha utilizado con éxito en la construcción de importantes sistemas expertos de contabilidad y finanzas, tales como: **FINEXPERT**,<sup>41</sup> **FINEXPRO**,<sup>42</sup> y **MARBLE**.<sup>43</sup>

**VP-EXPERT.**<sup>44</sup> Es una concha de sistema experto, basada en reglas "Si-entonces". Ha sido comercializada originalmente por Paperback Software, y posteriormente por WordTech Systems, Inc. Corre en ordenadores personales PC con un mínimo de 512 Kb de memoria, y sistema operativo MS-DOS.

---

<sup>40</sup> Cfr., por ejemplo:

\* TELLO, ERNEST R.: "Personal Consultant Plus". Byte, octubre, 1987, pp. 242-244.

Véase también:

\* FREEDMAN, DAVID H.: "Bringing AI to the PC". Infosystems, octubre, 1984, p. 80.

\* WATERMAN, DONALD A. (1986): "A Guide ...", op. cit., p. 363.

\* BRYANT, NIGEL: "Managing Expert Systems". John Wiley & Sons, Chichester, 1988, p. 119.

\* HARMON y KING (1988): "Sistemas Expertos ...", op. cit., pp. 145-147.

\* MILLER y WALKER (1988): "Artificial Intelligence ...", op. cit., pp. 90-91 y 112-113.

\* MISHKOFF, HENRY C.: "A fondo: Inteligencia artificial". Anaya Multimedia, Madrid, 1988, pp. 196-197 y 199-209.

\* GEVARTER, WILLIAM B. (1989): "The Nature ...", op. cit., p. 530.

<sup>41</sup> Cfr. SCHAEFER, VINCENT: "Les systèmes experts et l'analyse financière". Revue Française de Comptabilité, nº. 177, marzo, 1987, pp. 39-47.

<sup>42</sup> Cfr.

\* D'HOERAENE, J.: "Progiciels d'analyse financière (tableurs et systèmes experts)". La Revue du Financier, nº. 78, diciembre, 1990, pp. 59-62.

\* D'HOERAENE, J.: "Systèmes experts: demandeurs, utilisateurs bénéficiaires et victimes". La Revue du Financier, nº. 80, febrero-marzo, 1991, pp. 34-41.

<sup>43</sup> Cfr. \* SHAW, MICHAEL J. y GENTRY, JAMES A.: "Using an Expert System with Inductive Learning to Evaluate Business Loans". Financial Management, vol. 17, nº. 3, otoño, 1988, pp. 45-56.

<sup>44</sup> Cfr. GRAY, GLEN L.: "VP-Expert Update Version 3.0". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº 4, diciembre, 1992, pp. 297-299.

Véase también MILLER y WALKER (1988): "Artificial Intelligence ...", op. cit., p. 117.

Puede enlazarse con la hoja de cálculo Lotus 1-2-3, el SGBD dBase y con un procesador de textos. Incluye también gráficos y un sistema de ayuda basado en el Hypertext.

El VP-EXPERT se ha utilizado con éxito en la construcción de importantes sistemas expertos de contabilidad y finanzas, tales como: AQX,<sup>45</sup> STD1/STD2<sup>46</sup> y PURPOOL.<sup>47</sup>

---

<sup>45</sup> Cfr. KHANDEKER, J. G. y PHALKE, A. A.: "Evaluating Audit Quality with Expert Systems". *Internal Auditor*, vol. 48, nº. 5, octubre, 1991, pp. 14-16.

<sup>46</sup> Cfr. KING, MALCOLM y MCAULAY, LAURIE: "A Standard Costing Knowledge Base: Building and Using an Expert System in Management Accounting Education". *Issues in Accounting Education*, Vol. 6, nº. 1, primavera, 1991, pp. 97-111.

<sup>47</sup> Cfr. SMITH, L. MURPHY, McDUFFIE, R. STEPHEN y FLORY, STEVEN M.: "A GAAP-Based Expert Prototype for Business Combinations". *Financial & Accounting Systems*, vol. 7, nº. 2, verano, 1991, pp. 17-22.

## ANEXO C1. LISTADO DE SISTEMAS EXPERTOS EN CONTABILIDAD Y FINANZAS.

### Sistemas expertos relacionados con contabilidad y finanzas

A.E.F. = Análisis de estados financieros  
 ASESOR = Asesoría  
 AUDIT. = Auditoría  
 BANCA = Banca  
 C.FIN. = Contabilidad financiera  
 C.GES. = Contabilidad de gestión  
 FISC. = Fiscalidad  
 MARKET = Marketing  
 P.A.F. = Planificación y análisis financiero  
 SEGUR. = Seguros  
 V.ACT. = Valoración de activos

SISTEMA	REFERENCIA PRINCIPAL	DOMINIO	SUBDOMINIO
AAFINPLAN	Phillips et al. 1990	P.A.F.	Planificación financiera individual.
ACCI	Roycroft 1984	FISC..	Cierre de compañías.
ACPA	Arnold 1987	AUDIT.	Evaluación de software financiero.
ACS (ACTUARY CON- SULTANT SYSTEM)	Holsapple/Whinston 1987	SEGUR.	Evaluación riesgo seguros.
ADVISOR	Holsapple/Whinston 1987	FISC.	Establecer cuota de ventas.
AGGREGATE	O'Leary 1987	C.FIN.	Informes financieros contables.
AIDE	Degos 1991	A.E.F.	Análisis de estados financieros.
AFIN	Díaz y Navarro 1993	A.E.F.	Análisis de estados financieros.
ALFEX	Connell 1987	A.E.F.	Análisis salud financiera compañía.
ALIEN	Brown 1988	FISC.	Impuesto sobre la renta personal.
ALQ STOCK EXPERT	Keyes 1991B	P.A.F.	
ALVIN	Clia, S.A. 1989	BANCA	Evaluación operac. de leasing.
ANALYSIS	D'Hoeraene 1990	A.E.F.	Análisis de estados financieros.
AN.CO.RA	Baraldi y Teodori 1993	C.GEST.	Control de gestión: análisis compet.
ANIBAL	Eritel 1991	A.E.F.	Análisis inteligente de balances.
ANSWERS	Flesher/Martin 1987	A.E.F.	Análisis financiero de balances.
AOD	Dillard/Mutchler 1986	AUDIT.	Decisiones opinión auditoría.
APCAS	Arnold/Rush 1987	AUDIT.	Evaluación software financiero.
APE (AUDIT PLANNING AND EVIDENCE)	Vinze et al. 1991	AUDIT.	Riesgo inherente de auditoría.
APEX 2	Vinze et al. 1991	AUDIT.	Selección procedimientos auditoría.
APEX Client	Thierauf 1990	P.A.F.	Apoyo para asesoría financiera.
APX	Vinze et al. 1991	AUDIT.	Planificación de la auditoría.
AQX (AUDIT QUALITY EXPERT)	Khandeker/Phalke 1991	AUDIT.	Evaluac. calid. auditoría.
ARISC	Meservy et al. 1986	AUDIT.	Evaluación del control interno.
ARMS (ADVANCED RISK MANAGEMENT SYSTEM)	Bimson et al. 1992	C.GEST.	Control de los riesgo de un proyecto.
ASRAV	Roy 198	SEGUR.	Selección riesgos seguros de vida.
ASHELL AUDIT	Brown/Phillips 1990	AUDIT.	Auditoría interna.
ASK DAN ABOUT YOUR TAXES	Brown 1988	FISC.	Impuesto sobre la renta personal.
ASRAV	Roy 1989	P.A.F.	Selecc. riesgos seguros de vida.
AS/400	Brown 1991	AUDIT.	Auditoría informática. Eval. control.
AMP (AUDIT MASTER PLAN)	O'Leary/Watkins 1989	AUDIT.	Planificación auditoría/Auditoría.
AUDITOR	Dungan/Chandler 1985	AUDIT.	Eval. prev. créditos incobrables.
AUDITPLANNER	Steinbart 1987	AUDIT.	Materialidad.
AUDIT PLANNING ADVISOR	Brown 1991	AUDIT.	Planificación de la auditoría.
AUDIT PLANNING KNOWLEDGE BASE	White 1988	AUDIT.	Planificación de la auditoría.

SISTEMA	REFERENCIA PRINCIPAL	DOMINIO	SUBDOMINIO
AUDIT PLUS	Garsombke 1987	AUDIT.	
AUDITOR'S ASSISTANTS	Shaffer et al. 1988	AUDIT.	Toma de decisiones de auditoría.
AUTHORIZER'S ASSISTANTS	Hartman 1988	P.A.F.	Autorización de créditos.
AUTOMATED ANALYTICS	Brown 1991	AUDIT.	Cuestiones especiales.
AY/DECISION SUPPORT y AY/ASQ	Sena y Smith 1987	AUDIT.	Planificación auditoría.
AYCO	Phillips et al. 1990	P.A.F.	Planificación financiera individual.
BANK FAILURE PREDICTION	Brown 1991	AUDIT.	Cuestiones especiales.
BDO COMPASS	van Dijk/Williams 1990	AUDIT.	Dirige y contr. todo proces. audit.
BRESS	Lithp System Br. 1988	AUDIT.	Riesgos continuidad de la empresa.
BUCKS (BUSINESS CONTROL KNOWLEDGE SYSTEM)	Brown/Phillips 1990	C.GEST.	Control de los negocios.
BUSINESS ADVISOR: TAXATION-COT	Brown 1988	FISC.	Cuest. espec. en imptos. corpor.
BUSINESS ADVISOR: TAXATION-PAYE	Brown 1988	FISC.	Cuest. espec. en imptos. corpor.
BUSINESS ADVISOR: TAXATION-VAT	Brown 1988	FISC.	Cuest. espec. en imptos. corpor.
BUSINESS PLAN	Thierauf 1990	P.A.F.	Planificación financiera completa.
BUCKS	Brown/Phillips 1990	C.GEST.	Control de los negocios.
CANADIAN TAX TOOL	Brown 1988	FISC.	Impuesto sobre la renta personal.
CAPEX	Boritz y Wensley 1991	AUDIT	Planificación de la auditoría.
CAPITAL ESPERT SYSTEM	Brown 1988	FISC.	Planific. financiera corporativa.
CAPITAL INVESTMENT SYSTEM	Brown/Phillips 1990	P.A.F.	Inversiones en adquis. de equipos.
CASHVALUE	Ash 1985	P.A.F.	Evaluación de proyectos de inversión.
CCR/36 ADVISOR	Brown 1992	AUDIT.	Auditoría informática. Eval. control.
CEPS	Brown/Phillips 1990	C.GEST.	Precios de transferencia.
CFILE	Kelly et al. 1986	AUDIT.	Reservas préstamos bancarios.
CGX	Srinivasan et al. 1992	BANCA	Ayuda concesión de créditos empresas.
CHARIS	Degos 1991	A.E.F.	Análisis de estados financieros.
CHECKGAAP	Connell 1987	AUDIT.	Cumplimiento.
CHECKLIST	Brown 1991	AUDIT.	Auditoría y planificación fiscal.
CIRAX	Edwards y Connell	AUDIT.	Evaluación riesgo informático.
C&L CONTROL RISK ASSESSOR	van Dijk/Williams 1990	AUDIT.	Evaluación del control interno.
CLASS	Duchessi et al. 1988	BANCA	Decisiones de préstamo comercial.
CLIENT PROFILING SYSTEM	Brown 1988	P.A.F.	Planificación financiera indiv.
CLINTE	Brown 1988	FISC.	Fiscalidad internacional.
CLUE	Broderick et al. 1989	P.A.F.	Riesgo de propiedad.
CO-AUDIT	Howorka et al. 1991	AUDIT.	Integración de sistemas auditoría.
COBRA	Brown 1991	AUDIT.	Cuestiones especiales. Compl. fisc.
COMPANY ANALYSER	Bolton 1993	P.A.F.	Valoración riesgos financieros.
COMPAS	Brown 1991	AUDIT.	Programa de auditoría.
COMPTA	Gervais/Stepniewski 1986	C.FIN.	Imputación contable (est.teórico).
CONSOLIDEX	Bonson/Orta 1991	C.FIN.	Interpretación normas de consolid.
CONTA	Casamitjana 1991	C.FIN.	Imputac. contable factura de ventas.
CONTESSA	Thieraruf 1990		
CONTROL RISK ASSESSOR	van Dijk/Williams 1990	AUDIT.	Control interno.
CONTROL RISK ASSISTANT	Bickerstaff 1988	AUDIT.	Asesor de control de riesgos.
CORPORATE FEDERAL & STATE TAX PLANNING	Brown 1988	FISC.	Planific. fiscal corporat. gener.
CORPORATE TAX ANALYSIS TOOL	Brown 1988	FISC.	Planific. fiscal corporat. gener.
CORPTAX	Connell 1987	FISC.	Reorganización social.

SISTEMA	REFERENCIA PRINCIPAL	DOMINIO	SUBDOMINIO
COSIE	Pinson 1989	A.E.F.	Análisis de estados financieros.
COTES	Brown et al. 1988c	FISC.	Fiscalidad propiedad constructiva.
CREDEX (CREDIT EXPERT)	Pinson 1989, 1992	BANCA	Evaluación riesgo préstamos.
CREDIT MANAGER	Prado Lorenzo 1991	A.E.F.	Análisis de estados financieros.
CREDSO	Alvarez 1991	BANCA	Evaluación de créditos.
CREDEX	Pinson 1989	BANCA	Evaluación del nivel del riesgo.
CRESUS	Zaccagnini et al. 1992	P.A.F.	Gestión de tesorería.
CUSTOMER PROFILING		P.A.F.	
DEBIT CARD FRAUD PROJECT	Lecot 1988	AUDIT.	Auditoría interna. Detección fraude.
DECISION SYSTEM	Broderick 1988	AUDIT.	Planificación táctica.
DECMK	Blanning 1987	P.A.F.	Análisis de inversiones.
DETAILED PLANNING PRACTICE AID	Brown 1991	AUDIT.	Evaluación del control interno.
DIME (DIVERSIFIED INVESTMENT MANAGEMENT EXPERT)	Mani 1992	P.A.F.	Gestión de inversiones.
DIRECTOR IDEAL	Yagüe 1988	P.A.F.	Valoración riesgos operac. financ.
DIRECTORS-TRANSACTIONS	Evens 1986	FISC.	Préstamos a los directores.
DISCOVERY	Tener 1988	AUDIT.	Auditoría interna. Detección fraude.
DLMS (DIRECT LABOR MANAGEMENT SYSTEM)	Inference Corp.	C.GEST.	Gestión mano de obra directa.
EASY	Brown 1991	AUDIT.	Programa de auditoría.
EDP-XPRT	Hansen/Messier 1986	AUDIT.	Auditoría de proceso de datos.
ELOISE	O'Leary 1987b	C.FIN.	Analiza los estados notariales.
ESCAPE	Inference Corp.	C.GEST.	Autorización y proceso de reclamac.
EXEMPTAX	Brown 1991	AUDIT.	Auditoría y fiscalidad. Cuest. espec.
EXMARINE	Graham 1988	BANCA	Préstamos bancarios.
EXPATAX	Connell 1987	FISC.	Fiscalidad de no residentes.
EXPATTAX	Daniels/Van de Horst1989	FISC.	Expatriac. pag. imptos. en P. Bajos.
EXPERT AUDITOR	Phillips/Brown 1991	AUDIT.	Auditoría especial.
EXPERTAX	Shpilberg et al.1986	FISC.	Planif. fiscal corporat. general.
EXPERTEST	Bickerstaff 1988	AUDIT.	Pruebas sustantivas auditoría.
EY/DECISION SUPPORT	Sena y Smith 1987	AUDIT.	Planificación de la auditoría.
EVENT	Rozenholc 1988	BANCA	Diagn. evaluac. créditos bancarios.
FAME	Kastner et al. 1986	P.A.F.	Marketing financiero.
FAS 96	Brown 1991	AUDIT.	Auditoría y fiscalidad.
FEAP (FRONT END ANALYSIS AND PLANNING)	van Dijk/Williams 1990	AUDIT.	Planificación de la auditoría.
FINANCIAL ADVISOR /MANAGEMENT ADVISOR	Bailey 1985/Connell 1987	P.A.F.	Evaluación de proyectos de inversión.
FINANCIAL DISCLOSURES	Brown 1991	AUDIT.	Cumplimiento de publicaciones.
FINANCIAL MANAGEMENT ASSISTANT SYSTEM	El Mernissi 1988a, b	P.A.F.	Gestión financiera.
FINANCIAL PLANNING ADVISOR (FPA)	Newquist 1990	P.A.F.	Planificación financiero individual.
FINANCIAL UPDATE ADVISOR	Newquist 1990	P.A.F.	Planificación financiera.
FINEX	Kerschberg/Dickinson1988	A.E.F.	Análisis de estados financieros.
FINEXPERT / FINEXPRO	Schaefer 1987/Degos 1991	A.E.F.	Análisis estados financieros.
FINPLAN	Miller/Walker 1988	P.A.F.	Planificación financiera.
FINSIM	Klein 1988	P.A.F.	Análisis financiero.
FINSTA	O'Leary 1987b	C.FIN.	Confeciona estados financieros.
FINSTEX (FINANCIAL STATEMENT EXPERT)	Back 1992a, b	C.FIN.	Planificación de estados financ.
FLOW EVAL	Brown 1991	AUDIT.	Eval. control interno y anal. riesg.

SISTEMA	REFERENCIA PRINCIPAL	DOMINIO	SUBDOMINIO
FORECAST PRO	Keyes 1991b	P.A.F.	
FOREIGN EXCHANGE ADVISOR	Holsapple/Whinston 1988	BANCA	Comercio intercambio de moneda extr.
FR SCORE	Vinze et al. 1991	AUDIT.	Riesgo de auditoría.
FSA (FINANCIAL STATE ANALYZER)	Mui/McCarthy 1987	C.FIN.	Análisis de estados financieros.
FYNSYM-EXPERT	D'Hoeraene 1990	A.E.F.	Análisis de estados financieros.
GCA	Evens 1986	C.GEST.	Regulación subvenciones gubernament.
GC-X	Biggs/Selfridge 1986	AUDIT.	Evaluación empresa en marcha.
GEFI	Zaccagnini et al. 1992	P.A.F.	Gestión financiera integrada.
GOLDEN PARACHUTES	Brown 1991	FISC.	Comprobación cumplimiento fiscalidad.
GRENSIDESE	Connell 1987	C.GEST.	Regulación subvenciones de MOD.
ICAEW	Connell 1987	V.ACT.	Control del PD.
ICARE	Lecot 1993	SEGUR.	Reaseguro líneas personales de segur.
ICE	Kelly 1984, 1987	AUDIT.	Evaluación control del interno.
ICES	Grudnitski 1986	AUDIT.	Evaluación control del interno.
ICOR	Brown/Phillips 1990	C.GEST.	Precios de transferencia.
ICS	Syed/Tse 1988	C.GEST.	Anál.competencia y apoyo estrat.
IDES (INTRUSION DETECTION EXPERT SYSTEM)	Davis-R 1992	AUDIT.	Auditoría informática. Detecc. intr.
ICS	Syed/Tse 1988	C.GEST.	Anál. compet. apoyo estratégico.
IMACS	Brown y Athey 1993	C.GEST.	Planif. produc. y compras. Gest.inv.
INCOME TAX ISSUES OF PREFERRED SHARES	Brown 1991	FISC.	Impuesto sobre la renta personal.
INHERENT RISK ANALYSIS	Brown 1991	AUDIT.	Eval. control interno y anal. riesg.
INNOVATOR	Ram/Ram 1990	P.A.F.	Evaluación de nuevos prod. financ.
INSURANCE EXPERTAX	Brown 1988	FISC.	Planif. fisc. corpor. espec. ind.
INTEREST RATE INSIGH	Keyes 1991B	P.A.F.	Tasa de interés crediticios.
INTERNAL-CONTROL- -ANALIZER	Gal 1985	AUDIT.	Evaluación del control interno.
INTERNAL CONTROLS EXPERT	Brown 1991	AUDIT.	Evaluación del control interno.
INTERNATIONAL TAX ADVISORY SYSTEM	Brown 1991	FISC.	Planificación fiscal internacional.
INTERNATIONAL TAX INTERPRETER	Kelly 1987	AUDIT.	Evaluación del control interno.
INTERNATIONAL TAX PLANNING SYSTEM	Brown 1988	FISC.	Fiscalidad internacional.
INTERPRETER	Kelly 1987	AUDIT.	Evaluación del control interno.
INVENTORY EXPERT SYSTEM	Ghiaseddin 1990	C.GEST.	Gestión de inventarios.
INVEST	Heur et al. 1988	P.A.F.	Asesora sobre inversiones financ.
INVESTOR	Baccouche 1987	FISC.	Selección inversiones imponibles.
IRE (INHERENT RISK EVALUATOR)	Peters, 1992	AUDIT.	Riesgo inherente planificación audit.
IRS (15 SE del IRS)	Brown y Strit 1988	FISC.	15 SE p/etapas planif. del IRS.
ISA	Brown y Athey 1993	C.GEST.	Planificación de la producción.
ISIS	Blanning 1987	C.GEST.	Programación de la fabricación.
KABAL	Hartvigsen 1992	BANCA	Análisis financiero en la banca.
LE COURTIER	Newquist 1990	P.A.F.	Asesoramiento cartera de acciones.
LENDING ADVISOR	Keyes 1991 E	BANCA	Predecir rendim <sup>to</sup> . prést. bancarios.
LESSEE	Jih 1991	C.FIN.	Contabilización de alquileres.
LOAN ADVISOR	Shaw/Gentry 1988	BANCA	Evaluación solicitudes de crédito.
LOAN PROBE	Willingham/Ribar1988	AUDIT.	Gestión de préstamos bancarios.
LOGIX	De Albuquerque 1988	C.GEST.	Planificación de materiales (MRP).
LRT	White 1988	AUDIT.	Formación reserva pérđ. préstamos.
MAGOKORO PLANNING SERVICE	Fortuna 1992	SEGUROS	Asesor. inversiones sobre seguros.
MANAGEMENT ADVISOR	Brown 1988	FISC.	Planificación financiera corpor.
MARBLE	Shaw/Gentry 1988	BANCA	Evaluación riesgos de préstamos.

SISTEMA	REFERENCIA PRINCIPAL	DOMINIO	SUBDOMINIO
MARKET SURVEILLANCE EXPERT	Keyes 1991c	P.A.F.	
MATIAS	Pinson 1989	BANCA	Evaluación de préstamos.
META	Swagerman 1988	AUDIT.	Evaluación de sistemas expertos.
MIDAS (MULTICS INTRUSION DETECTION AND ALERTING SYSTEM)	Davis-R 1992	AUDIT.	Auditoría informática. Detecc. intr.
MIP	Inst. Ing. Conoc. (IIC)	C.GEST.	Control de procesos industriales.
MLA (MORTGAGE LOAN ANALYZER)	White 1988	BANCA	Pred. rendtº. préstamos bancarios.
NUDGE	Blanning 1987	C.GEST.	Programación de reuniones comerc.
OBJETIVE FINANCIAL SYSTEMS	Brown 1988	P.A.F.	Planificación financiera indiv.
ODYSSEY	Blanning 1987	C.GEST.	Programación viajes comerciales.
OHM	Hine et al. 1993	C.GEST.	Mantenimiento salud empresarial.
OILS & GAS EXPERT TAX	Brown 1988	FISC.	Planif. fisc. corpor. espec. ind.
OMEGA	Blanning 1987	C.GEST.	Asignación del personal.
PALLADIAN FINANCIAL ADVISOR	Thierauf 1990	P.A.F.	Planificación financiera individual.
PANIC	Brown 1991	AUDIT.	Cuestiones especiales. Compl. fisc.
PANNISSE	Charpin 1988	C.GEST.	Previsión del curso de cambio.
PAYE	Torsun 1986 1991	FISC.	Legislación fiscal renta en el R.U.
PAYPER	O'Leary y Tan 1987	AUDIT.	Verifica archiv. nómina del personal.
PCBAL	Multimedia 1993	A.E.F.	Análisis de balances.
PCUBO	García et al. 1991	C.GEST.	Promoción de personal.
PDS	Brown 1988	FISC.	Cuest. espec. en imptos. corpor.
PEAT/1040	Brown 1988	FISC.	Impuesto sobre la renta personal.
PEAT/EXPATRIATE	Brown 1991	FISC.	Impuesto sobre la renta personal.
PERSONAL FINANCIAL ANALYSIS	Phillips et al. 1990	P.A.F.	Planificación financiera personal.
PERSONAL FINANCIAL PLANNER	Brown 1988	P.A.F.	Planificación financiera indiv.
PERSONAL FINANCIAL PLANNING SYSTEM	Brown 1988	P.A.F.	Planificación financiera indiv.
PERSONAL FINANCIAL STRATEGIES (PFS)	Brown 1988	P.A.F.	Planificación financiera indiv.
PLANET	Vinze et al. 1991	AUDIT.	Riesgo inherente de auditoría.
PLANET	Brown y Athey 1993	C.GEST.	Planific. recursos empresariales.
PLANMAN	McKell/Jenkins 1988	P.A.F.	Planificación financiera indiv.
PLANMASTER	Fortuna 1992, 1993	P.A.F.	Planificación financiera.
PLANPOWER	APEX 1986	P.A.F.	Planificación financiera indiv.
PORTFOLIO ADVISOR	Holsapple/Whinston 1988	BANCA	Análisis de carteras.
PORT-MAN	Chan et al. 1989	P.A.F.	Asesor. de cartera de valores.
POWER 1	Shaw/Gentry 1988	BANCA	Concesión de créditos.
PRÉFACE-EXPERT	Senicourt 1987	A.E.F.	Análisis de estados financieros.
PREFERRED SHARES	Brown 1991	FISC.	Comprobación cumplimiento fiscal.
PRICE ANALYSIS	Baccouche 1987	AUDIT.	Examina racionalidad de los gast.
PROFESSIONAL DISCLOSURE REQUIREMENTS	Brown 1991	AUDIT.	Cumplimiento publicación.
PROFILING	Thierauf 1990	P.A.F.	Planificación financiera indiv.
PROMOTION ADVISOR	Gallagher 1988	MARKET	Asesoría sobre promoción ventas.
PURPOOL aceptados.	Smith et al. 1991	C.FIN.	Princ. contabilidad. gener.
QUESTOR	Sen y Wallace 1991	AUDIT.	Evaluac. del depart. audit. interna.
RASF	Zhangxi 1989	P.A.F.	
REACH	McCarthy/Rockwell 1989	C.FIN.	Diseño de bases de datos contables.
REAL	McCarthy/Rockwell 1989A	C.GEST.	Ayuda en las decisiones de compra.
RIC CHECKLIST	Brown 1988	FISC.	Planif. fisc. corpor. espec. ind.
RICE	Wilson et al. 1988	AUDIT.	Análisis de riesgo planif. auditoría.
RISK ADVISER	Landy 1988	AUDIT.	Asesora riesgos cambio propiedad.
RISK ADVISOR	Graham et al. 1991	AUDIT.	Identifica los riesgo de auditoría.

SISTEMA	REFERENCIA PRINCIPAL	DOMINIO	SUBDOMINIO
RISK ASSESSMENT	Brown 1991	AUDIT.	Análisis de riesgo.
SAFIR	Pinson 1989	A.E.F.	Análisis de estados financieros.
SAGE	Sanz Portell 1991	A.E.F.	Análisis de estados financieros.
SAMPLE SIZER	Bickerstaff 1988	AUDIT.	Prepara tamaño de la muestra.
SAM	Bickerstaff 1988	AUDIT.	Pruebas sustantivas auditoría.
SAS	Zaccagnini 1992	G.GEST.	Asignación cargas de trabajo
SAVINGS ADVISER	Bryant 1988		
SECOGET	Moreno et al. 1991	C.GEST.	Control de costes y análisis desviac.
SECTION 302 (b)	Karlinski/O'Leary 1988	FISC.	Sección 302 (b)(2) del IRC (EE.UU.).
SECTION 318 (a)	Karlinski/O'Leary 1988	FISC.	Sección 318 (a) del IRC (EE.UU.).
SECTION 367	Brown 1991	FISC.	Comprobación cumplimiento fiscal.
SEGRE	Zaccagnini 1992	C.GEST.	Gestión y planificación de recursos.
SEIT	Zaccagnini et al. 1992	FISC.	Impuesto de circulación vehículos.
SFAS 80	Brown 1991	AUDIT.	Cuestiones especiales.
SFAS 91	Brown 1991	AUDIT.	Cuestiones especiales.
SFAS 96	Brown 1988	FISC.	Cuest. espec. en imptos. corpor.
STATUTORY ACCOUNTS			
CHECKER	Brown 1991	AUDIT.	Cumplimiento publicación.
STD1/STD2	King/McAulay 1991	C.GEST.	Anál. desviac. costes estándar.
STRATEGIC PLANNING			
ADVISOR	Dologite 1987/Mockler 89	C.GEST.	Planificación estratégica.
SYMEDE	Fredouet 1988	A.E.F.	Análisis de estados financieros.
SYSTEMATIC	Brown 1991	AUDIT.	Auditoría informática. Eval. contr.
TA (TAX ADVISOR)	Connell 1987	FISC.	Asesora sobre propiedad construct.
TAREX	Friedman et al. 1991	SEGUR.	Evaluac. y clasif. riesgos seguros.
TAXADVISOR	Michaelsen 1984	FISC.	Planificación imptos. individual.
TAXCUT	Phillips/Brown 1991	FISC.	Ley impuesto renta.
TAX EXEMPT ORGA-			
NIZATIONS	Brown 1988	FISC.	Planif. fisc. corpor. espec. ind.
TAXMAN	McCarty 1977	FISC.	Reorganización social.
TAXPERT	Black y Grudnitski 1991	FISC.	Cubre varios códigos del IRC (EEUU).
TAX SOFTWARE	Brown 1988	FISC.	Impuesto sobre la renta personal.
TIARA	Newquist 1990	AUDIT.	Auditoría interna.
TICOM	Bailey et al. 1985	AUDIT.	Evaluación del control interno.
TRADER'S ASSISTANT	Thierauf 1990		
UCR ADVISOR	Brown 1991	FISC.	Comprobación cumplimiento fiscalidad.
UNDERWRITING			
ADVISOR (UA)	Rowe 1993	SEGUR.	Reaseguros líneas comerciales.
US TAX PLANNING &			
TAX PROVISION	Brown 1991	AUDIT.	Auditoría y fiscalidad.
VAT	Brown 1988	FISC.	Cuest. espec. en imptos. corpor.
VATIA	Tindall 1988	FISC.	Asesora sobre la legislación del IVA.
VENTURE EXPERT	D'Hoeraene 1990	A.E.F.	Diagnóstico financiero de balances.
WORLD TAX PLANNER	Brown 1988	FISC.	Planificación fiscal internacional.
XPR	Michel 1988, 1993	C.GEST.	Control de gestión.
XVENTURE	Sullivan y Reeve 1988	C.GEST.	Inversiones en nuevas tecnologías.
(sin nombre)	Archer y Peer 1992	P.A.F.	Exenciones present. formular. IRS.
(sin nombre)	Bonson 1991	C.FIN.	Estado de orig. y aplic. de fondos.
(sin nombre)	Böer 1988a, b	C.GEST.	Análisis de desviac. en presupuestos.
(sin nombre)	Böer 1990	C.FIN.	Contabilidad de arrendamientos.
(sin nombre)	Braun y Chandler 1982	AUDIT.	Fluctuaciones revisión analítica.
(sin nombre)	Dhar/Lewis/Peters 1987	AUDIT.	Riesgo inherente planificación audit.
(sin nombre)	Davis-R 1992	AUDIT.	Auditoría informática. Virus inform.
(sin nombre)	El Mernissi 1988	BANCA	Análisis de inversiones.
(sin nombre)	GSI Teccidel 1990	BANCA	Concesión de préstamos.
(sin nombre)	Hollander 1990, 1992	C.GEST.	Análisis de desviac. costes estánd.
(sin nombre)	Kelndhofer y Doney 1991	C.GEST.	Revisión de los presupuestos.
(sin nombre)	Mockler 1991	C.FIN.	Imputación contable (est.teórico).
(sin nombre)	Mockler 1989	P.A.F.	Planificación de inversiones individ.
(sin nombre)	Mockler 1989	P.A.F.	Planificación de inversiones fabric.
(sin nombre)	Repath 1993	C.GEST.	Gestión de mater. Sistemas MRP II.
(sin nombre)	Rodríguez 1991	A.E.F.	Análisis de estados financieros.
(sin nombre)	Dhar/Lewis/Peters 1987	AUDIT.	Riesgo inherente planif. auditor.
(sin nombre)	Sena y Smith 1987	A.E.F.	Análisis de estados financiero.
(sin nombre)	Wallingford/Sticklen 1992	P.A.F.	Planes para adquisición de capital.
(sin nombre)	Zaccagnini et al. 1992	AUDIT.	Auditoría y control Bco. Santander.

## ANEXO D1. LISTADO DE LAS PRINCIPALES REVISTAS UTILIZADAS

REVISTA	PAIS
Abacus	Australia
Accounting and Business Research	Gran Bretaña
Accounting Education	Gran Bretaña
Accounting Education an International Journal	Gran Bretaña
Accounting Horizons	EE.UU.
Accountant's Magazine (The)	Gran Bretaña
Accounting, Management and Information Technol.	EE.UU.
Accounting, Organizations and Society	Gran Bretaña
Accounting Review (The)	EE.UU.
Accountant	Gran Bretaña
Accountancy	Gran Bretaña
A. I. Magazine	EE.UU.
Alta Dirección	España
Artificial Intelligence	Holanda
Asociación Licenciados Informática	España.
Auditing: A Journal of Practice & Theory	EE.UU.
CMA-The Management Accounting Magazine	Canadá
Computers in Accounting	EE.UU.
Communications of the ACM	EE.UU.
Contemporary Accounting Research	EE.UU.
Corporate Accounting	EE.UU.
Cost and Management	Canadá
Chip	España
Datamation	EE.UU.
Datamation	España
Data Management	EE.UU.
Decision Sciences	EE.UU.
Dirección y Progreso (A.P.D.)	España
EDPACS (The EDP Audit, Control, and Security)	EE.UU.
EDP Auditor Journal	EE.UU.
Esic Market	España
European Accounting Review (The)	Gran Bretaña
Expert Systems	EE.UU.
Expert Systems with Applications	EE.UU.
Expert Systems: Planning/Implementation/Integr.	EE.UU.
Expert Systems Review for Business & Accounting	EE.UU.
Financial Analysts Journal	EE.UU.
Financial & Accounting Systems	EE.UU.
Financial Executive	EE.UU.
Financial Management	EE.UU.

## REVISTA

## PAIS

Harvard Business Review	EE.UU.
Harvard-Deusto (Business Review)	España
IEEE Expert. Intelligent Systems & Their Applic.	EE.UU.
Infosystems	EE.UU.
Internal Auditor	EE.UU.
Internal Auditing	EE.UU.
Intelligent Systems in Accounting, Fin. & Manag.	EE.UU.
Issues in Accounting Education	EE.UU.
Journal of Accountancy	EE.UU.
Journal of Accounting, Auditing and Finance	EE.UU.
Journal of Accounting and EDP	EE.UU.
Journal of Accounting Education	EE.UU.
Journal of Accounting Research	EE.UU.
Journal of Business	EE.UU.
Journal of Business, Finance and Accounting	Gran Bretaña
Journal of Finance	EE.UU.
Journal of Information Systems	EE.UU.
Journal of Information Systems Management	EE.UU.
Journal of Systems Management	EE.UU.
La Revue du Financier	Francia
Management Accounting (CIMA)	Gran Bretaña
Management Accounting (IMA)	EE.UU.
Management Science	EE.UU.
Mini-Micro Systems	EE.UU.
Partida Doble	España
Rairo. Informatique Theorique et Applications	Francia
Rairo. Technique et Science Informatiques	Francia
Revista Española de Financiación y Contabilidad	España
Revista Técnica del Inst. Censores Jurados Ctas.	España
Revue Française de Comptabilité	Francia
Revue Française de Gestion	Francia
Técnica Contable	España

## GLOSARIO DE TÉRMINOS SOBRE SISTEMAS EXPERTOS

Con el fin de obtener una comprensión básica sobre los sistemas expertos, vamos a indicar algunos de los principales términos<sup>1</sup> que se utilizan en IA/SE.

**Algoritmo:** Procedimiento paso a paso para resolver un problema. Un grupo perfectamente definido de reglas o procesos que conducen a un resultado a partir de un conjunto de datos iniciales.

**Aprendizaje:** Proceso de adquisición de conocimientos, comprensión o habilidades mediante la educación y la experiencia.

**Árbol de decisión:** Una estructura gráfica compuesta por nodos y arcos que muestra las distintas alternativas posibles en el caso de que existan varias soluciones o respuestas.

---

<sup>1</sup> Las definiciones conceptuales han sido tomadas principalmente de los siguientes trabajos:

- \* AKERS, MICHAEL D., PORTER, GROVER L., BLOCHER, EDWARD J. y MISTER, WILLIAM G.: "Expert systems for management accountants". Management Accounting [EE.UU.], marzo, 1986, pp. 30-34.
- \* FRENZEL, LOUIS E., Jr.: "A fonfo: Sistemas expertos". Anaya Multimedia, Madrid, 1989, pp. 189-202.
- \* MICRO DATA BASE SYSTEMS, INC. (MDBS): "GURU Reference Manual (Vol. I y II)". Micro Data Base SystLafayette, Indiana, 1987.

Glosarios similares sobre la terminología de inteligencia artificial y sistemas expertos pueden verse, por ejemplo, en:

- \* ALONSO, GUILLERMO y BECERRIL, JOSÉ LUIS: "Introducción a la Inteligencia Artificial". Multimedia Ediciones. Barcelona, 1993, pp. 131-138.
- \* BRYANT, NIGEL: "Managing Expert Systems". John Wiley & Sons, Chichester, 1988, pp. 169-175.
- \* HARMON, PAUL y KING, DAVID: "Sistemas Expertos. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial". Díaz de Santos, Madrid, 1988. Apéndice A, pp. 337-355.
- \* HAYES-ROTH, FREDERICK, WATERMAN, DONALD A. y LENAT, DOUGLAS B. [Eds.]: "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983, pp. 399-403.
- \* HOLSAPPLE, CLYDE W. y WHINSTON, ANDREW B.: "Business expert systems". Richard D. Irwin, Homewood, 1987.
- \* NEBENDAHL, DIETER [Ed.]: "Sistemas Expertos. Introducción a la técnica y aplicación". Marcombo, Barcelona, 1988. Anexo A.3.
- \* WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986, pp. 388-395.

**Arco:** Líneas que interconectan los nodos de un árbol de búsqueda, o de una red de transiciones.

**Base de conocimiento:** Es la representación por ordenador del conocimiento del dominio del consultante. Contiene hechos, reglas, y funciones definidas por el usuario.

**Base de datos:** Un tipo de aplicación de propósito general utilizada para almacenar, organizar, buscar, manipular y recuperar la información almacenada en registros y ficheros.

**Base de hechos:** Es el lugar de la estructura de un sistema experto donde se van almacenando los valores que toman las variables a lo largo del proceso de inferencia.

**BASIC:** Es un lenguaje de programación orientado al procedimiento. El BASIC significa Código de instrucción simbólica de todo propósito del principiante.

**Búsqueda:** El proceso básico involucrado en la mayoría de las aplicaciones de IA. Explorar o examinar para descubrir o aprender algo. Perseguir un objetivo o meta particular.

**Búsqueda a ciegas:** Una categoría general de técnicas de búsqueda que no utiliza conocimiento ni métodos heurísticos para acelerar o simplificar el proceso de búsqueda.

**Búsqueda en anchura:** Una categoría de búsqueda en la que se exploran todos los nodos de un nivel del árbol de búsqueda antes de pasar al siguiente inferior.

**Búsqueda en profundidad:** Método de búsqueda que explora cada una de las ramas de un árbol en toda su profundidad de izquierda a derecha. Cada una de las ramas se recorre buscando una solución y si no se encuentra ésta, se recorre

una nueva rama, y así sucesivamente.

**Búsqueda en un árbol:** Proceso de explorar o investigar un gráfico de árbol con el propósito de resolver un problema o tomar una decisión.

**C:** Un lenguaje de alto nivel muy utilizado en la programación de aplicaciones y de sistemas.

**Cálculo de predicados:** Un lenguaje formal o sistema lógico para expresar sentencias acerca de los objetos en un dominio o campo y sus relaciones. Un sistema lógico que incluye una regla de inferencia que establece cómo pueden emplearse los símbolos para crear una fórmula y cómo pueden crearse o simplificarse nuevas fórmulas a partir de las ya existentes.

**Cálculo de proposiciones:** Una forma de sistema lógico utilizado para razonar en el que las conclusiones se obtienen a partir de una serie de sentencias de acuerdo con un conjunto de reglas.

**Cálculo simbólico:** Uso de símbolos en lugar de números para representar y manipular hechos, ideas, conceptos, conocimientos y relaciones para razonar y facilitar su comprensión.

**Cognoscitivo:** Proceso de adquisición de conocimientos, habilidades o capacidades.

**Conclusión:** Una conclusión es una porción de una regla que consta de una o más acciones que tendrán lugar cuando una regla es disparada.

**Concha:** Un generador de sistemas expertos. Un paquete de software que permite crear un sistema experto sin necesidad

de programar.

**Conjunto de reglas:** Un conjunto de reglas es una colección de reglas y de razonamientos del conocimiento relacionados sobre un área del problema.

**Conocimiento:** Comprensión, conciencia o familiaridad adquirida con la educación o la experiencia. Cualquier cosa que se ha aprendido, percibido, descubierto, inferido y comprendido.

**Dedución:** Proceso de alcanzar una conclusión mediante el razonamiento. Toma de una decisión mediante un proceso de razonamiento lógico.

**Disparo:** Esta es la actividad de ejecución de las acciones en una conclusión de una regla cuando su premisa es verdadera.

**Dominio:** Un campo o especialidad del conocimiento. Cada una de las áreas de interés en una aplicación de IA.

**Encadenamiento:** Es la forma en la que el motor de inferencia combinan las reglas de una base de conocimiento para llegar a una conclusión.

**Encadenamiento hacia adelante:** Es un método de determinación del valor de un parámetro evaluando la acción de una regla cuando la premisa de la regla es cierta. Este método no provoca el rastreo de los parámetros dentro de la premisa de la regla. Este enfoque de razonamiento procesa reglas desde la premisa a la conclusión.

**Encadenamiento hacia atrás:** Es un método de búsqueda del valor de un parámetro objeto. La búsqueda comienza con el

parámetro objeto y rastrea sólo los parámetros relevantes a las reglas necesarias para deducir el valor objeto. Es un enfoque de razonamiento que procesa reglas desde la conclusión a la premisa.

**Encadenamiento mixto:** Este es un enfoque de razonamiento que usa tanto el encadenamiento hacia adelante como hacia atrás, procesando las reglas desde la premisa hasta la conclusión y desde la conclusión hasta la premisa.

**Entorno:** Una facilidad de desarrollo de sistemas expertos que normalmente incluye un lenguaje de programación como el LISP y otras utilidades o programas que facilitan y aceleran la creación del sistema experto.

**Espacio de búsqueda:** Conjunto de todos los posibles estados (nodos) que se pueden alcanzar en un problema de IA definido por un árbol de búsqueda o grafo.

**Estrategia de control:** Método de razonamiento en un espacio de búsqueda (es decir, encadenamiento regresivo o progresivo, búsqueda en anchura o profundidad).

**Explosión combinatoria:** Una condición o fenómeno que sucede al intentar resolver problemas largos y complejos empleando técnicas de búsqueda. Condición que se presenta cuando hay que evaluar un gran número de secuencias o alternativas posibles para encontrar el camino óptimo a una solución u objetivo.

**Factor de certidumbre:** Es un valor numérico que indica una medida de confianza en el valor de un parámetro de la parte del consultante o cliente. Un factor de certidumbre es una medida del grado de certidumbre sobre el valor de una variable.

**Herencia:** Proceso por el cual un objeto adquiere como características propias las de otros objetos de mayor jerarquía.

**Heurística:** Es una técnica o suposición que no es conocimiento formal, pero que ayuda en la búsqueda de la solución a un problema (e.g., reglas de pensamiento, trucos, procedimientos típicos y otras informaciones que ayudan a guiar, limitar o acelerar los procesos de búsqueda).

**Inferencia:** Es un proceso lógico para llegar a una conclusión usando reglas basadas en la aceptación de la verdad de las conclusiones precedentes o hechos. Esta es la actividad de inferir algún consejo sobre un problema basado en razonamiento conocido en un conjunto de reglas.

**Ingeniería del conocimiento:** Es el proceso de extracción de los conocimientos de un experto y la representación e implementación de los mismos en un programa informático que emula el comportamiento del experto.

**Ingeniero del conocimiento:** Es la persona que se especializa en el diseño y construcción de sistemas expertos en conjunción con el consultante.

**Inteligencia artificial (IA):** Rama de la informática dedicada al estudio del uso de los ordenadores de forma que puedan imitar o duplicar el funcionamiento del cerebro humano.

**Interactivo:** Un sistema es interactivo si hay un intercambio de comunicación en tiempo real entre él y su usuario.

**Interfaz del usuario:** La parte de un programa que se comunica con el operador. La porción del programa que acepta

datos y genera respuestas utilizando técnicas como reconocimiento de lenguajes o menús.

**Interfaz de lenguaje natural:** La parte de un sistema experto u otro programa de IA que permite a los usuarios comunicarse con el ordenador utilizando el lenguaje natural. El interfaz comprende e interpreta los datos recibidos en lenguaje natural y traduce los resultados a este mismo lenguaje.

**Lenguaje natural.** Es el lenguaje empleado habitualmente por las personas para comunicarse (e.g., español, francés, inglés, ...).

**Lenguaje de programación estructurado:** Un lenguaje procedimental, tal como el C o el PASCAL, que cumple los principios de la programación estructurada.

**LISP.** Acrónimo de LIST Processing. Es un lenguaje de programación preferido por los investigadores y desarrolladores de IA para trabajar en las técnicas de IA.

**Lógica:** Un sistema de razonamiento basado en el estudio de proposiciones y su análisis para obtener deducciones.

**Lógica borrosa.** Es un tipo de lógica, basada en los conjuntos borrosos, que sirve para representar el conocimiento que tiene un comportamiento difuso o borroso.

**Lógica monotónica:** Un sistema de razonamiento basado en reglas o teoremas que no cambia al añadir nueva información. Lo que es cierto permanece como tal con independencia de las posibles adiciones y modificaciones.

**Lógica no monotónica:** Sistema de razonamiento basado en reglas o teoremas que puede variar con la entrada de nuevos

datos.

**Lógica simbólica:** Un sistema formal de cálculo en el que se emplean símbolos para representar cantidades y relaciones con el propósito de razonar y resolver problemas.

**Máquinas LISP:** Ordenadores digitales de propósito especial, que tienen el LISP como código residente, diseñados para IA.

**Menú:** Una lista de elementos que se presentan en la pantalla de un ordenador a fin de que el usuario elija uno o varios entre ellos. Una forma más agradable de presentar las alternativas de control a los usuarios.

**Metaconocimiento:** Conocimientos acerca del conocimiento.

**Metarregla:** Regla que describe el uso de las reglas.

**Motor de desarrollo:** Es la parte de herramienta de *software* que hace posible la ingeniería de conocimiento para construir, actualizar y salvar una base de conocimiento.

**Motor de inferencia:** Es la parte de la estructura del *software* que aplica la experiencia de la base de conocimiento a la información del cliente para deducir una solución al problema.

**Nodos:** Lugares, objetivos o subobjetivos en un árbol de búsqueda.

**Orientado a los datos:** Una clase de inferencia utilizada en la búsqueda en árboles. Los métodos de razonamiento orientados a los datos son de tipo de abajo-arriba.

**Orientado a los objetivos:** Método de razonamiento que,

partiendo de una conclusión, recorre la base de conocimiento en busca de hechos o datos que soporten la conclusión de partida.

**Predicado:** Una sentencia acerca de la naturaleza de una proposición. Una afirmación que denota la relación entre dos o más objetos o elementos.

**Premisa:** Una premisa es una porción de una regla que consta de una expresión lógica. La expresión lógica identifica una condición específica u ocurrencia. Si la premisa es verdadera entonces la regla puede ser disparada.

**Procedimiento:** Un procedimiento es un secuencia de dos o más mandatos que especifica cómo obtener un resultado deseado.

**PROLOG.** Acrónimo de PROgramming in LOGic. Lenguaje de programación basada en la lógica matemática.

**Prototipo.** Es una versión reducida de un sistema experto que aborda una parte del problema y que sirve para demostrar la viabilidad del sistema y para poder realizar posteriores ampliaciones y refinamientos del sistema.

**Razonamiento:** Proceso mental para llegar a conclusiones a partir de los hechos, observaciones o hipótesis. Obtención de inferencias a partir de los argumentos o pruebas.

**Razonamiento deductivo:** En lógica, razonar de lo general a lo específico. Conclusión que sigue a las premisas.

**Razonamiento inductivo:** En lógica, razonamiento que va de lo específico a lo general.

**Red semántica:** Un método de representar el conocimiento que

emplea un gráfico que incluye nodos y arcos, donde los nodos representan objetos, situaciones, conceptos o entidades y los arcos representan las conexiones que existen entre los nodos.

**Regla:** Es una combinación de hechos, funciones y factores ciertos en forma de una premisa y una acción. Una regla es un fragmento de razonamiento del conocimiento que consta de una premisa y una conclusión.

**Reglas de producción.** Es una forma de representación del conocimiento que contiene trozos pequeños de conocimiento sobre un problema concreto. Son reglas del tipo "Si-Entonces".

**Representación del conocimiento:** Son las técnicas que se utilizan para representar el conocimiento de un experto en un dominio concreto.

**Resolución:** Un método de deducción o demostración de teoremas que se usa en el cálculo de predicados para obtener una conclusión a partir de un conjunto de premisas.

**Resolución de conflictos:** Proceso basado en el uso de prioridades que emplean los sistemas de inferencia para decidir qué regla tienen que emplear en el caso de que más de una regla se ajuste a las sentencias SI de la base de datos.

**Resolución de problemas:** Proceso que llevan a cabo la mayoría de los programas de IA, incluyendo el proceso de contestar a una pregunta, buscar una solución a un problema intelectual, resolver un conflicto o tomar una decisión.

**Sistema de producción:** Un programa de resolución de proble-

mas en IA que consiste en un conjunto de reglas, una base de datos a la que se aplican las reglas y una estrategia de control para utilizar las reglas en la base de datos. Un sistema de resolución de problemas basado en el uso de reglas que normalmente utiliza un proceso de búsqueda.

**Sistemas basados en el conocimiento:** Programas de IA que emplean el conocimiento fuente para resolver los problemas en un campo de interés, pero no emplean el conocimiento heurístico de un experto.

**Sistema experto:** Es un programa que utiliza la experiencia de uno o más expertos para deducir una solución a un problema en un dominio específico.

**Variable:** El valor de datos de una variable puede variar de acuerdo con sus necesidades. Los tipos principales de variables son variables de campo, variables de trabajo, variables de celda, y variables pre-definidas (entorno y utilidad).

**Variable borrosa:** Una variable de trabajo que simultáneamente tiene múltiples valores es borrosa (o difusa).

## **BIBLIOGRAFÍA**

## BIBLIOGRAFÍA

- ABBOTT, RUSSELL J.: "Knowledge Abstraction". Communications of the ACM, vol. 30, nº. 8, agosto, 1987, pp. 664-671.
- ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J.: "Decision Support and Expert Systems in Auditing: A Review and Research Directions". Accounting and Business Research, primavera, 1987, pp. 173-185.
- ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J.: "Factors affecting auditors' perceptions applicable decision aids for various audit tasks". Contemporary Accounting Research, vol. 7, nº. 2, 1991, pp. 535-548.
- ABDOLMOHAMMADI, MOHAMMAD J. y BAZAZ, MOHAMMAD S.: "Identification of Tasks for Expert Systems Development in Auditing", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 99-107.
- ABONNEAU, CHRISTIAN: "Les systèmes experts: une nouvelle voie vers la productivité du développement d'applications?". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.
- ABRAMSON, DAVID. H.: "The future of accounting: scenarios for 1996". Journal of Accountancy, octubre, 1986, pp. 120-124.
- ACCOUNTANT: "Expert systems have cut cost in Deutsche Bank subsidiary". Nº. 5829, septiembre, 1989, pp. 20-21
- ACCOUNTANT: "Expert systems - pure hype or value for money?". Accountant, octubre, 1989, pp. 11-12.
- ACCOUNTANT: "New publication: Artificial Intelligence". Accountant, mayo, 1990, p. 5.
- ADAM, A. y TAYLOR, A.: "Modelling analogical reasoning for legal applications". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.
- ADAM, JEAN-PIERRE: "Informatique de gestion et intelligence arti-

ficielle". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

ADAMS, J. BARCLAY: "Probabilistic Reasoning and Certainty Factors". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.

ADLER, FREDERICK R.: "An Investment Opportunity?". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence". The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.

AEH, RICHARD K.: "Knowledge Systems in Business and Industry". Journal of Systems Management, noviembre, 1988, pp. 7-9.

AGÜI, JUAN C.: "Tendencias Informáticas en Gestión Contable". Ponencia presentada en las I Jornadas de Contabilidad de Gestión: costes, información, control y tecnología en el entorno empresarial actual. Valencia 10 y 11 de abril de 1992. Universitat de València. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.

AHITUV, NN y GETZ, ISAAC: "An Auditing Approach to Iterative Development of Decision Support Systems". The EDP Auditor, vol. III, 1986, pp. 34-37.

AIKINS, JANICE S.: "A Representation Scheme Using Both Frames and Rules". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.

AKERS, MICHAEL D., PORTER, GROVER L., BLOCHER, EDWARD J. y MISTER, WILLIAM G.: "Expert systems for management accountants". Management Accounting [EE.UU.], marzo, 1986, pp. 30-34.

AKOKA, JACKY: "Modele comptable et base de données". Revue Française de Comptabilité, noviembre, 1981, pp. 479-487.

ALAVI, M.: "An Assessment of the Prototyping Approach to Information Systems Development". Communications of the ACM, vol. 27, nº. 6, junio, 1984, pp. 556-563.

- ALAVI, MARYAM: "Group Decision Support Systems. A Key to Business Team Productivity". Journal of Information Systems Management. verano, 1991, pp. 36-41.
- ALBERDI, EUGENIO; MATUTE, HELENA y REMENTERIA, SANTIAGO: "Aprendizaje a partir de ejemplos y asignación de pesos: Una aproximación a la adquisición de conceptos desde teorías psicológicas asociacionistas". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 263-291.
- ALBERICO y MICCO: " Expert systems for reference and information retrieval". 1990.
- ALDERSLEY, STEPHEN J.: "Discussant's Response to 'Using and Evaluating Audit Decision Aids'". Incluido en SRIVASTAVA, RAJENDRA P. y REBELE, JAMES E. [Eds.]: "Auditing Symposium IX. Proceedings of the 1988 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems. 19-20 May 1988". Division of Accounting, School Business, University of Kansas, Lawrence, Kansas, 1988.
- ALDERSLEY, STEPHEN J.: "Discussion of Structuring the Assessment of Audit Evidence—An Expert Systems Approach". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol 9, suplemento 1990, pp. 95-102.
- ALEXANDER, TOM: "Why computers can't outthink the experts". Fortune, agosto 20, 1984, pp. 99-104.
- ALEXANDER, TOM.: "The Next Revolution in Computer Programming". Fortune, octubre, 1984, pp. 65-68.
- ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA: "Control y auditoría internos de la empresa". Consejo General de Colegios de Economistas. Madrid. 1988.
- ALMELA DÍEZ, BIENVENIDA: "La Auditoría contable". Incluido en SÁNCHEZ FERNÁNDEZ DE VALDERRAMA, JOSÉ LUIS: "Introducción a los conceptos de contabilidad superior". Ariel Economía. Barcelona, 1990, pp. 241-271.
- ALONSO, GUILLERMO y BECERRIL, JOSÉ LUIS: "Introducción a la Inteligencia Artificial". Multimedia Ediciones. Barcelona, 1993.
- ALONSO, GUILLERMO, BECERRIL, JOSÉ LUIS y VALER, FRANCISCO: "Sistemas

basados en el conocimiento ¿Ficción o realidad?". CHIP, nº. 127, septiembre, 1992.

ALONSO RIVAS, GONZALO: "Auditoría informática". Ediciones Díaz de Santos, Madrid, 1988.

ALTER, STEVEN L.: "Decision Support Systems: Current Practice and Continuing Challenges". Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1980.

ALTHAUS, KARL y BACKHOUSE, JAMES: "An expert system for the modelling of legal norms". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

ALTMAN, E.I. y MCGOUGH, T.P.: "Evaluation of a Company as a Going Concern", Journal of Accountancy, vol. 138, nº. 12, diciembre, 1974, pp. 50-57.

ALTY, J. L. y COOMBS, M. J.: "Sistemas Expertos: Conceptos y Ejemplos". Díaz de Santos, Madrid, 1986.

ÁLVAREZ, FRANCISCO: "AIS: nuevas tecnologías aplicadas al sector financiero". Datamation [España], mayo, 1991, pp. 22-28.

ÁLVAREZ LÓPEZ, JOSÉ: "Auditoría contable". 2ª edición. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. 1991.

ALVEY, P.L., MYERS, C.D. y GREAVES, M.F.: "An Analysis of the Problems of Augmenting a Small Expert System". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.

ALVEY, P. L. y GREAVES, M. F.: "Observations on the development of a high performance system for leukaemia diagnosis". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University,

Cambridge/London, 1987.

AMER, TAREK y NELSON, MARK: "Eleventh Arthur Young Professors' Roundtable: Overview and Summary". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 9-20.

AMER, TAREK, BAILEY, ANDREW D., Jr., DE, PRABUDDHA: "A Review of the Computer Information Systems Research Related to Accounting and Auditing". Journal of Information Systems, otoño, 1987, pp. 3-28.

AMERICAN ACCOUNTING ASSOCIATION: "Report of the Committee on Basis Concepts" del Auditing Concepts Committee, en Accounting Review, volumen 47, Suplemento 1972.

AMERICAN ACCOUNTING ASSOCIATION: "Collected Abstracts of the American Accounting Association's Annual Meeting. August 15-17, 1988, Orlando, Florida". American Accounting Association. Sarasota. Florida. 1988.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Procedure No. 25: The Relationship of Generally Accepted Auditing Standards to Quality Control Standards". American Institute of Certified Public Accountants. New York. Noviembre, 1979.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Procedure No. 33: Auditing Standards and Procedures". American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1963.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards No. 1: Codification of Auditing Standards and Procedures". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Noviembre, 1972.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards No. 22: Planning and Supervision". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Marzo, 1978.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Professional Standards". Vol. 1. American Institute of Certified

Public Accountants. Commerce Clearing House. 1979.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Report of the Special Advisory Committee on Internal Control". American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1979.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards No. 30: Reporting on Internal Accounting Control". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Julio, 1980.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards No. 31: Evidential Matter". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Agosto, 1980.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards No. 34: The Auditor's Considerations When a Question Arises About an Entity's Continued Existence". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Marzo, 1981.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards No. 39: Audit Sampling". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Junio, 1981.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards No. 41: Working Papers". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Marzo, 1978.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards No. 47: Audit Risk and Materiality in Conducting an Audit". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Diciembre, 1983.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards No. 48: The Effects of Computer Processing on the Examination of Financial Statements". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Julio, 1984.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards No. 55: Consideration of the Internal Control Structure in a Financial Statement Audit". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Abril, 1988.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statement on Auditing Standards No. 56: Analytical Procedures". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Abril, 1988.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards No. 59: The Auditor's Consideration of an Entity's Ability to Continue as a Going Concern". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Abril, 1988.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Statements on Auditing Standards No. 65: The Auditor's Consideration of the Internal Audit Function in an Audit of Financial Statements". American Institute of Certified Public Accountants. New York, Abril, 1991.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Codification of Statements on Auditing Standards". American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1987.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA): "Codification of Statements on Auditing Standards, Numbers 1 to 69". American Institute of Certified Public Accountants. New York. 1992.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)-EDP TECHNOLOGY RESEARCH SUBCOMMITTEE: "An Introduction to Artificial Intelligence and Expert Systems". AICPA-M.A.S.S.R., New York, 1987.

AMERICAN INSTITUTE OF CERTIFIED PUBLIC ACCOUNTANTS (AICPA)-EDP TECHNOLOGY RESEARCH SUBCOMMITTEE: "Expert systems for accountants: has their time come?". Journal of Accountancy, diciembre, 1987, pp. 117, 120-5.

ANDERSON, RONALD G.: "Information and Knowledge-based Systems. An Introduction". Prentice-Hall, New York, 1992.

ANDERSON, EARL H. y TECHAVICHIT, JOSEPH V.: "Data-base Systems and the Controller". The Internal Auditor, febrero, 1982, pp. 46-49.

ANDERSON, KEVIN y BERNARD, ALAN: "Expert Systems in Accounting". Journal of Accounting and EDP, otoño, 1986, pp. 62-64.

- ANDLEIGH, PRABHAT K. y GRETZINGER, MICHEL R.: "Distributed Object-Oriented Data-Systems Design". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1992.
- ANDREU, CARLOS: "Los expertos comparten el riesgo", Dirección y Progreso, nº. 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 37-40.
- ANGULO USATEGUI, JOSÉ M<sup>a</sup>. y MORAL BUENO, ANSELMO DEL: "Guía fácil de la inteligencia artificial". Paraninfo, Madrid, 1986.
- ANTHONY, ROBERT N.: "Planning and Control Systems: A Framework for Analysis". Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1965. (Hay una versión española: "Sistemas de planeamiento y control". El Ateneo, Buenos Aires, 1974).
- APEX.: "Technical Overview of PLANPOWER and publicity material". Applied Expert Systems, Five Cambridge Cente, Cambs, MA, 1986.
- APPLETON, ELAINE L.: "How Expert Systems Keep You Running". Datamation [EE.UU.], diciembre 15, 1991, pp. 41-42.
- APTÉ, CHIDANAND y KASTNER, JOHN: "An Object-Centered Representation for Financial Analysis". Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 19-25.
- APTE. CHIDANAND, GRIESMER, J., HONG, SE JUNE, KARNAUGH, M., KASTNER, J., LAKER, M. y MAYS, E.: "Utilizing knowledge intensive techniques in an automated consultant for financial marketing". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- APTE, CHIDANAND, GRIESMER, JAMES, HONG, SE JUNE, KARNAUGH, MAURICE, KASTNER, JOHN, LAER, MEIR, MAYS, ERIC: "Experiences with Object Centered Modeling of Financial Marketing". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.
- ARCHER, CLAUDE O. y PEER, PETER: "Rewrites of an Expert System — Lessons Learned". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 2, mayo, 1992, pp. 93-101.

- ARENS, ALVIN A. y LOEBBECKE, JAMES K.: "Auditing. An Integrated Approach". Fourth edition. Prentice-Hall International. Englewood Cliffs, New Jersey, 1988.
- ARINZE, BAY: "Developing decision support systems from a model of the DSS/user interface". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.
- ARLABOSSE, FRANÇOIS, DUONG, V.N., GAUSSENS, E. y LE PAGE, P.: "CELL-TISSUE: une architecture de contrôle pour les systèmes à base de connaissances". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 8, nº. 2, 1989, pp. 181-194.
- ARMITAGE, HOWARD M. y MCCARTHY, WILLIAM E.: "Decision Support Using Entity-Relationship Modeling". Journal of Accounting and EDP, otoño, 1987, pp. 12-19.
- ARMSTRONG, JACK: "Knowledge-Based Systems for Users". Journal of Information Systems Management, vol. 9, nº. 1, invierno, 1992, pp. 28-37.
- ARNOLD, M. E., GAMBLING, T. E. y RUSH, D. G.: "Expert systems. As expert as accountants?". Management Accounting [Gran Bretaña], octubre, 1985, pp. 20-2.
- ARNOLD, MIKE y RUSH, DAVID: "An expert system approach to the appraisal of accounting software". Management Accounting [Gran Bretaña], enero, 1987, pp. 32-35.
- ARROYO GALÁN, LUIS: "Máquinas inteligentes". Dirección y Progreso, nº. 77, septiembre-octubre, 1990, pp. 83-88.
- ASH, NEVILLE: "How Cash Value appraises capital projects". Accountant, octubre, 2, 1985, pp. 18-19.
- ASHTON, R. H.: "An Experimental Study of Internal Control Judgments". Journal of Accounting Research, primavera, 1974, pp. 143-157.
- ASHTON, R. H.: "Comment: Some Observations on Auditors' Evaluations of Internal Controls". Journal of Accounting, Auditing and Finance, otoño, 1979, pp. 56-66.



- ASHTON, R. H. y BROWN, P. R.: "Descriptive Modeling of Auditors' Internal Control Judgments: Replication and Extension". Journal of Accounting Research, primavera, 1980, pp. 267-277.
- ASHTON, ROBERT H. y WILLINGHAM, JOHN J.: "Using and Evaluating Audit Decision Aids. Incluido en SRIVASTAVA, RAJENDRA P. y REBELE, JAMES E. [Eds.]: "Auditing Symposium IX. Proceedings of the 1988 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems. 19-20 May 1988". Division of Accounting, School Business, University of Kansas, Lawrence, Kansas, 1988.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE CONTABILIDAD Y ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS (AECA): "Principios y normas de contabilidad en España". Documento 1 de Principios Contables. AECA. Madrid, mayo, 1980. Edición revisada en 1991.
- ATHAPPILLY, KURIAKOSE y GALBREATH, RON S.: "Practical methodology simplifies DSS software evaluation process". Data Management, febrero, 1986, pp. 10-12, 14-17, 21, 28.
- AUBERT, JEAN-PASCAL y SCHOMBERG, RICHARD: "Inteligencia artificial". Paraninfo, Madrid, 1986.
- AUDUREAU, ÉRIC, FARIÑAS DEL CERRO, LUIS y ENJALBERT, PATRIC: "Théorie de la programmation et logique temporelle. Première partie: Validation d'algorithmes séquentiels". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 6, nº. 6, 1987, pp. 527-540.
- AUERBACH (informe): "La informática y el soporte a la decisión", Chip, nº. 63, noviembre, 1986, pp. 70-79.
- AUERBACH (informe): "Cómo desarrollar sistemas expertos. (1ª parte del informe)". Chip, nº. 93, julio-agosto, 1989, pp. 71-74, 76-81.
- AUERBACH (informe): "Cómo desarrollar sistemas expertos. (2ª parte del informe)". Chip, nº. 94, septiembre, 1989, pp. 83-86, 88-89.
- AUERBACH (informe): "El centro de información de los 90". Chip, nº. 100, marzo, 1990, pp. 147-161.
- AUERBACH (informe): "Cómo determinar las necesidades de los Sistemas de Información Ejecutivos". Chip, nº. 120, enero, 1992, pp. 42-44, 46, 48.

- AUGUSTIN, GERÁLD: "Réponse à l'article de M. Pierre Gensse". Revue Française de Comptabilité, nº. 148, julio-agosto, 1984, pp. 310-311.
- AUGUSTIN, GERÁLD: "De la théorie événementielle aux comptabilités multidimensionnelles". Revue Française de Comptabilité, nº. 156, abril, 1985, pp. 10-17.
- AVARGUES, MARCEL y VEGA PENICHER, MIGUEL: "Los sistemas expertos de ayuda a la decisión en el marketing de productos de crédito". Dirección y Progreso, nº. 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 83-86.
- AYEL, MARC: "Les systèmes experts". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.
- A-RAZZAK, HASSAN, T. y PETTIPHER, R.: "EX-TRAM 7 (Expert Translator); a Fortran-based Software Package for Building Expert Systems". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.
- BACCOUCHE, CHEDLI: "L'utilisation de l'intelligence artificielle en comptabilité". Revue Française de Comptabilité, nº. 185, diciembre, 1987, pp. 39-42.
- BACHANT, R. y McDERMOTT, J.: "R1 Revised: Four Years in the Trenches". A.I. Magazine, otoño, 1984.
- BACK, B.: "Verifying and Validating and Expert System for Financial Statements Planning". 15th Annual Congress of the European Accounting Association. Madrid, 22-24 de abril de 1992. AECACaja Madrid, Madrid, 1992.
- BACK, B.: "Assist Inexperienced Accountants in Developing Financial Statements". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, pp. 155-162.
- BACON, C. H. A.: "Manual de Auditoría Interna". UTEHA, México, 1973.

- BAHILL, A. TERRY: "Verifying and Validating Personal Computer-Based Expert Systems". Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1991.
- BAILEY, ANDREW D., Jr.: "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988.
- BAILEY, ANDREW D., Jr.: "Discussion of Structuring the Assessment of Audit Evidence—An Expert Systems Approach". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 9, suplemento, 1990, pp. 88-94.
- BAILEY, ANDREW D., Jr., DUKE, GORDON LEON, GERLACH, JAMES, KO, CHE-EN, MESERVY, RAYMAN D. y WHINSTON, ANDREW B.: "TICOM and the Analysis of Internal Controls". The Accounting Review, vol. LX, nº. 2, abril, 1985, pp. 186-201.
- BAILEY, ANDREW D., Jr., GERLACH, JAMES H., MCAFEE, R. PRESTON y WHINSTON, ANDREW B.: "An OIS Model for Internal Accounting Control Evaluation". ACM Transactions on Office Information Systems, vol. 1, nº. 1, enero, 1983, pp. 25-44.
- BAILEY, ANDREW D., Jr., HAN, KYEONG SEOK y WHINSTON, ANDREW B.: "Technology Competition and The Future of Auditing". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 23-48.
- BAILEY, ANDREW D., Jr., HAN, KYEONG S., STANSIFER, RYAN D. y WHINSTON, ANDREW B.: "A formal algorithmic model compatible with the conceptual modeling of accounting information systems". Accounting, Management and Information Technologies, vol. 2, nº. 2, abril-junio, 1992, pp. 57-76.
- BAILEY, ANDREW D., Jr., KACKENBRACK, KARL, DE, PRABUDDHA y DILLARD, JESSE: "Artificial Intelligence, Cognitive Science, And Computational Modeling In Auditing Research: A Research Approach". Journal of Information Systems, vol. 1, nº. 2, primavera, 1987, pp. 20-40.
- BAILEY, ANDREW D., Jr., WHINSTON, ANDREW B. y ZACARIAS, PRUDENCE TANGCO: "Knowledge Representation Theory and the Design of Auditable Office Information Systems", Journal of Information Systems, vol.

3, primavera, 1989, pp. 1-28.

BAILEY, D. M.: "Financial Advisor' Puts Experts' Wisdom Inside Your Mainframe". New England Business, vol. 7, nº. 18, noviembre 4, 1985, pp. 32, 34.

BAKER, JAMES: "DIPMETER ADVISOR: An Expert Log Analysis System at Schlumberger". Incluido en PATRICK H. WINSTON, y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence". The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.

BALACHANDRAN, BALA V. y ZOLTNER, ANDRIS A.: "An Interactive Audit-Staff Scheduling Decision Support System". The Accounting Review, vol. LVI, nº. 4, octubre, 1981, pp. 801-812.

BALDWIN, TREVOR y WILLIAMS, BERNARD: "IT and the Auditor: the Next 10 Years". Accountancy, octubre, 1990, pp. 128-129.

BALMER, DAVID W., GOODMAN, DANIEL y DOUKIDIS, GEORGIOS I.: "Integrating Expert Systems and Simulation for Decision Support". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based managment support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

BANNISTER, R. H. y MOORE, M. P., General rotational machinery expert system". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge-University, Cambridge/London, 1987.

BARALDI, STEFANO y TEODORI, CLAUDIO: "Inteligencia Artificial y Sistemas de Control de Gestión: un Sistema Experto para el Análisis Competitivo". Comunicación presentada en el III Congreso Internacional de Costos y I Congreso Nacional de la Asociación Española de Contabilidad Directiva (ACODI). Madrid, 21-24 de septiembre de 1993.

BARD, YONATHAN: "Rule-Based Inferencing Functions for APL Applications". IEEE Expert, vol. 3, nº. 1, primavera, 1988, pp. 42-52.

BARKER, VIRGINIA E., y O'CONNOR, DENNIS E.: "Expert Systems for

Configuration at Digital: XCON and Beyond". Communications of the ACM, vol. 32, nº. 3, marzo, 1989, pp. 298-318.

BARR, AVRON y FEIGENBAUM, EDWARD A.: "The Handbook of Artificial Intelligence". 3 Vols. William Kaufman, Los Altos. California, 1981-1982-1983.

BARRETT, MICHAEL L. y BEEREL, ANNABEL C.: "Expert Systems in Business: A Practical Approach". Ellis Horwood, Chichester, 1988.

BARRIER, TONYA B.: "Are Expert Systems Useful". Journal of Systems Management", vol. 44, nº 1, enero, 1993, pp. 36-37.

BARSTOW, DAVID R., AIELLO, NELLEKE, DUDA, RICHARD O., ERMAN, LEE D., FORGY, CHARLES L., GORLIN, DANIEL, GREINER, RUSSELL D., LENAT, DOUGLAS B., LONDON, PHILIP, McDERMOTT, JOHN, NII, H. PENNY, POLITAKIS, PETER, REBOH, RENE, ROSENSGHEIN, STANLEY, SCOTT, A. CARLISLE, van MELLE, WILLIAM y WEIS, SHOLOM M.: "Languages and Tools for Knowledge Engineering". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONAL A. WATERMAN y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983.

BASKERVILLE, RICHARD: "Security of decision support systems". Incluido en Georgios I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based managment support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

BATE, J. y BURGESS, R.: "La oficina informatizada". Gustavo Gili, Barcelona, 1986.

BAUER, RICHARD J., JR. y LIEPINS, GUNAR E.: "Genetic Algorithms and Computerized Trading Strategies". Incluido en O'Leary, Daniel E. y Watkins, Paul R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 89-100.

BAUVIN, GERARD: "La typologie des systèmes d'information. Application á l'informatisation des moyennes et petites entreprises". Revue Française de Comptabilité, nº 136, mayo, 1983, pp. 256-266.

BEDARD J., GRAY, G. L. y MOCK, T. J.: "Decision Support Systems and Auditing". Advances in Accounting, I, 1984, pp. 239-266.

- BEELER, JEFFRY: "Expert systems inching into business". Computerworld, nº. 19, mayo, 1984, pp. 1, 16.
- BEINAT, P. y TSUI, E.: "Extending COLOSSUS to Cover Compensation for Future Economic Loss". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº 4, diciembre, 1992, pp. 275-287.
- BELL, COLIN E.: "Maintaining Project Networks in Automated Artificial Intelligence Planning". Management Science, vol. 35 nº. 10, octubre, 1989, pp. 1192-1214.
- BENBASAT, IZAK y NAULT, BARRIE R.: "Empirical Research in Decision Support and Expert Systems: an Examination of Research to Date and Emerging Topics". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 255-303.
- BENCH-CAPON, TREVOR, COENEN, FRANS, NWANA, HYACINTH, PATON, RAY, y SHAVE, MICHAEL: "Two Aspects of the Validation and Verification of Knowledge-Based Systems". IEEE Expert, vol. 8, nº. 3, junio, 1993, pp. 76-81.
- BENCHIMOL, GUY: "L'intelligence artificielle dans l'entreprise". Direction et Gestion des Entreprises, nº. 6, noviembre-diciembre, 1985, pp. 57-67.
- BENCHIMOL, GUY, LEVINE, PIERRE y POMEROL, JEAN CHARLES: "Los sistemas expertos en la empresa". Ra-Ma, Madrid, 1988.
- BENJAMIN, ROBERT I. y BLUNT, JON: "Factores críticos de la tecnología de la información: en el umbral del 2000". Harvard Deusto Business Review, 2º trimestre 1993, pp. 64-79.
- BENNETT, JAMES S. y ENGELMORE, ROBERT S.: "Experience Using EMYCIN". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.
- BENNETT, SHARON WARITH y SCOTT, A. CARLISLE: "Specialized Explanations for Dosage Selection". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experi-

ments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.

BENTLEY, TREVOR: "Neural networks". Management Accounting [Gran Bretaña], vol. 69, nº. 2, febrero, 1991, p. 16.

BENTLEY, TREVOR: "Hypertext". Management Accounting [Gran Bretaña], vol. 69, nº. 8, septiembre, 1991, p. 19.

BENTLEY, TREVOR: "EIS revisited". Management Accounting [Gran Bretaña], vol. 70, nº 5, mayo, 1992, p. 46.

BEN-DAVID, ARIE y PAO, YOH-HAN: "A methodology for capturing technology via neural networks". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

BERENGUER, JOSÉ MARÍA: "Industria de la información. Japón (II)". Chip, 85, noviembre, 1988, p. 9.

BERK, A. A.: "Lisp. El lenguaje de la Inteligencia Artificial". Anaya Multimedia, Madrid, 1986.

BERK, A. A.: "Prolog. Programación y aplicaciones en Inteligencia Artificial". Anaya Multimedia, Madrid, 1986.

BERMAN, DONALD y HAFNER, CAROLE D.: "The Potential of Artificial Intelligence to Help Solve the Crisis in Our Legal System". Communications of the ACM, vol. 32, nº. 8, agosto, 1989, pp. 928-938.

BERNSEN, RON J. y DANIELS, HENNIE A.M.: "Sequential causality and qualitative reasoning in economics". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

BHARADWAJ, A., MAHAPATRA, R. K., VINZE, A. S., KARAN, V. y MURTHY, U. S.: "APX—An Expert System for Audit Planning". Papel de trabajo, Texas A & M University, Coledge Station, Texas, 1992.

BHASKAR, K. N. y HOUSDEN, R. J. W.: "Accounting Information Systems and Data Processing. A Management Accounting Perspective". Heinemann Professional Publishing, Oxford, London, 1988.

- BICKERSTAFF, MOLLIE: "Expert Systems for the Auditor". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.
- BIDGOLI, HOSSEIN: "DSS Products Evaluation An Integrated Framework". Journal of Systems Management, noviembre, 1989, pp. 27-34.
- BIEGL, C., FOXVOG, D. y KAWAMURA, K.: "Distributed expert systems in Prolog". Incluido en IEEE COMPUTER SOCIETY: "The Eighteenth Southeastern Symposium on System Theory. The University of Tennessee/Knoxville, Tennessee, April 7-8, 1986". IEEE Computer Society, Tennessee, 1986.
- BIGGS, S. F. y MOCK, T. J.: "An Investigation of Auditor Decision Processes in the Evaluation of Internal Controls and Audit Scope Decisions". Journal of Accounting Research, primavera, 1983, pp. 234-255.
- BIGGS, STANLEY F. y SELFRIDGE, M.: "GC-X: A Prototype Expert System for the Auditor's Going Concern Judgment". Working Paper, University of Connecticut, enero, 1986.
- BIGGS, STANLEY F., MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "A Descriptive Analysis of Computer Audit Specialists' Decision-Making Behavior in Advanced Computer Environments". Auditing: A Journal of Practice and Theory, vol. 6, nº. 2, primavera, 1987, pp. 1-21.
- BIGGS, S. F., MOCK, T. J. y WATKINS, P. R.: "A Descriptive Study of Auditor's Use of Analytical Review in Audit Program Design". The Accounting Review, enero, 1988, pp. 148-161.
- BIGGS, STANLEY F., SELFRIDGE, MALLORY y KRUPKA, GEORGE R.: "A Computational Model of Auditor Knowledge and Reasoning Processes in the Going-Concern Judgment". Próximo a publicar en Auditing: A Journal of Practice and Theory. Marzo, 1992.
- BIMSON, KENT y BURRIS, LINDA BOEHM: "Assisting Managers in Project Definition: Foundations for Intelligent Software Management". IEEE Expert, vol. 4, nº. 2, verano, 1989, pp. 66-76.
- BIMSON, KENT D., BURRIS, LINDA BOEHM y TERREL, JAMES A.: "Rafting the

River: A Risk Management Expert System for Dynamic Problem Solving". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 1, nº. 2, mayo, 1992, pp. 77-91.

BIRMINGHAM EDUCATIONAL COMPUTING CENTRE: "Introducción a la tecnología de la información". Anaya Multimedia, Madrid, 1985.

BISHOP, PETER: "Computadores de la 5ª generación". Paraninfo, Madrid, 1989.

BISHOP, PETER: "Conceptos de informática". Anaya Multimedia, Madrid, 1989.

BLACK, ROBERT L. y GRUDNITSKI, GARY: "Taxpert: An Expert System to Determine Stock Ownership According to Rules of the Internal Revenue Code". *Expert Systems With Applications*, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 67-82.

BLANNING, ROBERT W.: "Conversing with Management Information Systems in Natural Language". *Communications of the ACM*, vol. 27 nº. 3, marzo, 1984, pp. 201-207.

BLANNING, ROBERT W.: "A Survey of Issues in Expert Systems for Management". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.

BLOCHER, E.: "Approaching Analytical Review". *The CPA Journal*, marzo, 1983, pp. 24-33.

BLOCHER, EDWARD: "What can an expert system tell you about Company X?". *Financial Executive*, mayo-junio, 1988, pp. 46-9.

BLOCHER, E. y LUZI, A. D.: "Guidance Effects on Analytical Review Decisions", *Advances in Accounting*, 1987, pp. 201-213.

BLOCHER, E. y WILLINGHAM, J. J.: "Analytical Review: A Guide to Analytical Procedures", Shepards McGraw-Hill, 1988.

BLOCHER, E., ESPOSITO, R. S. y WILLINGHAM, J. J.: "Auditors' Analytical Review Judgments for Payroll Expense". *Auditing: A Journal of Practice and Theory*, otoño, 1983, pp. 75-91.

- BLOCHER, EDWARD; KRULL, GEORGE, Jr.; SCALF, KENNETH A. y YATES, STEPHEN V. N.: "Training and Performance Effects of A Knowledge-Base System for Analytical Review". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.
- BLUMENTHAL, SHERMAN C.: "Management Information Systems. A Framework for Planning and Development". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1969.
- BLUMENTHAL, SHERMAN C.: "Sistemas de información a la dirección". Ibérico Europea de Ediciones, Madrid, 1970.
- BOATSMAN, J. R. y ROBERSTON, J. C.: "Policy-Capturing on Selected Materiality Judgments". The Accounting Review, abril, 1974, pp. 342-352.
- BOBROW, DANIEL G. y HAYES, PATRICK J.: "Artificial Intelligence - Where Are We?". Artificial Intelligence, vol. 25, nº. 3, marzo, 1985, pp. 375-415.
- BOBROW, DANIEL G., MITTAL, SANJAY y STEFIK, MARK J.: "Expert systems: perils and promise". Communications of the ACM, vol. 29, nº. 9, septiembre, 1986, pp. 880-894.
- BOBROW, DANIEL G., MITTAL, SANJAY y STEFIK, MARK J.: "Expert systems: perils and promise". Incluido en PHAM, D. T. [Ed.]: "Artificial Intelligence in Industry: Expert Systems in Engineering". IFS Publications, Springer-Verlag, New York, 1988, pp. 19-42.
- BOCCHINO, WILLIAM A.: "Sistemas de información para la administración. Técnicas e instrumentos". Editorial Trillas, México, 1975.
- BODEN, MARGARET A.: "Inteligencia artificial y hombre natural". Tecnos, Madrid, 1984.
- BODI, ANNA y ZELEZNIKOW, JOHN: "CATA: An expert database for intelligent travel assistance". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- BODNAR, GEORGE H. y HOPWOOD, WILLIAMS S.: "Accounting Information

Systems". Third Edition. Allyn and Bacon, Newton, Massachusetts, 1987.

BOEHM, B., GRAY, T. y SEEWALDT, T.: "Prototyping versus Specifying: A Multiproject Experiment". IEEE Transactions on Software Engineering, vol. 10, nº. 3, mayo, 1984, pp. 290-303.

BÖER, GERMAIN: "Decision Support Systems for Management Accountants". National Association of Accountants. Montvale, New Jersey, 1987.

BÖER, GERMAIN: "Use of expert systems in management accounting". National Association of Accountants. Montvale. New Jersey, 1989.

BÖER, GERMAIN: "Effectively Using Expert Systems in Management Accounting". Journal of Accounting and EDP, vol. 5, primavera, 1989, pp. 5-9.

BÖER, GERMAIN: "Management Accounting Applications of Expert Systems". Expert Systems: Planning/Implementation/Integration, vol. 1, verano, 1989, pp. 23-27.

BÖER, GERMAIN B. y LIVNAT, JOSHUA: "Using Expert Systems to Teach Complex Accounting Issues". Issues in Accounting Education, vol. 5, nº. 1, primavera, 1990, pp. 108-119.

BOLEY, H.: "Artificial Intelligence Languages and Machines". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 2, nº. 3, 1983, pp. 145-166.

BOLLAND, THOMAS W.: "FCS: A Decision Support System (DSS)". The Accounting Review, vol. LXII, Nº. 1, enero, 1987, p. 261.

BOLTON, LESLEY: "The Expert in Your Tool-Kit". Accountancy, mayo, 1993, pp. 70-71.

BONNET, ALAIN: "Applications de l'intelligence artificielle: les systèmes experts". Rairo. Informatique Computer Science, vol. 15, nº. 4, 1981, pp. 325-341.

BONNET, ALAIN: "L'intelligence artificielle: Promesses et Réalités". InterÉditions, París, 1984.

BONNET, ALAIN: "Strategies for Understanding Structured English".

Incluido en BRUCE G. BUCHANAN, y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.

BONSÓN PONTE, ENRIQUE: "Sistemas expertos basados en reglas: Una aplicación para la determinación de ajustes y eliminaciones en la elaboración del estado de origen y aplicación de fondos". Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, pp. 1025-1037.

BONSÓN PONTE, ENRIQUE: "Fundamentos de un sistema experto para la elaboración del informe de auditoría". Comunicación presentada en el V Encuentro de Profesores Universitarios de Contabilidad. Sevilla, 27-29 de mayo de 1993.

BONSÓN PONTE, ENRIQUE y ORTA PÉREZ, MANUEL: "CONSOLIDEX: Un sistema experto de ayuda a la interpretación de normas sobre consolidación". Actas del VI Congreso de la Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas. Vigo, 2/5 de Octubre de 1991. pp. 997-1011.

BONSÓN PONTE, ENRIQUE y ORTA PÉREZ, MANUEL: "Utilización de un sistema experto para la interpretación de las normas para la formulación de cuentas anuales consolidadas". Comunicación presentada al V Encuentro de Profesores Universitarios de Contabilidad. Sevilla, 27-29 de mayo de 1993.

BONSÓN PONTE, ENRIQUE, ORTA PÉREZ, MANUEL y SIERRA MOLINA, GUILLERMO J.: "Sistemas de información para la gestión e inteligencia artificial". Comunicación presentada en el III Congreso Internacional de Costos y I Congreso Nacional de la Asociación Española de Contabilidad Directiva (ACODI). Madrid, 21-24 de septiembre de 1993.

BOOKER, JON A., KICK. RUSSELL C y GARDNER, JOHN C.: "Expert systems in accounting: the next generation of computer technology". Journal of Accountancy, marzo, 1986, pp. 101-102, 104.

BORDA, JAVIER: "La ayuda a la decisión". Chip, 1986, pp. 21-25.

BORITZ, J.: "Audit MASTERPLAN". Audit Planning Software publicado por

el Institute of Internal Auditors, 1986.

BORITZ, J.: "Scheduling Internal Audit Activities". Auditing: A Journal of Theory and Practice, vol. 6, nº. 1, otoño, 1986, pp. 1-19.

BORITZ, J. EFRIM y WENSLEY, ANTHONY K. P.: "CAPEX Technical Manual Version 1.0". Manuscrito no publicado, School of Accountancy, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, 1989.

BORITZ, J. EFRIM y WENSLEY, ANTHONY K. P.: "Structuring the Assessment of Audit Evidence—An Expert Systems Approach". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 9, suplemento, 1990, pp. 49-87.

BORITZ, J. EFRIM y WENSLEY, ANTHONY K. P.: "Structuring the Assessment of Audit Evidence—An Expert Systems Approach—Reply". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 9, suplemento, 1990, pp. 103-109.

BORITZ, J. EFRIM y WENSLEY, ANTHONY K. P.: "An Expert Systems Approach to Substantive Audit Planning". Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 27-49.

BORITZ, J. EFRIM y WENSLEY, ANTHONY K. P.: "Evaluating Expert Systems with Complex Outputs: The Case of Audit Planning". Auditing: A Journal of Practice and Theory, vol. 11, nº. 2, otoño, 1992, pp. 14-29.

BORTHICK, A. FAYE y CLARK, RONALD L.: "Research on Computing in Accounting Education: Opportunities and Impediments". Issues in Accounting Education, otoño, 1987, pp. 173-192.

BORTHICK, A. FAYE y WEST, OWEN D.: "Expert Systems - A New Tool for the Professional". Accounting Horizons, marzo, 1987, pp. 9-16.

BOSE, PRASANTA, BISWAS, GAUTAM, PADALA y ADITHYA M. RAO: "Globe--Trotter: An Intelligent Flight-Itinerary Planner". IEEE Expert, vol.4, nº. 2, verano, 1989, pp. 56-64.

BOTELLA, PERE: "Entornos de programación de aplicación general". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987.

BOTTI NAVARRO, VICENTE J.: "Sistemas de Mantenimiento de la Razón

(SMR)". Novática, vol. XVI, nº. 85.

BOUCHE, MICHEL y RETOUR, DIDIER: "La comptabilité analytique, champ d'application des systèmes experts". Revue Française de Comptabilité, nº. 167, abril, 1986, pp. 25-31.

BOULT, RAYMOND: "Prototipos de redes neuronales". Datamation (España), nº 45, mayo, 1989, pp. 48, 50.

BOURGINE, PAUL, MANOU, CHRISTIAN y PECCOUD, DOMINIQUE: "Les systèmes experts et l'agriculture: besoins et perspectives". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.]: "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

BOWEN, J.A., CORNICK, T.C., y BULL, S.P.: "BERT - an expert system for brickwork design". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems '86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.

BRACHMAN, RONALD J., AMAREL, SAUL, ENGELMAN, CARL, ENGELMORE, ROBERT S., FEIGENBAUM, EDWARD A. y WILKINS, DAVID E.: "What Are Expert Systems". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONAL A. WATERMAN, y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983.

BRADEN-HARDER, L., BHASKAR, R. y MURTHY, S.S.: "Qualitative reasoning in the commercial lending decision: The role of naive mathematics". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

BRADY, J. MICHAEL: "Intelligent Robots: Connecting Perception to Action". Incluido en PATRICK H. WINSTON, y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.

BRAIN, KEITH y BRAIN, STEVEN: "Inteligencia artificial en el Dragón". Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 1985.

BRAIN, KEITH y BRAIN, STEVEN: "Inteligencia artificial con el Commodore 64". Paraninfo, Madrid, 1986.

- BRAMER, M.A. [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.
- BRAMER, M.A.: "Expert Systems: The Vision and The Reality". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.
- BRAMER, M. A.: "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.
- BRAMER, M. A.: "Expert systems in Britain: Progress and prospects". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.
- BRANCKAERT, ERIC, MELARD, GUY, PASTEELS, JEAN-MICHEL y VANDER STRICHT, VALERIE: "Un système expert de prevision economique: prise en compte de l'information qualitative". Mondes en Developpment, Tomo 18, Nº. 72, 1990, pp. 49-61.
- BRAUN, HELMUT M. y CHANDLER, JOHN S.: "Development of an Expert System to Assist Auditors in the Investigation of Analytical Review Fluctuations". Research Proposal, Peat, Marwick, Mitchell Foundation, Noviembre, 1982.
- BRAUN, HELMUT M. y CHANDLER, JOHN S.: "Predicting Stock Market Behavior Through Rule Induction: An Application of the Learning-from-example Approach". Decisión Sciences, vol. 18, nº. 3, verano, 1987, pp. 415-429.
- BRAZILE, ROBERT P. y SWIGGER, KATHLEEN M.: "GATES. An Airline Gate Assignment and Tracking Expert System". IEEE Expert, vol. 3, nº.

2, verano, 1988, pp. 33-39.

BRENNAN, PATRICK J.: "El control interno". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 13, pp. 277-303.

BRODERICK, JOHN C.: "A Practical Decision Support System". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 131-148.

BRODERICK, NANCY A. y POLITAKIS, PETER: "Toward a domain-specific tool for underwriting commercial insurance". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

BROWN, CAROL E.: "Tax Expert Systems in Industry and Accounting". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 3, junio, 1988, pp. 9-16.

BROWN, CAROL E.: "The Scope of Artificial Intelligence Literature: A Review of Publication Outlets and Information Sources". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol 1, nº. 4, septiembre, 1988, pp. 30-37.

BROWN, CAROL E.: "Accounting Expert Systems: A Comprehensive, Annotated Bibliography". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 2, núms. 1 y 2, primavera-verano, 1989, pp. 23-129.

BROWN, CAROL E.: "Expert Systems Books". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 2, nº. 3, 1990, pp. 53-71.

BROWN, CAROL E.: "Expert Systems in Public Accounting: Current Practice and Future Directions", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 3-18.

BROWN, CAROL E.: "Conference Report: The Third International Symposium on Expert Systems in Business, Finance and Accounting". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 2, mayo, 1992, pp. 147-151.

- BROWN, CAROL E.: "Analysis of Accounting Expert Systems Citations: An Alternative Accounting Classification Scheme". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, pp. 221-232.
- BROWN, CAROL E. y ATHEY, SUSAN: "Survey of Expert Systems for Resource Planning". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.
- BROWN, CAROL E. y PHILLIPS, MARY ELLEN: "Expert Systems for Management Accountants". *Management Accounting*, enero, 1990, pp. 18-23.
- BROWN, CAROL E. y PHILLIPS, MARY ELLEN: "Expert Systems for Internal Auditing". *Internal Auditor*, vol. 48, Nº. 4, agosto, 1991, pp. 23-28.
- BROWN, CAROL E. y STREIT, IRVA KAY: "A Survey of Tax Expert Systems". *Expert Systems Review for Business and Accounting*, vol. 1, nº. 2, marzo, 1988, pp. 6-12.
- BROWN, CAROL E., NIELSON, NORMA L. y PHILLIPS, MARY ELLEN: "Evaluating Expert Systems in a Financial Domain: A Study Demonstrating Issues in Case Selection, Validation Standards and Evaluator Bias". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 2, nº. 2, abril, 1993, pp. 81-99.
- BROWN, CAROL E., BLACK, ROBERT, BUEHLER, STEVE y ROGERS, TED: "Artificial Intelligence: Application in Taxation". *Expert Systems Review for Business and Accounting*, vol. 1, nº. 4, septiembre, 1988, pp. 3-10.
- BROWN, DAVID C.: "A Graduate Level Expert Systems Course". *A.I. Magazine*, vol. 8, nº. 3, otoño, 1987, pp. 33-39.
- BROWN, JOHN SEELY: "The Low Road, the Middle Road, and the High Road". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.
- BROWN, MATHILDE C.: "The dynamic rescheduler: Conquering the changing production environment". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and

Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

BROWN, SANDRA: "Assessing professional expertise: DBMS v Expert System". The Accountant's Magazine, nº. 972, julio, 1987, pp. 45-48.

BROWN, SANDRA: "Assessing professional expertise - DBMS v. expert systems: a comparative study". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

BRULÉ, JAMES F. y BLOUNT, ALEXANDER: "Knowledge acquisition". McGraw-Hill, New York, 1989.

BRYANT, NIGEL: "Managing Expert Systems". John Wiley & Sons, Chichester, 1988.

BUCHANAN, BRUCE G.: "Expert systems: working systems and the research literature". Expert Systems, vol. 3 nº. 1, enero, 1986, pp. 32-51.

BUCHANAN, BRUCE G. y SHORTLIFFE, EDWARD H. [Eds.]: "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.

BUCHANAN, BRUCE G., BARSTOW, DAVID, BECHTAL, ROBERT, BENNETT, JAMES, CLANCEY, WILLIAM, KULIKOWSKI, CASIMIR, MITCHELL, TOM, WATERMAN, DONALD A.: "Constructing an Expert System". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONAL A. WATERMAN y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983.

BUCKLEY, JOHN W.: "Expert Systems in Auditing: Implications of Technological Change on the Auditing Profession". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 187-193.

BUENO PALACIO, PILAR: "Relaciones entre el análisis del control interno y la auditoría, en el caso de sistemas de información automatizados". Revista Técnica. Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, nº 13, 1986, pp. 29-33.

BULLERS, WILLIAM I. y REID, RICHARD A.: "Management Systems: Four

- Options, One Solution". Journal of Information Systems Management, primavera, 1987, pp. 54-62.
- BUNDY, A.: "Intelligent front-ends". Incluido en J. FOX [Ed.], "Expert Systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech, Maidenhead, Berkshire, 1984.
- BUNDY, A.: "Intelligent Front Ends". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.
- BURLON, R. y TAGLIATTI, M.: "ASPIS: Knowledge-based Assistance for System Development". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 9. nº. 2, 1990, pp. 175-182.
- BURNHAM, W. D. y HALL, A. R.: "PROLOG. Programación y Aplicaciones". Limusa, México, 1989.
- BURNS, JAMES R. y MORGESON, DARRELL J.: "An objet-oriented world-view for intelligent, discrete, newt-event simulation". Management Science, nº. 12, diciembre, 1988, pp. 1425-1440.
- BURTON, RICHARD M. y OBEL, BORGE: "Evaluating organizations using an expert system". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- BUTLER, C. W., HODIL, E. D. y RICHARDSON, G. L.: "Building Knowledge-Based Systems with Procedural Languages". IEEE Expert, vol. 3 nº. 2, verano, 1988, pp. 47-59.
- BU-HULAIGA, MOHAMED IHSAN: "A multi-level manipulation technique for structuring ill-structured decision problems". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- BYLINSKY, GENE.: "Where the U.S. Stands". Fortune, octubre 13, 1986, pp. 20-30, 31-2, 34-6.

- CALZADILLA DAGUERRE, JESÚS: "Arquitectura tecnológica y estrategia: requerimientos para sistemas expertos comerciales". Dirección y Progreso, nº. 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 15-19.
- CALZADILLA DAGUERRE, JESÚS: "Redes neuronales artificiales". CHIP, nº. 110, febrero, 1991, pp. 55-59.
- CAMPBELL, TERRY: "Technology Update: Group Decision Support Systems". Journal of Accountancy, julio, 1990, pp. 47-48, 50.
- CAMPISI, S. y TROTMAN, K.T.: "Auditor Consensus in Going Concern Judgements", Accounting and Business Research, vol. 15, nº. 60, otoño, 1985, pp. 303-310.
- CANADIAN INSTITUTE OF CHARTERED ACCOUNTANT (CICA). "Extent of Audit Testing". Canadian Institute of Chartered Accountant. Toronto, 1980.
- CAÑIBANO CALVO, LEANDRO: "Contabilidad. Análisis de la realidad económica". ICE. Madrid, 1982.
- CAÑIBANO CALVO, LEANDRO, ARRAEZ GARCÍA, ALEJANDRO, CEA GARCÍA, JOSÉ LUIS, NOBLEJAS SÁNCHEZ-MIGALLÓN, ANTONIO, RODRÍGUEZ FIGUEROA, WALTER, SAEN DE MIERA, JOSÉ LUIS y TEJEIRO CASTANEDO, NICASIO: "Curso de Auditoría Contable". 2 tomos. Ediciones ICE. Madrid. 1983.
- CARANDO, PATRICIA: "Shadow: Fusing Hypertext with AI". IEEE Expert, vol. 4 nº. 4, Winter, 1989, pp. 65-78.
- CARBAJAL TORRE, JORGE: "Auditoría contable de los hechos posteriores". Revista Técnica. Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España, nº. 3, 1993, pp. 18-29.
- CARLSON, E. D. (Ed.): "Proceedings of a Conference on Decision Support Systems". Data Base, vol. 8, nº. 3, invierno, 1977.
- CARLSON, DAVID A. y RAM, SUDHA: "HyperIntelligence: The Next Frontier". Communications of the ACM, vol. 33, nº. 3, pp. 311-321.
- CARLSON, PATRICIA ANN y SLAVEN, MICHAEL: "Hypertext Tools for Knowledge Workers. The Next Frontier: Tools That Teach". Journal of Information Systems Management, vol. 9, nº 2, primavera, 1992, pp.

53-61.

CARNEGIE GROUP: "Knowledge Craft Simpak and Graphpak". Carnegie Group, Pittsburgh, 1987.

CARNEGIE GROUP: "Knowledge Craft Version 3.2. An Environment For Developing Knowledge-Bases Systems". Carnegie Group, Pittsburgh, 1988.

CARRETERO DÍAZ, LUIS E.: "Consideraciones en torno a las posibilidades de implantación de los sistemas expertos en las decisiones organizativas". Esic Market, julio-agosto-septiembre, 1989, pp. 77-90.

CARRILLO VERDÚN, JOSÉ: "Impacto de los sistemas expertos sobre la organización de las entidades financieras".

CARROLL, JOHN M. y MCKENDREE, JEAN: "Interface Design Issues for Advice-Giving Expert Systems". Communications of the ACM, vol. 30, nº. 1, enero, 1987, pp. 14-31.

CARTER, CHRIS y CATLETT, JASON: "Assessing Credit Card Applications Using Machine Learning". IEEE Expert, vol. 2 nº. 3, otoño, 1987, pp. 71-79.

CASACUBERTA NOLLA, FRANCISCO y VIDAL RUIZ, ENRIQUE: "Reconocimiento automático del habla: metodologías y arquitectura". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 167-177.

CASALS CREUS, RAMÓN, GASSO VILAFRANCA, JOSÉ M. y SORIA SENDRA, CARLOS: "Fundamentos de auditoría". Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid. 1992.

CASAMITJANA GAMEZ, EMILIO JOSÉ: "Sistemas expertos en el proceso de registro contable: desarrollo de un prototipo aplicado a las facturas de ventas". Proyecto Fin de Carrera. Dirigido conjuntamente por D. José M<sup>a</sup>. Torralba y por D. Antonio Sánchez Tomás. Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. 1991.

CASH, JAMES I., Jr., MCFARLAN, F. WARREN, MCKENNEY, JAMES L.: "Gestión de los sistemas de información de la empresa. Los problemas que

- afrenta la alta dirección". Alianza Editorial, Madrid, 1990.
- CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988.
- CASTILLO, ENRIQUE y ÁLVAREZ, ELENA: "Sistemas expertos. Aprendizaje e incertidumbre". Paraninfo, Madrid, 1989.
- CAYROL, MICHEL: "Psil: manipulation d'objets infinis pour l'intelligence artificielle". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 4, nº. 4, julio-agosto, 1985, pp. 373-381.
- CAYROL, MICHEL, FADE, B. y FARRENY, H.: "La notion de liaison en intelligence artificielle". Rairo. Informatique Computer Science, vol. 13, nº.4, 1979, pp. 367-374.
- CLANCEY, WILLIAM J.: "Details of the Revised Therapy Algorithm." Incluido en BRUCE G. BUCHANAN, y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.
- CLANCEY, WILLIAM J.: "Extensions to Rules for Explanation and Tutoring". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.
- CLANCEY, WILLIAM J.: "Use of MYCIN's Rules for Tutoring". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.
- CLANCEY, WILLIAM: "Viewing Knowledge Bases as Qualitative Models". IEEE Expert, vol. 4 nº. 2, verano, 1989, pp. 9-23.
- CLARKE, GORDON R. y MORRIS, ANDREW J.: "Expert Systems. A businessman's guide". Deloitte Haskins+Sells, England, 1986.
- CLASSE, ALISON: "Little Grey Cells". Accountancy, mayo, 1993, pp. 67-69.
- CLEMENTS, STEWART: "The use of artificial intelligence". Accountant,

mayo, 1988, pp. 28-29

CLERGET, MICHEL, ASSEMAT, C., BENICOURT, A. y TAPIA, C.: "Une application de l'intelligence artificielle à la liquidation des retraites". *Rairo. Technique et Science Informatiques*, vol. 8, nº. 2, 1989, pp. 115-126.

CLUB SICO DE L'INRIA ET GROUPE DE TRAVAIL SUR L'I.A. DU CNRS: "Rapport sur l'Intelligence Artificielle". *Rairo. Technique et Science Informatiques*, vol. 2, nº. 5, septiembere-octubre, 1983, pp. 271-386.

COAKLEY, JAMES R. y BROWN, CAROL E.: "Artificial Neural Networks Applied to Ratio Analysis in the Analytical Review Process". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 2, nº. 1, enero, 1993, pp. 19-39.

COATS, PAMELA K.: "Why Expert Systems Fail". *Financial Management*, vol. 17, nº. 3, otoño, 1988, pp. 77-86.

COHEN, JACQUES: "A View of the Origins and Development of Prolog". *Communications of the ACM*, vol. 31, nº. 1, enero, 1988, pp. 26-36.

COHEN, P. R. y GRUBER, T. R.: "Reasoning about uncertainty: a knowledge representation perspective". Incluido en J. FOX [Ed.], "Expert Systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech, Maidenhead, Berkshire, 1984.

COHN, A. G.: "Many sorted logic= unsorted logic + control?". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.

COLANTONI, CLAUDE S., MANES, RENE P. y WHINSTON, ANDREW: "A Unified Approach to the Theory of Accounting and Information Systems". *The Accounting Review*, enero, 1971, pp. 90-102.

COLE, GEORGE S.: "Legal Issues in Applied Artificial Intelligence". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

- COLE, M.: "An first look at an Expert computer system", Accountancy, vol. 98, nº. 1115, julio, 1986, pp. 129-131.
- COLE, M.: "Expert assistance at an economic price". Accountancy, vol. 99, nº. 1924, abril, 1987, pp. 143-144.
- COLGROVE, DEAN W.: "Dummies Need Not Apply". Infosystems, Noviembre, 1987, pp. 34, 37-9.
- COLMERAUER, A., KANOUI, H. y van CANEGHEM, M.: "Prolog, bases théoriques et développements actuels". Rairo. Technique et Science Informatiques, nº. 4, vol. 2, septiembre-octubre, 1983, pp. 271-311.
- COLLOPY, FRED y ARMSTRONG, J. SCOTT: "Rule-Based Forecasting: Development and Validation of an Expert Systems Approach to Combining Time Series Extrapolations". Management Science, vol. 38, nº. 10, octubre, 1992, pp. 1394-1414.
- COLON, JOËL: "Comment améliorer l'efficacité des missions d'audit: présentation des outils informatiques". Revue Française de Comptabilité, nº. 146, mayo, 1984, pp. 184-189.
- CONNELL, N. A. D.: "Expert Systems in Accounting: A Review of Some Recent Applications". Accounting and Business Research, nº. 67, invierno, 1987, pp. 221-233.
- CONNELL, N. A. D. y POWELL, P. L.: "A Comparison of Potential Applications of Expert Systems and Decision Support Systems". Journal of the Operational Research Society, vol. 41, Nº. 5, mayo, 1990, pp. 431-439.
- COOK, JOHN W. y WINKLE, GARY M.: "Auditoría". Interamericana. México. 1987.
- COOKSON, M. J., HOLMAN, J. G. y THOMPSON, D. G.: "Knosledge Acquisition for Medical Expert Systems: a System for Eliciting Diagnostic Making Histories". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.

COOPERS & LYBRAND: "Manual de Auditoría". Ediciones Deusto. Bilbao, 1984.

COOPERS & LYBRAND: "Expert systems in the insurance industry: executive summary of a survey report". Coopers & Lybrand, New York, 1986.

COOPERS & LYBRAND: "Expert systems in the insurance industry: 1987 survey report update". Coopers & Lybrand, New York, 1987.

COOPERS & LYBRAND. MANAGEMENT CONSULTING SERVICES ADVANCED TECHNOLOGY GROUP: "Expert Systems in the Insurance Industry: 1990 Survey Report". Coopers & Lybrand, 1990.

CORDIER, M. O., FALLER, B. y ROUSSET, M. C.: "Optimisation de l'opération de «pattern matching» dans les systèmes experts". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 5, nº. 3, 1986, pp. 173-186.

CORTÉS, ULISES y SIERRA, CARLOS: "Lisp". Marcombo-Boixareu, Barcelona, 1987.

CORTÉS, ULISES, MILLÁN, JOSÉ DEL R. y PLAZA, ENRIC: "Inteligencia artificial: Fundamentos de los Sistemas Basados en Conocimientos". Edunsa, Barcelona, 1986.

COUNCIL OF LOGISTICS MANAGEMENT: "Annual Conference Proceedings. St. Louis, Missouri. October 22-25". Volume I. Council of Logistics Management, 1989.

COUNCIL OF LOGISTICS MANAGEMENT: "Annual Conference Proceedings. St. Louis, Missouri. October 22-25". Volume II. Council of Logistics Management, 1989.

COURT, JOHN M.: "The Validity of Expert Systems". Incluido en NIVRA (Netherlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

COZETTE, CHUCK: "An Emphasis on Efficiency. [Semiannual Software Review]". Infosystems, febrero, 1986, pp. 46-8, 50, 52, 54-6.

CREI: "Papeles de Avila. Reunión de expertos sobre `Auditoría Infor-

mática' celebrado en Avila (España) del 15 al 17 de Diciembre de 1986". Centro Regional del IBI para la Enseñanza de la Informática". Madrid, 1987.

CRAWFORD, STUART L., FUNG, ROBERT M. y TSE, EDISON: "Data-driven assessment and decision making". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

CRESCENZI, ADAM D. y KOCHER, JERRY: "Management Support Systems: Opportunity for Controllers". Management Accounting [EE.UU.], marzo, 1984, pp. 34-37.

CRONAN, TIMOTHY P. y GLORFELD, LOUIS W.: "Production System Development for Expert Systems Using a Recursive Partitioning Induction Approach: An Application to Mortgage, Commercial, and Consumer Lending". Decision Sciences, vol. 22, nº. 4, septiembre-octubre, 1991, pp. 812-845.

CUADRADO EBRERO, M<sup>a</sup>. AMPARO: "Algunos aspectos acerca de la auditoría interna". Técnica Contable, tomo XXXIII, 1981, pp. 241-248.

CUENA, JOSÉ: "Concepto y métodos de construcción de sistemas expertos". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987.

CUENA, JOSÉ: "Sistemas expertos para ingeniería y gestión". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987.

CUENA, JOSÉ: "Situación actual y tendencias de la inteligencia artificial". Chip, nº. 100, marzo, 1990, p. 54.

CUENA, JOSÉ, FERNÁNDEZ, GREGORIO, LÓPEZ DE MANTARAS, RAMÓN, y VERDEJO, M<sup>a</sup>. FELISA: "Inteligencia artificial: Sistemas expertos". Alianza Editorial, Madrid, 1986.

CULBERTSON, WILLIAM Y.: "Expert Systems in Finance". Corporate Accounting, primavera, 1987, pp. 47-50.

CUMMINGS, WILLIAM, LAUER, JOACHIM y BAKER, RICHARD: "Expert Systems in Internal Auditing". Internal Auditing, verano, 1988, pp. 49-64.

- CUMMINGS, BARBARA K. y APOSTOLOU, NICHOLAS G.: "Expert Systems in Auditing: An Emerging Technology", *Internal Auditing*, vol. 3, otoño, 1987, pp. 3-10.
- CUNNINGHAM, P., GLEESON, J., HAKIEL, S. y WHEATLEY, M. D.: "Diagnostic heuristics and perspectives". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.
- CUPELLO, JAMES M. y MISHELEVICH, DAVID: "Managing Prototype Knowledge/Expert System Projects". *Communications of the ACM*, vol. 31 nº. 5, mayo, 1988, pp. 534-541.
- CURRY, BRUCE y HOLLAND, KEVIN: "Residence and ordinary residence: an expert system". *British Tax Review*, nº. 4, 1989, pp. 124-129.
- CUSHING, B. E. y LOEBBECKE, J. K.: "Analytical Approaches to Audit Risk: A Survey and Analysis". *Auditing: Journal of Practice and Theory*, vol. 3, nº. 1. 1983, pp. 23-41.
- CHADWICK, M. y HANNAH, J. A.: "Sistemas Expertos para Ordenadores Personales. Introducción a la inteligencia artificial". Ra-ma. Madrid, 1987.
- CHAMBARD, DIDIER: "Systèmes d'information et révision". *Revue Française de Comptabilité*, nº 136, mayo, 1983, pp. 284-289.
- CHAN, Y.Y., DILLON, T.S. y SAW, E.G.: "Port-Man - An expert system of portfolio management in banks". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- CHAN, K. HUNG y DODIN, BAJIS: "A Decision Support System for Audit Staff Scheduling with Precedence Constraints and Due Dates". *The Accounting Review*, vol. LXI, nº. 4, octubre, 1986.
- CHANDLER, JOHN S.: "Expert Systems in Auditing: Lessons from the 80's for the 90's". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA,

Amsterdam, 1988.

CHANDLER, JOHN S. y HOLZER, H. PETER (Eds.): "Management Information Systems. Planning, Evaluation, and Implementation". Basil Blackwell, Oxford, 1988.

CHANDLER, JOHN S., TRONE, THOMAS y WEILAND, MICHAEL: "Decision Support Systems Are for Small Business". Management Accounting [EE.UU.], abril, 1983, pp. 34-39.

CHANDRASEKARAN, B. y DILLARD, JESSE: "Integration of Two Kinds of Expertise: Intelligent Exploratory Behavior and Normative Algorithms". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 107-120.

CHARPIN, BERNADETTE: "Les systèmes experts au service de l'entreprise: une application à la prévision du cours de change". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.]: "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

CHATAIN, JEAN-NOËL y DUSSAUCHOY, ALAIN: "Sistemas Expertos. Métodos y Herramientas". Paraninfo, Madrid, 1988.

CHEN, KIMBELL C. y BORIE, D. DAVID: "Sistemas expertos en las entidades financieras y crediticias".

CHEN, PETER PIN-SHAN: "The Entity-Relationship Model—Toward a Unified View of Data". ACM Transactions on Database Systems, Marzo, 1976, pp. 9-36.

CHEN, PETER PIN-SHAM: "The entity-relationship model—A basis for the enterprise view of data". AFIPS Conference Proceedings, Vol. 46, 1977, NCC, pp. 158-168.

CHEN, PETER PIN-SHAM (Ed.): "Entity-Relationship Approach to Systems Analysis and Design". North-Holland, 1980.

CHEN, PETER PIN-SHAM (Ed.): "Entity-Relationship Approach to Information Modeling and Analysis". North-Holland, 1983.

CHEN, PETER PIN-SHAM (Ed.): "Entity-Relationship Approach. The Use of

- ER Concept in Knowledge Representation". IEEE CS Press/North Holland, 1985.
- CHENG, WAN-HONG S. y WALLENTINE, VIRGIL E.: DEBL: A Knowledge-Based Language for Specifying and Debugging Distributed Programs". Communications of the ACM, vol. 32 nº. 9, septiembre, 1989, pp. 1079-1084.
- CHESTER, JEFFREY A.: "Artificial Intelligence: Is MIS Ready for the Explosion?". Infosystems, abril, 1985, pp. 74-76, 78.
- CHEVALLIER, ANDRÉ: "Une pluri-image de l'entreprise grace a la comptabilité". Revue Française de Comptabilité, nº. 183, octubre, 1987, pp. 30-35.
- CHIP: "Inteligencia artificial". Chip, nº. 47, mayo, 1985, pp. 45-56.
- CHIP: "TI Explorer". Chip, nº. 54, enero, 1986.
- CHIP: "Presente y futuro de la Inteligencia Artificial. (Simposios, proyectos e investigaciones en España), Chip, nº. 59, junio, 1986, pp. 41-48.
- CHIP: "Lenguajes Naturales". Chip, nº. 59, junio, 1986, pp. 64-71.
- CHIP: "Sistemas expertos". Chip, nº. 59, junio, 1986, pp. 49-57.
- CHIP: "Guru". Chip, nº. 64, diciembre, 1986.
- CHIP: "La oficina sin papeles". CHIP, nº 74 suplemento, noviembre, 1987, pp. 97-101.
- CHIP: "Hacia los Centro de Información". Chip, nº. 78, marzo, 1988, pp. 57-62.
- CHIP: "Investigación Universitaria: Un largo camino". Chip, nº. 80, mayo, 1988, pp. 69-75.
- CHIP: "Investigación en inteligencia artificial en el País Vasco". Chip, nº. 81, junio, 1988, p. 20.
- CHIP: "Sistemas Expertos en la empresa española". Chip, nº. 81, junio, 1988, pp. 57-64.

- CHIP: "¿Quién usa los sistemas expertos?", Chip, nº. 83, septiembre, 1988, pp. 51-54.
- CHIP: "Sistemas Expertos en el Banco de Santander". Chip, nº. 83, septiembre, 1988, p. 20.
- CHIP: "Cómo justificar la inversión en robótica". Chip, nº. 85, noviembre, 1988, pp. 123-125, 127.
- CHIP: "Intelligent Service". Chip, nº. 86, diciembre, 1988, pp. 110-111.
- CHIP: "Creado el Instituto de Ingeniería del Conocimiento". Chip, nº. 94, septiembre, 1989, p. 17.
- CHIP: "OAI, difundir y consolidar la auditoría informática". Chip, nº. 97, suplemento, diciembre, 1989, p. 65.
- CHIP: "Las industrias de la lengua: Estado del arte". Chip, nº. 99, febrero, 1990, pp. 41-48.
- CHIP: "Visión artificial: una tecnología en vías de desarrollo". Chip, nº. 103, junio, 1990, pp. 89-95.
- CHIP: "Inteligencia artificial: De los juegos a la Industria del conocimiento". CHIP, nº. 114, junio, 1991, pp. 10-18.
- CHOFFRAY, JEAN-MARIE: "Systèmes experts et Décision Marketing. Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.] : "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.
- CHONG, H. GIN y VINTEN, GERALD: "Materiality in Auditing: Assess the Possibilities of Using an Expert System". 15th Annual Congress of the European Accounting Association. Madrid, 22-24 de abril de 1992. AECA-Caja Madrid, Madrid, 1992.
- CHORAFAS, DIMITRIS N.: "Applying Expert Systems in Business", McGraw-Hill, New York, 1987.
- CHOURAQUI, E., FARRENY, H., KAYSER, D. y PRADE, H.: "Modélisation du raisonnement et de la connaissance". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 4, nº. 4, julio-agosto, 1985, pp. 391-399.
- CHU, GRACE T.: "Expert Systems in Computer Based Auditing". The EDP

Auditor Journal, vol. 1, 1989, pp. 25-33.

CHUNG, CHEN-HUA: "Modeling Creativity for Management Support Via Artificial Intelligence Approaches". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.

CHUNG, CH, LANG, JR y SHAW, KN: "An Approach for Developing Support Systems for Strategic Decision Making in Business". Omega. The International Journal of Management Science, vol. 17, nº. 2, 1989, pp. 135-146.

CHUNG, HYUNG-MIN MICHAEL y SILVER, MARK S.: "Rule-Based Expert Systems and Linear Models: An Empirical Comparison of Learning-By-Examples Methods". Decision Sciences, vol. 23, nº 3, mayo-junio, 1992, pp. 687-707.

CHUNG, HYUNG-MIN MICHAEL y TAM, KAR YAN: "A Comparative Analysis of Inductive-Learning Algorithms". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 2, nº. 1, enero, 1993, pp. 3-18.

D'AGAPEYEFF, A.: "Making a start: a view from British industry". Incluido en J. FOX [Ed.], "Expert Systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech, Maidenhead, Berkshire, 1984.

DALAL, NIKUNJ P. y YADAV, SURYA B.: "The Design of a Knowledge-Based Decision Support System to Support the Information Analyst in Determining Requirements". Decision Sciences, vol. 23, nº. 6, noviembre-diciembre, 1992, pp. 1373-1388.

DALY, D., BANNISTER, F., KIRAKOWSKI, J.: "Expert Systems Introduced". Chartwell-Bratt, Kent, 1988.

DAMBROT, STUART M.: "Sistemas de traducción en Japón". Datamation [España], nº. 53, febrero, 1990, pp. 68-69.

DAMENS, JEFFREY, SITRUK, PAUL y MARTIN, NANCY: "A Vertical Application Platform for Knowledge-Based Financial Systems". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, pp. 195-205.

DANIELS, H.A.M. y van DER HORST, P.: "Assessment of expert systems in tax consultancy". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO,

y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

DASCAL, M.: "Artificial Intelligence and Philosophy: The Knowledge of Representation". Systems Research, vol. 6 nº. 1, 1989, pp. 39-52.

DATAMATION: "Sistema experto de diagnóstico, reparación y reglaje". Datamation [España], nº. 48, septiembre, 1989, p. 28.

DATAMATION: "KnowledgeWorks añade inteligencia a las bases de datos". Datamation [España], nº. 51, diciembre, 1989, p. 50.

DAVALO, ÉRIC y NAÏM, PATRICK: "Des réseaux de neurones". Eyrolles. Paris. 1990.

DAVENPORT, THOMAS H., HAMMER, MICHAEL y METSISTO, TAUNO J.: "How Executives Can Shape Their Company's Information Systems". Harvard Business Review, marzo-abril, 1989, pp. 130-134.

DAVID, ARMSTRONG: "The People Factor In EIS Success". Datamation [EE.UU.], abril 1, 1990, pp. 73-79.

DAVID, ARMSTRONG: "El factor humano en el éxito de los EIS". Datamation [España], octubre, 1990, pp. 74-82.

DAVID, J. M.: "Proposition d'un modèle de connaissances pour la documentation automatique". Rairo. Informatique Computer Science, vol. 15, nº. 4, 1981, pp. 313-323.

DAVIES, LYNDA: "From expert to expertise: principles of expert system design". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND, y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

DAVIES, N.G., DICKENS, S.L. y FORD, L.: "TUTOR-A Prototype ICIA System". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.

DAVIS, GORDON B.: "Management Information Systems: Conceptual, Founda-

- tions, Structure, and Development". McGraw-Hill. New York, 1974.
- DAVIS, GORDON B. y OLSON, MARGRETHE H.: "Sistemas de información gerencial". McGraw-Hill. Bogotá, 1987.
- DAVIS, GORDON B. y WEBER, RON: "The Audit and Changing Information Systems". *The Internal Auditor*, agosto, 1983, pp. 34-38.
- DAVIS, GORDON, R., ADAMS, DONALD L. y SCHALLER, CAROL A.: "Auditing & EDP". Second Edition. American Institute of Certified Public Accountants. New York, 1983.
- DAVIS, JAMES R. y CUSHING, BARRY E.: "Accounting Information Systems. A Book of Readings with Cases". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.
- DAVIS, KEAGLE W.: "The Information Systems Auditor of the 1980s". *Management Accounting [EE.UU.]*, marzo, 1981.
- DAVIS, RANDALL: "Expert Systems: Where Are We? And Where Do We Go From Here?". *A.I. Magazine*, primavera, 1982, pp. 3-22.
- DAVIS, RANDALL: "Amplifying Expertise with Expert Systems". Incluido en PATRICK H. WINSTON, y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.
- DAVIS, RANDALL: "Interactive Transfer of Expertise". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.
- DAVIS, RANDALL y BUCHANAN, BRUCE G.: "Meta-Level Knowledge". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.
- DAVIS, RANDALL y KING, JONATHAN: "The Origin of Rule-Based Systems in AI". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company,

Massachusetts, 1984.

- DAVIS, RANDALL y LENAT, DOUGLAS B.: "Knowledge-Based Systems in Artificial Intelligence". McGraw-Hill, New York, 1982.
- DAVIS, RUSSELL: "Using an Expert System to Peel the Computer Virus Onion". Edpacs, vol. 20, nº. 2, agosto, 1992, pp. 1-12.
- DE ALBUQUERQUE, LINDA, LEE, GEORGE, TODD, LINDA y MITRI, M.: "Developing an Expert System to Effectively Manage Aftermarket Inventory". Incluido en Annual Conference Proceedings. St. Louis, Missouri. October 22-25. Volume I. Council of Logistics Management, 1989.
- DE BOISANGER, PIERRE, CORTESI, D. y ESTRANGIN, B.: "Systèmes experts, pour qui? pourquoi?". Direction et Gestion des Entreprises, núms. 124-5, 1990, pp. 29-38.
- DE JUAN RIVAS, ANTONIO y PÉREZ PASCUAL, AURORA: "La auditoría en el desarrollo de proyectos informáticos". Díaz de Santos, Madrid, 1988.
- DE KLEER, JOHAN: "An Assumption-based TMS". Artificial Intelligence, vol. 28 nº. 2, marzo, 1986, pp. 127-162.
- DE KLEER, JOHAN: "Extending the ATMS". Artificial Intelligence, vol. 28, nº. 2, marzo, 1986, pp. 163-196.
- DE KLEER, JOHAN: "Problem Solving with the ATMS". Artificial Intelligence, vol. 28 nº. 2, marzo, 1986, pp. 197-224.
- DE MIGUEL PÉREZ, LUIS: "Auditoría de impuestos". Lex Nova. Valladolid, 1992.
- DE PABLO LÓPEZ, ISIDRO: "Tecnología de la información y dirección estratégica". Alta Dirección, nº 129, 1986, pp. 97-103.
- DE PABLO LÓPEZ, ISIDRO: "El reto informático. La gestión de la información en la empresa". Pirámide. Madrid, 1989.
- DE PABLO LÓPEZ, ISIDRO: "Informática y dirección de empresas cara al año 2000: El valor añadido de las tecnologías de la información". Partida Doble, nº. 32, marzo, 1993, pp. 51-59.

- DE SALVO, DANIEL A., GLAMM, AMY E. y LIEBOWITZ, JAY: "Structured Design of an Expert System Prototype at the National Archives". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.
- DE SARAM, HUGH: "Programación en Micro-Prolog. Un lenguaje de la 5ª generación". Paraninfo, Madrid, 1987.
- DECIO, E., PASQUALE, S. DI, MORDA, C. y SPAMPINATO, L.: "OPERA: an assistant for EDP operators". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.
- DECRETO 530/1973, de 22 de febrero, por el que se aprueba el Plan General de Contabilidad.
- DEGOS, JEAN-GUY: "Il y a de bons systèmes experts financiers, in n'y en a point de délicieux". La Revue du Financier, Nº. 80, febrero-marzo, 1991, pp. 26-33.
- DEGOS, JEAN-GUY: "Les réseaux neuronaux supplanteront-ils les systèmes experts financiers?". La Revue du Financier, nº 90, febrero, 1993, pp. 52-64.
- DEL MORAL BUENO, ANSELMO: "Inteligencia artificial, representación, razonamiento y máquinas pensantes". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 15-24.
- DEL MORAL BUENO, ANSELMO y LLAGUNO ELLACURÍA, MÁXIMO [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992.
- DELOITTE HASKINS+SELLS. MANAGEMENT CONSULTANCY DIVISION: "Profiting from Expert Systems". Deloitte Haskins+Sells, London.
- DELPECH, PIERRE-MARIE, POTET, ALIX y SAYETTAT, CLAUDETTE: "Démonstration automatique et logiques temporelles". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 6 nº. 6, 1987, pp. 541-557.

DEMOLOMBE, ROBERT: "Architecture of Management Expert Systems". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

DEMOLOMBE, ROBERT: "Architecture des systèmes experts de gestion". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.] : "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

DEMPSTER, A. P.: "Upper and Lower Probabilites Induced by a Multi-valued Mapping". Annals Math. Statistics, vol. 38, nº. 2, 1967, pp. 325-339.

DENG, PI-SHENG, HOLSAPPLE, CLYDE W. y WHINSTON, ANDREW B.: "A Skill Refinement Learning Model for Rule-Based Expert Systems". IEEE Expert, vol. 5, nº. 2, abril, 1990, pp. 15-28.

DENG, PI-SHENG: "Automating Knowledge Acquisition and Refinement for Decision Support: A Connectionist Inductive Inference Model". Decision Sciences, vol. 24, nº. 2, marzo-abril, 1993, pp. 371-393.

DENNA, ERIC L. y MCCARTHY, WILLIAM E.: "An Events Accounting Foundation for DSS Implementation". Incluido en C. W. HOLSAPPLE y A. B. WHINSTON: "Decision Support Systems: Theory and Application". Springer-Verlag, 1987, pp. 239-263.

DENNA, ERIC L., HANSEN, JAMES V., MESERVY, R. y WOOD, LARRY E.: "Case--Based Reasoning and Risk Assessment in Audit Judgment". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, pp. 163-171.

DENNING, D.: "An Intrusion Detection Model", IEEE Transactions on Software Engineering, vol. 13, nº 2, febrero, 1987, pp. 222-232.

DENTON, JAMES W. y HUNG, MING S.: "A Neural Network Approach to the Classification Problem". Expert Systems With Applications, vol. 1, nº. 4, 1990, pp. 417-424.

DESANCTIS, GERARDINE y GALLUPE, BRENT: "A Foundation for the Study of Group Decision Support Systems". Management Science, vol. 33, nº. 5, mayo, 1987, pp. 589-609.

DESANCTIS, GERARDINE y GALLUPE, BRENT: "Group Decision Support Systems:

- A New Frontier". Incluido en SPRAGUE, RALPH H. Jr. y WATSON, HUGH J. (Eds.): "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, pp. 259-271.
- DESCHAMPS, PAUL B.: "Standards for Expert System Tools". Journal of Information Systems Management, vol. 9, nº. 1, invierno, 1992, pp. 8-14.
- DESKIN, JANE y VERMEER, JACQUES M.: "Building Expert Systems for Auditors: Unpaved Road to Promising Horizons". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.
- DEVANBU, PREMKUMAR, BRACHMAN, RONALD J., SELFRIDGE, PETER G. y BALLARD, BRUCE W.: "LaSSIE: A Knowledge-Based Software Information System". Communications of the ACM, vol. 34, nº. 5, mayo, 1991, pp. 34-49.
- DHALIWAL, JASBIR S. y BENBASAT, IZAK: "A model for the empirical investigation of knowledge acquisition techniques". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- DHANANJAYAN, R.S., RAMAN, V.S. JANAKI y SARUKESI, K.: "Application of expert system techniques for analysing firm's fall in market share". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- DHAR, VASANT y CROKER, ALBERT: "Knowledge-Based Decision Support in Business: Issues and a Solution". IEEE Expert, vol. 3, nº. 1, primavera, 1988, pp. 53-62.
- DHAR, VASANT y POPLER, HARRY E.: "Rule-Based versus Structure-Based Models for Explaining and Generating Expert Behavior". Communications of the ACM, vol. 30, nº. 6, junio, 1987, pp. 542-555.
- DHAR, VASANT y RANGANATHANM NICKY: "Integer Programming vs. Expert Systems: An Experimental Comparison". Communications of the ACM, vol. 33, nº. 3, marzo, 1990, pp. 323-336.
- DHAR, VASANT, LEWIS, BARRY L. y PETERS, JAMES M.: "Assessing Inherent

Risk During Audit Planning: A Computational Model". Research Report, Peat, Marwick, Mitchell Foundation, enero, 1987.

DHAR, VASANT, LEWIS, BARRY L. y PETERS, JAMES M.: "A Knowledge-Based Model of Audit Risk". A. I. Magazine, otoño, 1988, pp. 56-63.

D'HOERAENE, J.: "Progiciels d'analyse financière (tableurs et systèmes experts)". La Revue du Financier, nº. 78, diciembre, 1990, pp. 59-62.

D'HOERAENE, J.: "Systèmes experts: demandeurs, utilisateurs bénéficiaires et victimes". La Revue du Financier, nº. 80, febrero-marzo, 1991, pp. 34-41.

DÍAZ ALEGRE, VICTORIA y NAVARRO LLUSAR, JOSÉ LUIS: "AFIN: Un sistema experto de análisis financiero de balances". Partida Doble, nº. 32, marzo, 1993, pp. 33-39.

DILLAR, JESSE F.: "Discussant's Comments on: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984.

DILLARD, JESSE F. y MUTCHLER, JANE F.: "Knowledge Based Expert Computer Systems For Audit Opinion Decisions". Technical Report Submitted to the Peat, Marwick, Mitchell Foundation, enero, 1986.

DILLARD, JESSE F. y MUTCHLER, JANE F.: "Knowledge-based Expert Support Systems in Auditing". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

DILLARD, JESSE F., RAMAKRISHNA, KAMESH y CHANDRASEKARAN, B.: "Knowledge-Based Decision Support Systems for Military Procurement. Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.

DODSON, D.C. y RECTOR, A.L.: "Importance-Driven Distributed Control of Diagnostic Inference". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist



Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.

DOHERTY, STEPHEN A.: "Emerging Technologies". Internal Auditor, diciembre, 1993, pp. 18-25.

DOLOGITE, DOROTHY G.: "Developing a Knowledge-Based System on a Personal Computer Using An Expert System Shell". Journal of Systems Management, octubre, 1987, pp. 30-7.

DONEY, LLOYD D.: "Using expert systems for job cost estimates". Management Accounting [EE.UU.], diciembre, 1987, pp. 63-4.

DONEY, LLOYD D.: "Expert systems: new technology for job cost estimating". Corporate Accounting, primavera, 1988, pp. 66-71.

DORR, PATRICK, EINING, MARTHA, y GROFF, JAMES E.: "Developing an Accounting Expert System Decision Aid For Classroom Use". Issues in Accounting Education, vol. 3, primavera, 1988, pp. 27-41.

DOUKIDIS, GEORGIOS I.: "General considerations on knowledge-base management support systems". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

DOUKIDIS, GEORGIOS I., LAND, FRANK y MILLER, GORDON: "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

DOURNEAU, JEAN-PIERRE: "Pertinence et amélioration du système d'information comptable dans les P.M.O.". Revue Française de Comptabilité, nº. 204, septiembre, 1989, pp. 63-68.

DOWNS, J. E.: "Five of the Fifth". Journal of Systems Management, agosto, 1984, pp. 23-26.

DOYLE, JON: "A Truth Maintenance System". Artificial Intelligence, 1979, pp. 231-272.

DRESS, W. B.: "Communicating Asynchronous External Data to Expert Systems". Incluido en IEEE COMPUTER SOCIETY, "The Eighteenth Southeastern Symposium on System Theory. The University of Tennessee/Knoxville, Tennessee, April 7-8, 1986". IEEE Computer So-

ciety, Tennessee, 1986.

DRESS, W. B.: "A Real-Time Expert Systems Language for Engineering Applications". Incluido en IEEE COMPUTER SOCIETY: "The Eighteenth Southeastern Symposium on System Theory. The University of Tennessee/Knoxville, Tennessee, April 7-8, 1986". IEEE Computer Society, Tennessee, 1986.

DREYER, BRENT J.: "Artificial Intelligence: The 'AI' MAI Appraiser". Appraisal Journal, vol. 57 nº. 1, enero, 1989, pp. 51-56.

DREYFUS, H. L. y DREYFUS, S. E.: "Why Expert Systems Do Not Exhibit Expertise". IEEE Expert, verano, 1986.

DUBOIS, DIDIER y PRADE HENRI: "Le traitement de l'imprécision et de l'incertitude dans les modèles de raisonnement des experts". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.]: "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

DUBOIS, DIDIER y PRADE, HENRI: "Processing of Imprecision and Uncertainty in Expert Systems". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

DUCHESSI, PETER: "The Conceptual Design for a Knowledge-Based System as Applied to the Production Planning Process". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.

DUCHESSI, PETER, O'KEEFE, ROBERT y O'LEARY, DANIEL: "A Research Perspective: Artificial Intelligence, Management and Organizations". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 2, nº. 3, agosto, 1993, pp. 151-159.

DUCHESSI, PETER, SHAWKY, HANY y SEAGLE, JOHN P.: "A Knowledge-Engineered System for Commercial Loan Decisions". Financial Management, vol. 17 nº. 3, otoño, 1988, pp. 57-65.

DUDA, RICHARD O. y GASCHNIG, JOHN G.: "Knowledge-Based Expert Systems Come of Age". Byte, septiembre, 1981, pp. 238-281.

DUDA, RICHARD O. y SHORTLIFFE, EDWARD H.: "Expert Systems Research". Science, vol. 220, abril, 1983, pp. 261-268.

- DUDA, RICHARD O., GASCHNIG, J. y HART, P.: "Model Design in the PROSPECTOR Consultant System for Mineral Exploration". Incluido en D. MICHIE (Ed.): "Expert Systems in the Microelectronic Age". Edimburgh University Press, Edimburgh, 1979, pp. 153-167.
- DUDA, RICHARD O., HART, PETER E. y NILSSON, NILS J.: "Subjective Bayesian Methods for Rule-Based Inference Systems". AFIPS Conference Proceedings of the 1976 National Computer Conference, pp. 1075-1082.
- DUDA, RICHARD O., HART, PETER E., REBOH, RENE, REITER, JOHN E. y RISCH, TORE: "Syntel: Using a Functional Language for Financial Risk Assessment". IEEE Expert, vol. 2 nº. 3, otoño, 1987, pp. 18-31.
- DUKE, GORDON: "A Cost Function Model for Expert Systems". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.
- DUNGAN, CHRISTOPHER WRIGH: "A Model of an Audit Judgement in the Form of an Expert System". Ph dissertation, Department of Accounting, University Illinois at Urb, Urbana, Illinois, 1983.
- DUNGAN, CHRIS W. y CHANDLERS, JOHN S.: "Auditor: a microcomputer-based expert system to support auditors in the field". Expert Systems, vol. 2, nº. 4, octubre, 1985, pp. 210-221.
- DUNMORE, DAVID B.: "A Rule-Based Expert System for Auditors". Edpacs, septiembre, 1987, pp. 1-5.
- DUTTA, SOUMITRA y SHEKHAR, SHASHI: "An artificial intelligence approach to predicting bond ratings". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- EAVES, B. CURTIS: "Operational Axiomatic Accounting Mechanics". The Accounting Review, julio, 1966, pp. 446-442.
- EDEN, COLIN y ACKERMANN, FRAN: "Strategic options in development and analysis (SODA) - using a computer to help with the management of strategic vision". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

- EDGE, WILLIAM R. y WILSON, EDWARD J. G.: "Expert Systems: An Internal Control Application. Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.
- EDGE, WILLIAM R. y WILSON, EDWARD J. G.: "A Prototype Expert System for Internal Auditors". The EDP Auditor Journal, vol. 1, 1989, pp. 71-77.
- EDMUNDS, ROBERT A.: "The Prentice Hall Guide to Expert Systems". Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1988.
- EDWARDS, ALEX: "Mining for knowledge". Accountancy, abril, 1987, pp. 125-7.
- EDWARDS, ALEX: "What is the answer?. In that case, what is the question?". Accountancy, agosto, 1987, pp. 97-9.
- EDWARDS, ALEX y CONNELL, N.A.D.: "Expert Systems in Accounting". Prentice-Hall//ICAEW, Hertfordshire, 1989.
- EGE, GUL y SULLIVAN, WILLIAM G.: "Expert Systems Update". Management Accounting, enero, 1990, p. 21.
- EICHER, JOHN y DAVIS, CHARLES: "Auditing Information Centers". EDPACS. The EDP Audit, Control, and Security, vol. 21, nº. 7, enero, 1994, pp. 1-16.
- EIN-DOR, PHILLIP y GINZBERG, YAAKOV: "Representing commonsense business knowledge: An initial implementation". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- EIN-DOR, PHILLIPS y SEGEV, ELI: "Managing Management Information Systems". D. C. Heath and Company, Lexington, Massachusetts, 1979.
- EINING, MARTHA M. y DORR, PATRICK B.: "The Impact of Expert System Usage on Experimental Learning in an Auditing Setting". Journal of Information Systems, vol. 5, nº. 1, primavera, 1991, pp. 1-16.
- EL MERNISSI, VERONIQUE: "Un système expert de gestion de portefeuilles". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Les Systèmes experts de ges-

- tion: banque, finance, marketing". Eyrolles, París, 1988.
- EL MERNISSI, VERONIQUE: "A Financial Management Assistant System". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.
- ELIOT, LANCE B.: "Automated Analogical Problem Solving and Expert Systems". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.
- ELMER, PETER J. y BOROWSKI, DAVID M.: "An Expert System Approach to Financial Analysis: The Case of S&L Bankruptcy". Financial Management, vol. 17, nº. 3, otoño, 1988, pp. 66-76.
- ELLAM, S.V. y MAISEY, M. N.: "A knowledged based system to assist in medical image interpretation: design and evaluation methodology". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.
- ELLIOTT, ROBERT K. y KIELICH, JOHN A.: "Expert systems for accountants". Journal of Accountancy, septiembre, 1985, pp. 126, 128-30, 32-4.
- EMERY, JAMES C.: "Sistemas de información para la dirección: El recurso estratégico crítico". Díaz de Santos, Madrid, 1990.
- ENGLARD, BOB y KISS, MARTIN: "Overview: expert systems in accounting". Florida CPA, vol. 5, febrero, 1989, pp. 18-21.
- ENGLARD, BOB, KISS, MARTIN y SCHWARTZ, HAROLD: "Expert Systems in Accounting". The CPA Journal, abril, 1989, pp. 58, 60-62.
- ENGLISH, WILLIAM L.: "Sistemas informatizados". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988, capítulo 20, pp. 459-495.
- ENNALS, RICHARD: "Micro-Prolog: La lógica como lenguaje para la alfabetización informática". Díaz de Santos. Madrid, 1987.
- ER, M. C.: "The Impact of Information Technology on Organizations".

Journal of Systems Management, abril, 1987, pp. 32-36.

ER, M. C. y NG., A. C.: "The use of computers in accountancy courses: a new perspective". Accounting and Business Research, vol. 19, nº. 76, 1989, pp. 319-326.

ERITEL: "ANIBAL: Análisis Inteligente de Balances". Folleto informativo. ERITEL, 1991.

ERNST, CHRISTIAN [Ed.]: "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

ERNST, CHRISTIAN [Ed.]: "Les Systèmes experts de gestion: banque, finance, marketing". Eyrolles, París, 1988.

ERNST, CHRISTIAN [Ed.]: "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

ERNST, CHRISTIAN: "Les systèmes experts de gestion". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

ERNST, CHRISTIAN: "Management Expert Systems". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

ERNST, CHRISTIAN: "Systèmes experts et langages d'aide à la décision". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.] : "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

ERNST, CHRISTIAN: "Les systèmes experts dans le secteur bancaire". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Les Systèmes experts de gestion: banque, finance, marketing". Eyrolles, París, 1988.

ERNST, CHRISTIAN: "Un système expert de gestion du personnel infirmier en milieu hospitalier". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

ERNST, CHRISTIAN: "Les systèmes experts en gestion, ça marche?". Revue Française de Gestion, nº. 72, enero-febrero, 1989, pp. 38-44.

ESCOBAR PÉREZ, BERNABÉ: "La aplicabilidad de los sistemas expertos en

el ámbito de la contabilidad pública". Comunicación presentada en el V Encuentro de Profesores Universitarios de Contabilidad. Sevilla, 27-29 de mayo de 1993.

ESCOBAR PINHEIRO, CELSO y SCHWABE, DANIEL: "Expert systems and social welfare benefits regulations: The Brazilian case". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

ESHERA, M. A. y BARASH, S. C.: "Parallel Rule-Based Fussy Inference on Mesh-Connected Systolic Arrays". IEEE Expert, vol. 4 nº. 4, Winter, 1989, pp. 27-35.

ESPASA-CALPE: "Diccionario Básico Espasa". Espasa-Calpe, Madrid, 1985.

ESTRIN, TEV: "ES and DSS: what's the difference?. [En francés: "SE et SAD: y a-t-il une différence?"]]. CMA - The Management Accounting Magazine, vol. 62, junio, 1988, p. 66.

ESTRIN, TEV: "Expert systems and the management accountant. [En francés: "Les systèmes experts et le CMA"]]. CMA - The Management Accounting Magazine, vol. 62, julio-agosto, 1988, p. 58.

EVANS, RON: "Expert Systems and HyperCard". Byte, enero, 1990, pp. 317-8, 22, 24.

EVENS, M.: "Expert Systems in the Accountancy Profession". Conference Proceedings of London Expert Systems Conference, Mackintosh International, 1986.

EVEREST, GORDON C. y WEBER, RON: "A Relational Approach to Accounting Models". The Accounting Review, abril, 1977, pp. 340-359.

EXTEJT, MARIAN M. y LYNN, MARC P.: "Expert Systems as Human Resource Management Decision Tools". Journal of Systems Management, noviembre, 1988, pp. 10-15.

FABAN, LAWRENCE M., KUNZ, J. C., FEIGENBAUM, E. A. y OSBORN: "Extensions to the Rule-Based Formalism for a Monitoring Task". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massa-

chusetts, 1984.

FARIÑAS DEL CERRO, LUIS y VERDEJO, Ma. FELISA: "Representación del Conocimiento". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia artificial: conceptos, técnicas y aplicaciones". Boixareu Editores, Barcelona, 1987.

FARRENY, HENRI: "Exercices programmes d'intelligence artificielle". Masson, París, 1987.

FARRENY, HENRI: "Expert Systems and Knowledge Representation Languages". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

FARRENY, HENRI: "Systèmes experts et langages d'expression de connaissances". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

FAUS I BUCH, FERRAN: "La auditoría interna". Alta Dirección, nº. 101, enero-febrero, 1982, pp. 89-95.

FAUVET, JEAN: "Le contrôle interne dans les systèmes informatiques évolués". Revue Française de Comptabilité, nº. 205, octubre, 1989, pp. 70-76.

FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE CONTADORES (IFAC): "15ª. Guía Internacional sobre Censura de Cuentas. «La auditoría en el marco del procesamiento electrónico de datos (EDP-Electronic Data Processing)»". IFAC, enero, 1984. [Traducción al castellano de Vicente Bastante Jiménez, Revista Técnica. Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, nº 10, 1985, pp. 56-58].

FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE CONTADORES (IFAC): "16ª. Guía Internacional sobre Censura de Cuentas. «Técnica de auditoría con ayuda del ordenador»". IFAC, octubre, 1984. [Traducción al castellano de Vicente Bastante Jiménez. Revista Técnica. Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, nº 10, 1985, pp. 59-64].

FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE CONTADORES (IFAC): "20ª. Guía Internacional sobre Censura de Cuentas: «The effects of an EDP Environment on the study in Evaluation of the Accountant System and related internal control»". IFAC, junio, 1985.

FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE CONTADORES (IFAC): "23ª. Guía Internacional sobre Censura de Cuentas. «Gestión continuada»". IFAC, 1986. Incluido en "Normas y Recomendaciones de Auditoría y Contabilidad", Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid, 1987.

FEDOROWICZ, JANE; OZ, EFFY y BERGER, PAUL D.: "A Learning Curve Analysis of Expert System Use". Decision Sciences, vol. 23, nº 4, julio-agosto, 1992, pp. 797-818.

FEIGENBAUM, EDWARD A. y MCCORDUCK, PAMELA: "The Fifth Generation" Addison-Wesley, Reading, MA, 1983.

FEIGENBAUM, E. A., BUCHANAN, B. G. y LEDERBERG, J.: "On Generality and Problem-solving: A Case Study Using the DENDRAL Program". En MELTZER, D. y MICHIE, D. (Eds.): "Machine Intelligence", vol. nº 6, American Elsevier, 1971, pp. 165-190.

FELIX, WILLIAM L., Jr. y KINNEY, WILLIAM R., Jr.: "Research in the Auditor's Opinion Formulation Process: State of the Art". The Accounting Review, vol. 57, nº 2, abril, 1982, pp. 245-271.

FERNÁNDEZ ESTEBAN, CARLOS: "Innovación y sistemas expertos". Dirección y Progreso, nº. 95, septiembre-octubre, 1987, pp. 40-43.

FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, FLORENCIO: "La auditoría en un entorno informatizado". Revista Técnica. Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España, nº. 3, 1993, pp. 12-17.

FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, GREGORIO: "Panorama de los sistemas expertos". Incluido en JOSÉ CUENA et al.: "Inteligencia artificial: Sistemas expertos". Alianza Editorial, Madrid, 1986, pp. 23-51.

FERNÁNDEZ PIRLA, JOSÉ MARÍA: "Teoría Económica de la Contabilidad". ICE. Madrid, 1970.

FERNÁNDEZ PIRLA, JOSÉ MARÍA: "Economía y Gestión de la Empresa". ICE. Madrid, 1976.

FERRER PIQUERAS, MANUEL: "Auditoría contable y fiscalidad". Incluido en MONTESINOS JULVE, VICENTE (Ed.): "La Auditoría en España. Situación actual y perspectivas". Universitat de València. Valencia, 1991, pp. 193-224.

- FIKES, RICHARD y KEHLER, TOM: "The Role of Frame-Based Representation in Reasoning". Communications of the ACM, vol. 28 nº. 9, septiembre, 1985, pp. 904-920.
- FIKSEL, JOSEPH y HAYES-ROTH, FREDERICK: "Knowledge Systems for Planning Support". IEEE Expert, vol. 4 nº. 3, otoño, 1989, pp. 16-23.
- FILMAN, ROBERT E.: "Reasoning with Worlds and Truth Maintenance in a Knowledge-Based Programming Environment". Communications of the ACM, vol. 31 nº. 4, abril, 1988, pp. 382-401.
- FINANCIAL ACCOUNTING STANDARDS BOARD (FASB): "Discussion Memorandum: An Analysis of Issues Related to Criteria for Determining Materiality". FASB. 1975.
- FINANCIAL ACCOUNTING STANDARDS BOARD (FASB): "Statement of Financial Accounting Concepts Nº. 2: "Qualitative Characteristics of Accounting Information". FASB. 1980.
- FINANCIAL EXECUTIVE: "The not-so-distant future of financial automation", noviembre-diciembre, 1988, pp. 30-5.
- FINEGOLD, ARYEH: "The Engineer's Apprentice". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.
- FINK, CARL.: "Knowledge-based systems for financial executives". Financial Executives Research Foundation, Morristown, N.J., 1991.
- FINLAY, PAUL N.: "Introducing Decision Support Systems". NCC Blackwell, Oxford, Manchester, 1989.
- FINLAY, PAUL N. y MARTIN, C. J.: "The State of Decision Support Systems: A Review". Omega. The International Journal of Management Science, vol. 17, nº. 6, 1989, pp. 525-531.
- FINLAY, PAUL N., FORSEY, GARETH J. y WILSON, JOHN M.: "The Validation of Expert Systems—Contrasts with Traditional Methods". Journal of the Operational Research Society, vol. 39, nº. 10, octubre, 1988, pp. 933-938.
- FINLAY, PAUL N. y WILSON, JOHN M.: "The Validation of Expert Systems-

—Contrasts with Traditional Methods: A Reply to O'Keefe's Comments". Journal of the Operational Research Society, vol. 40, nº. 5, mayo, 1989, pp. 511-512.

FIRTH, M.: "Consensus Views and Judgment Models in Materiality Decisions". Accounting, Organizations, and Society, nº. 4, 1979, pp. 283-295.

FISCHER, EDWARD: "An AI-Based Methodology for Factory Design". A. I. Magazine, vol. 7 nº. 4, otoño, 1986, pp. 72-85.

FISHER, EDWARD M.: "Building AI behind closed doors". Datamation [EE.UU.], agosto, 1986, pp. 46-48, 50.

FISHER, MARSHA J.: "Airport Gate System Is Ready for Arrival". Datamation [EE.UU.], julio, 1988, pp. 21, 25.

FLESHER, DALE L. y MARTIN, CINDY: "Artificial Intelligence". Internal Auditor, febrero, 1987, pp. 32-6.

FLORES, FERNANDO y WINOGRAD, TERRY: "Hacia la comprensión de la Informática y la Cognición". Hispano Europea. Barcelona, 1989.

FORD, F. NELSON: "Decision Support Systems and Expert Systems: A Comparison". Information and Management, nº. 8, 1985, pp. 21-26.

FORD, JOHN C.: "The Impact of Information Technology on Management through the 80s. Proceeding of the second NACCA Conference, September 1986". Juta & Co., Capte Town, 1987.

FORD, JOHN C.: "Security and Control of Information Systems". Internal Auditing, invierno, 1988, pp. 29-35.

FORD, JOHN C.: "Expert systems in auditing". Edpacs, diciembre, 1988, pp. 4-9.

FORD, JOHN C.: "Expert systems in auditing". Expert Systems: Planning/Implementation/Integration, vol. 1, primavera, 1989, pp. 49-54.

FORDYCE, KENNETH J.: "Looking at Worksheet Modeling through Expert System Eyes". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading,

Massachusetts, 1987.

FORGIONNE, GUISEPPI A.: "Effective Resource Allocation through Decision Support Systems". *Journal of Systems Management*, diciembre, 1986, pp. 26-31.

FORGIONNE, GUISEPPI A.: "A Strategy for Technology Management". *Journal of Information Systems Management*, invierno, 1988, pp. 42-51.

FORGIONNE, GUISEPPI A.: "Decision Technology Systems. A Step Toward Complete Decision Support". *Journal of Information Systems Management*, vol. 8, nº. 4, otoño, 1991, pp. 34-43.

FORTUNA LINDO, JOSÉ MARÍA, BUSTO MARROQUÍN, BEGOÑA y SASTRE CENTENO, JOSÉ M.: "Los sistemas expertos: fundamentos y aplicaciones a la Contabilidad". *Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad*. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, pp. 1323-1341.

FORTUNA LINDO, JOSÉ MARÍA, BUSTO MARROQUÍN, BEGOÑA y SASTRE CENTENO, JOSÉ M.: "Los sistemas expertos: fundamentos y aplicaciones a la Contabilidad". *Partida Doble*, nº. 17, noviembre, 1991, pp. 40-46.

FORTUNA LINDO, JOSÉ MARÍA: "Algunas consideraciones sobre los sistemas expertos en finanzas". *Esic Market*, julio-septiembre, 1992, pp. 119-135.

FORTUNA LINDO, JOSÉ MARÍA: "Algunas consideraciones sobre los sistemas expertos en finanzas". *Esic Market*, julio-septiembre, 1993, pp. 147-163.

FOSTER, EDWARD S.: "Artificial intelligence faces a crossroads". *Mini-Micro Systems*, mayo, 1984, pp. 119-120, 123, 125.

FOX, J. [Ed.]: "Expert Systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech, Maidenhead, Berkshire, 1984.

FOX, J.: "An annotated bibliography on expert systems". Incluido en J. FOX [Ed.]: "Expert systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech, Maidenhead, Berkshire, 1984.

FOX, M. E.: "Expert systems for education and training". Incluido en J. FOX: "Expert systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech,

Maidenhead, Berkshire, 1984.

FOX, MARK S.: "AI and Expert System Myths, Legends, and Facts". IEEE Expert, vol. 5 nº. 1, febrero, 1990, pp. 8-20.

FRANCIONI, JOAN M. y KANDEL, ABRAHAM: "A Software Engineering Tool for Expert System Design". IEEE Expert, vol. 3 nº. 1, primavera, 1988, pp. 33-41.

FRANCIS, J.C. y LEITCH, R.R.: "ARTIFACT: A Real-time Shell for Intelligent Feedback Control". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.

FRANK, JAMES L., DUFFIELD, CHARLES A. y SWEARINGEN, CRAIG A.: "Mentor-I: An Expert Database System for Advising Computer Science Undergraduate Students". IEEE Expert, vol. 3 nº. 2, verano, 1988, pp. 40-46.

FREDOUET, CHARLES-HENRI: "Systèmes expert et aide a la decision: l'apport de l'interfaçage en langage naturel". Revue Française de Gestion, núms. 65-66, noviembre-diciembre, 1987, pp. 137-143.

FREDOUET, CHARLES-HENRI: "Un système multi-expert de diagnostic d'entreprise". Revue Française de Comptabilité, nº. 188, marzo, 1988, pp. 67-72.

FREEDMAN, DAVID H.: "Bringing AI to the PC". Infosystems, octubre, 1984, pp. 78, 80.

FREEDMAN, DAVID H.: "AI Meets the Corporate Mainframe". Infosystems, febrero, 1987, pp. 32, 35-7.

FREEDMAN, ROY S.: "AI on Wall Street". IEEE Expert, vol. 6, nº. 2, abril, 1991, pp. 3-9.

FREEDMAN, ROY S. y FRAIL, ROBERT P.: "OPGEN: The Evolution of an Expert System for Process Planning". A. I. Magazine, vol. 7 nº. 5, Winter, 1986, pp. 58-70.

- FRENZEL, LOUIS E., Jr.: "A fondo: Sistemas expertos". Anaya Multimedia, Madrid, 1989.
- FREUNDLICH, YEHUDAH: "Transfer Pricing: Integrating Expert Systems in MIS Environments". IEEE Expert, vol. 5, nº. 1, febrero, 1990, pp. 54-62.
- FRIAS, JOSE ANTONIO y GONZÁLEZ OLIVEROS, ENRIQUE: "Inteligencia artificial y sistemas expertos". Dirección y Progreso, nº. 89, septiembre-octubre, 1986, p. 45-50.
- FRIEDENBERG, RICHARD A. y HENSLER, R. L.: "Strategy and Business Planning for Artificial Intelligence Companies: A Guide for Entrepreneurs". A. I. Magazine, vol. 7 nº. 3, agosto, 1986, pp. 111-118.
- FRIEDMAN, JACOB Y., OTIS, BRIAN W. y FRANCLICK, ERWIN: "Underwriting Insurance for an Insurer's Insurer". Financial & Accounting Systems, vol. 7, nº. 4, verano, 1991, pp. 13-19.
- FRIEND, DAVID: "Executive Information Systems: Successes and Failures, Insights and Misconceptions". Journal of Information Systems Management, otoño, 1986, pp. 31-36.
- FROST, RICHARD: "Bases de datos y Sistemas Expertos: Ingeniería del conocimiento". Díaz de Santos, Madrid, 1989.
- FU, K. S., GONZALEZ, R. C. y LEE, C. S. G.: "Robótica: Control, detección, visión e inteligencia". McGraw-Hill, Madrid, 1988.
- FUMANAL, IGNACIO: "Sistemas expertos: Un proyecto informático". Dirección y Progreso, nº. 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 9-12.
- GAINES, B. R.: "Foundations of knowledge engineering". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.
- GAL, GRAHAM FRANCIS: "Using Auditor Knowledge to Formulate Data Model Constraints: An Expert System for Internal Control Evaluation". Ph.D. Dissertation, Michigan State University, 1985.

- GAL, GRAHAM y MCCARTHY, WILLIAM: "Specification of Internal Accounting Controls in a Database Environment". Computers & Security 4, 1985, pp. 23-32.
- GAL, GRAHAM y MCCARTHY, WILLIAM: "Operation of a Relational Accounting System". Advances in Accounting, vol. 3, 1986, pp. 83-112.
- GAL, GRAHAM y STEINBART, PAUL: "Artificial Intelligence and Research in Accounting Information Systems: Opportunities and Issues". Journal of Information Systems, otoño, 1987, pp. 54-62.
- GALLAGHER, JOHN P.: "Knowledge Systems for Business: Integrating Expert Systems and MIS". Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1988.
- GALLANT, STEPHEN: "Connectionist Expert Systems". Communications of the ACM, vol. 31 nº. 2, febrero, 1988, pp. 152-169.
- GALLEGOS, FREDERICK, RICHARDSON, DANA R. y BORTHICK, R. A. FAYE: "Audit and Control of Information Systems". South-Western Publishing, Cincinnati, Ohio, 1987.
- GALLEGOS, FREDERICK y BIEBER, DOUGLAS W.: "Emerging Technology and Information Systems Auditing". Journal of Accounting and EDP, verano, 1987, pp. 47-56.
- GALLIZO, JOSÉ L. y MORENO, JOSÉ M.: "Towards Integral Decisional Systems in Management Control". Comunicación presentada en el 15º Congreso Anual de la European Accounting Association. Madrid, 22-24 de abril de 1992.
- GALLIZO, JOSÉ L., SERRANO CINCA, CARLOS y MARTÍN DEL BRÍO, BONIFACIO: "Artificial Neural Systems in Financial Statements Analysis: Ratios versus Accounting Data". 16th Congress of European Accounting Association. Turku, Finlandia, abril, 1993.
- GALLUPE, R. BRENT: "Whatever happened to decision support systems?". CMA Magazine, octubre 1991, pp. 26-29. (Aparece también publicado en francés con el título: "Qu'est-il advenu des systèmes d'aide à la décision?", pp. 19-21, 25).
- GAMBINO, ANTHONY J.: "Arthur Young Professors' Roundtable on preparing the future auditor". Journal of Accountancy, febrero, 1988, pp. 24, 27, 122.

GAMBLING, TREVOR E.: "An Expert System for Governmental Cost Accounting Standards". Informal Discussion Paper. Department of Business Studies. Portsmouth Polytechnic, 1984.

GAMBLING, TREVOR E.: "Expert systems: Stone Age rules, OK?". Accountancy, julio, 1985, pp. 125-7.

GAMMACK, J.G. y YOUNG, R.M.: "Psychological Techniques for Eliciting Expert Knowledge". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.

GANGOLLY, JAGDISH S., HEDLEY, TIMOTHY P. y WONG, CHE-TUNG: "Semantic Knowledge Bases for Financial Accounting Standards". Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 117-128.

GARCÍA CALVES, PERE: "La incertidumbre en el marco del razonamiento aproximado". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 129-153.

GARCÍA ENRÍQUEZ, JAIME, ZACCAGNINI, JOSÉ LUIS, CASAS, JAVIER, VELILLA, ARTURO y CABALLERO, AMPARO: "PCUBO: Sistema Experto de ayuda en la toma de decisión para la promoción de personal". Informe Técnico A12/91. Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC). Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, diciembre, 1991.

GARCÍA MERINO, JOSÉ Ma.: "Sistemas expertos: técnicas de informática avanzada". Dirección y Progreso, nº. 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 49-51.

GARG, PANKAJ y SCACCHI, WALT: "Ishys: Designing an Intelligent Software Hypertext System". IEEE Expert, vol. 4 nº. 3, otoño, 1989, pp. 51-63.

GARNER, B. J. y TSUI, E.: "Recent advances in computer audit research". The EDP Auditor Journal, vol. 4, 1985, pp. 3-16.

GARNER, B.J. y TSUI, E.: "Knowledge acquisition and reasoning with a canonical graph model in personal financial planning". Incluido

en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

GARSOMBKE, H. PERRIN y PARKER, LARRY M.: "Decision Support Systems and Expert Systems: Auditing in the Information Age". Journal of Accounting and EDP, invierno, 1987, pp. 20-5.

GARIJO, FRANCISCO J.: "Entorno específicos para la construcción de sistemas expertos". Incluido en JOSÉ MOMPIN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987.

GASCUEL, OLIVIER: "Un système expert pour la réalisation de diagnostics". Rairo. Technique et Science Informatique, vol. 4, nº. 4, julio-agosto, 1985, pp. 359-372.

GASCHNIG, J. G.: "Application of the PROSPECTOR System to Geological Exploration Problems". Machine Intelligence, nº. 10, 1982.

GASCHNIG, JOHN, KLAHR, PHILIP, POPE, HARRY, SHORTLIFFE, EDWARD y TERRY, ALLAN: "Evaluation of Expert Systems: Issues and Case Studies". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONAL A. WATERMAN y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983.

GATES, ERIC J.: "El uso de software en la auditoría". Dirección y Progreso, nº. 101, septiembre-octubre, pp. 33-38.

GEERTS, GUIDO y MCCARTHY, WILLIAM: "Database Accounting Systems". Incluido en WILLIAMS, B. y SPROUL, B. J. (Eds.): "Information Technology Perspectives in Accounting: An Integrated Approach", Chapman and Hall Publishers, junio, 1991.

GEIS, W. y SCHUMANN, M.: "Comparison of rule based expert systems with traditional technology selected examples". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

GELLMAN, HARVEY: "Is artificial intelligence real?. [Publicado también en francés con el título de "Peut-on vraiment parler d'intelligence. CMA - The Management Accounting Magazine, vol. 60, septiem-

bre-octubre, 1986, p. 60.

GENSSE, PIERRE: "Le renouvellement du modèle comptable: évolution ou révlution?". Revue Française de Comptabilité, nº. 139, octubre, 1983, pp. 374-383.

GENSSE, PIERRE: "A propos de comptabilité multidimensionnelle ...". Revue Française de Comptabilité, nº. 152, diciembre, 1984, pp. 500-501.

GEORGE, JOEY F. y TYRAN, CRAIG K.: "Expert systems and organizations: Predictions and evidence". Accounting, Management and Information Technologies, vol. 3, nº. 3, julio-septiembre, 1993, pp. 173-189.

GERVAIS, MICHAEL y STEPNIIEWSKI, JEAN: "Un système expert pour effectuer l'imputation comptable. Principe de fonctionnement d'un tel système". Revue Française de Comptabilité, nº. 172, octubre, 1986, pp. 47-57.

GEVARTER, WILLIAM M.: "Máquinas inteligentes. Una panorámica de la inteligencia artificial y de la robótica". Díaz de Santos, Madrid, 1987.

GEVARTER, WILLIAM B.: "The Nature and Evaluation of Commercial Expert System Building Tools". Incluido en MOCKLER, ROBERT J. (1989): "Knowledge-based systems for Management Decisions". Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, 1989. (Este artículo originalmente apareció en IEEE Computer, mayo 1987, pp. 24-41).

GHIASEDDIN, NASIR, MATTA, KHALIL, y SINHA, DIPTENDU: "The Design of an Expert System for Inventory Control". Expert Systems With Applications, vol I, nº. 4, 1990, pp. 359-366.

GIANOTTI, CLAUDIO G.: "Estimating unobservable decisions through business surveys: Preliminary results". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

GINER INCHAUSTI, BEGOÑA: "Principios contables y auditoría". Incluido en MONTESINOS JULVE, VICENTE (Ed.): "La Auditoría en España. Situación actual y perspectivas". Universitat de València. Valencia, 1991, pp. 173-192.

- GITOMER, JERRY: "Artificial intelligence". Journal of Information Systems Management, invierno, 1986, pp. 58-60.
- GODFREY, JAMES T. y PRINCE, THOMAS R.: "The Accounting Model from an Information Systems Perspective". The Accounting Review, enero, 1971, pp. 75-89.
- GOEL, ASHISH: "The reality and future of expert systems. A Manager's View of AI Research Issues". Journal of Information Systems Management, vol. 11, nº. 1, invierno, 1994, pp. 53-61.
- GOODALL, ALEX: "The Guide to Expert Systems". Learned Information, Oxford y New Jersey, 1985.
- GOODMAN, RODNEY y SMYTH, PADHRAIC: "Automated Induction of Rule-based Neural Networks from Databases". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 2, nº. 1, enero, 1993, pp. 41-54.
- GORDON, JEAN y SHORTLIFFE, EDWARD H.: "The Dempster-Shafer Theory of Evidence". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.
- GORDON, WILLIAM LARRY y KEY, JEFFREY R.: "Artificial Intelligence in Support of Small Business Information Needs". Journal of Systems Management, enero, 1987, pp. 24-8.
- GOUL, MICHAEL, HENDERSON, JOHN C. y TONGE, FRED M.: "The Emergence of Artificial Intelligence as a Reference Disciplina for Decision Support System Research". Decision Sciences, vol. 23, nº. 6, noviembre-diciembre, 1992, pp. 1263-1276.
- GRAHAM, LYNFORD E., Jr.: "Overcoming Obstacles to Expert Systems Development". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 149-170.
- GRABOWSKI, MARTHA y SANBORN, STEVE: "Knowledge Representation and Reasoning in a Real-Time Operational Control System: The Shipboard Piloting Expert System (SPES)". Decision Sciences, vol. 23, nº.

6, noviembre-diciembre, 1992, pp. 1277-1296.

GRAHAM, LYNFORD E., DAMENS, JEFFREY y VAN NESS, GEORGE: "Developing Risk Advisor<sup>SM</sup>: An Expert System for Risk Identification". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 10, nº. 1, 1991, pp. 69-96.

GRAY, GLEN L.: "Combining Expert Systems and Hypertext: Opportunities and Obstacles". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 1, enero, 1992, pp. 21-28.

GRAY, GLEN L.: "VP-Expert Update Version 3.0". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº 4, diciembre, 1992, pp. 297-299.

GRAY, N. A. B.: "Capturing Knowledge through Top-Down Induction of Decision Trees". IEEE Expert, vol. 5, nº. 3, junio, 1990, pp. 41-50.

GRAY, PAUL: "Intelligence: Artificial and Future". Journal of Information Systems Management, vol. 9, nº. 1, invierno, 1992, pp. 89-92.

GRAY, PAUL y NUNAMAKER, JAY F.: "Group Decision Support Systems". Incluido en SPRAGUE, RALPH H., Jr. y WATSON, HUGH J. (Eds.): "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, pp. 272-287.

GREENE, DAVID P.; MESERVY, RAYMAN D. y SMITH, STEPHEN F.: "Learning Audit Selection Rules from Data: A Genetic Algorithms Approach". Incluido en O'Leary, Daniel E. y Watkins, Paul R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 185-201.

GREEN, S.: "SPACES - a system for the representation of commonsense knowledge about space for design". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/-London, 1987.

GREÑO HIDALGO, ANTONIO: "Norma sobre «importancia relativa»". Primera reunión de trabajo. IX Congreso Nacional de Auditores-Censores Jurados de Cuentas. Valencia, 12 al 15 de noviembre de 1991.

- GROBSTEIN, M. y GRAIG, P. W.: "A Risk Analysis Approach to Auditing". Auditing: A Journal of Practice and Theory, vol. 3, nº. 2, 1984, pp. 1-16.
- GROLLMAN, WILLIAM K. y COLBY, ROBERT W.: "Internal Control for Small Businesses". Journal of Accountancy, diciembre, 1978, pp. 64-67.
- GROVEMAN, HOWARD: "Planificación de la auditoría". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988, capítulo 14, pp. 305-326.
- GRUDNITSKI, G.: "A Prototype of an Internal Control Expert System for the Sales/Accounts Receivable Application", Borrador de trabajo, University of Texas at Austin, enero, 1986.
- GRUDNITSKI, G.: "A Prototype of an Internal Control Expert System for the Sales/Accounts Receivable Application", Symposium on Expert Systems and Audit Judgement, University of Southern California, 1986.
- GSI TECSIDEL: "Intelligence Service". GSE Tecsidel, Madrid, 1990.
- GUALTIERI, MICHAEL: "Expert Systems in Public Warehouses". Incluido en Annual Conference Proceedings. St. Louis, Missouri. October 22-25. Volume I. Council of Logistics Management, 1989.
- GUIMARAES, TOR: "The Evolution of the Information Center". Datamation [EE.UU.], julio 15, 1984, pp. 127-128, 130.
- GULATI, D. y TANNIRU, MOHAN R.: "A Model-Based Approach to Investigate Performance Improvements in Rule-Based Expert Systems". Decision Sciences, vol. 24, nº. 1, enero-febrero, 1993, pp. 42-59.
- GUPTA, UMA G.: "Successful Deployment Strategies". Journal of Information Systems Management, vol. 9, nº. 1, invierno, 1992, pp. 21-27.
- GUPTA, JATINDER N. D. y HARRIS, THOMAS M.: "Decision Support Systems For Small Business". Journal of Systems Management, febrero, 1989, pp. 37-41 y 34.
- GUTIÉRREZ, OSCAR: "The role of an experimental approach in the design of decision support systems". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS,

GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

HADNOTT, BENNIE L.: "Audit Evidence — What Kind and How Much". CPA Journal, octubre, 1979, pp. 23-29.

HALSTEAD, RODD: "Develop Advanced Expert Systems". Byte, enero, 1990, pp. 219-224.

HALL, JAMES A.: "Decision Support Systems Arrive". Management Accounting [EE.UU.], diciembre, 1983, pp. 12, 69.

HALLAM, J. C. T., KWA, J. B. H. y HOWE, J. A. M.: "Rule-based surface classification using specular sonar reflections". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.

HANSEN, JAMES V.: "Audit Considerations in Distributed Processing Systems". Communications of the ACM, vol. 26, nº. 8, agosto, 1983, pp. 562-569.

HANSEN JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "The Feasibility of Using Artificial Intelligence Techniques for EDP Auditing". Informe para Peat, Marwick, Mitchell & Co., diciembre, 1981.

HANSEN JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "Expert Systems for Decision Support in EDP Auditing". International Journal of Computer and Information Sciences, vol. 11 nº. 5, 1982, pp. 357-379.

HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A Relational Approach to Decision Support for EDP Auditing". Communications of the ACM, vol. 27, nº. 11, noviembre, 1984, pp. 1129-1133.

HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A knowledge-based expert system for auditing advanced computer systems". European Journal of Operational Research, septiembre, 1986, pp. 371-379.

HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "A Preliminary Investigation of EDP-XPRT". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 6 nº. 1, otoño, 1986, pp. 109-123.

- HANSEN, JAMES V. y MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "Artificial Neural Networks: Foundations and Application to a Decision Problem". Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 135-141.
- HANSEN, JAMES V. y ROMNEY, MARSHALL B.: "Data Base Management Controls for Microcomputer Systems". Internal Auditor, diciembre, 1987, pp. 44-47.
- HANSEN, JAMES V., McDONALD, JAMES B. y STICE, JAMES D.: "Artificial Intelligence and Generalized Qualitative-Response Models: An Empirical Test on Two Audit Decision-Making Domains", Decision Sciences, vol. 23, nº 3, mayo-junio, 1992, pp. 708-723.
- HARKER, SAMUEL J.: "Hypertext: Technology for managing information". Internal Auditor, octubre, 1989, pp. 38-48.
- HARMON, PAUL: "Smart Buys in Artificial Intelligence". Datamation [EE.UU.], agosto, 1987, pp. 62-4, 66.
- HARMON, PAUL y KING, DAVID: "Sistemas Expertos. Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial". Díaz de Santos, Madrid, 1988.
- HARMON y SAWYER: "Creating expert systems for business and industry". 1990.
- HARO PÉREZ, JOSÉ y SOLAS MUÑOZ, MANUEL: "Una aproximación a la auditoría operativa del centro de proceso de datos". Partida Doble, nº. 37, septiembre, 1993, pp. 30-37.
- HARRINGTON, SUSAN J.: "Implementing Expert Systems: Approaches and Caveats". Journal of Systems Management, noviembre, 1988, pp. 26-9.
- HARRIS, LARRY R.: "Natural Language Front Ends". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.
- HARRIS, MARY DEE: "Natural Language in Banking". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol 1, nº. 1, enero, 1992, pp. 66-73.

HART, A.E.: "Experience in the Use of an Inductive Systems in Knowledge Engineering". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.

HARTMAN, WIM: "Expert Systems; Impact on the Auditing Profession". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/-Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

HARTNELL, TIM: "Inteligencia Artificial: conceptos y programas". Anaya Multimedia, Madrid, 1986.

HARTNELL, TIM: "Sistemas expertos. Introducción al diseño y aplicaciones". Anaya Multimedia, Madrid, 1986.

HARTVIGSEN, GUNNAR: "Limitations of Knowledge-Based Systems for Financial Analysis in Banking". Expert Systems With Applications, vol. 4, nº. 1, 1992, pp. 19-32.

HARVEY, DAVID: "Executives Switch on to EIS". Accountancy, febrero, 1989, p. 130.

HASEMAN, WILLIAM D. y WHINSTON, ANDREW B.: "Design of a Multidimensional Accounting System". The Accounting Review, enero, 1976, pp. 65-79.

HASEMAN, WILLIAM D. y WHINSTON, ANDREW B.: "Introduction to Data Management". Richard D. Irwin, 1977.

HATFIELD, FRANZ, VARLEY, THOMAS C. y MADALON, DANA A.: "Knowledge-Based Representation of System Acquisition Knowledge". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.

HATHERLY, DAVID y FRASER, RONALD: "Systems that breed experts". Accountancy, febrero, 1988, pp. 135-137.

HATON, J. P.: "Intelligence artificielle en compréhension automatique de la parole: état des recherches et comparaison avec la vision". Rairo. Technique et Science Informatique, vol. 4, nº. 3, mayo-

junio, 1985, pp. 265-287.

HAYES, RICK STEPHAN: "Developing a protocol-based expert modelo of the decision process of international bank credit officers". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

HAYES-ROTH, FREDERICK: "Knowledge-based expert systems: the state of the art in the US". Incluido en J. FOX [Ed.]: "Expert systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech, Maidenhead, Berkshire, 1984, pp. 49-62.

HAYES-ROTH, FREDERICK: "Rule-Based Systems". Communications of the ACM, vol. 28 nº. 9, septiembre, 1985, pp. 921-932.

HAYES-ROTH, FREDERICK: "Knowledge-based Expert Systems: the State of the Art". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

HAYES-ROTH, FREDERICK, WATERMAN, DONALD A. y LENAT, DOUGLAS B. [Eds.]: "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983.

HAYES-ROTH, FREDERICK, WATERMAN, DONALD A. y LENAT, DOUGLAS B.: "An Overview of Expert Systems". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONALD A. WATERMAN, y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983, pp. 3-29.

HAYWARD, S.A.: "Is a Decision Tree an Expert System?". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.

HEINRICH, STEPHEN y CHRYSLER, EARL: "An Expert System for System Design". Journal of Systems Management, noviembre, 1988, pp. 17-25.

HENDRICK, DAVID A.: "A production model construction program: Math programming to structural modeling". Incluido en L.F. PAU, J.



MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

HERRON, ORLEY R.: "The Changing Role of the Instructor in a World of Technology and Expert Systems". Incluido en BERNOLD, THOMAS y HILLENKAMP, ULRICH [Eds.]: "Expert Systems in Production and Services II. From Assessment to Action?". Elsevier Science Publishers B.B., Amsterdam, 1989, pp. 194-195.

HERTZ, DAVID BENDEL: "El directivo experto. Uso de la inteligencia artificial y de los sistemas expertos para la Gestión Financiera, Marketing, Producción y Estrategia". Díaz de Santos. Madrid, 1990.

HEUDE, RONALD: "L'audit des systèmes informatiques". La Revue du Financier, marzo-abril, 1980, pp. 22-30.

HEUER, STEPHAN, KOCH, ULRICH y CRYER, COLIN: "INVEST: An Expert System for Financial Investments". IEEE Expert, vol. 3, nº. 2, verano, 1988, pp. 60-68.

HEVIA, EDUARDO: "Manual de auditoría interna. Enfoque operativo y de gestión". Centrum. Barcelona, 1989.

HEYMANN, H. G. y BLOOM, ROBERT: "Decision Support Systems in Finance and Accounting". Quorum Books. New York, 1988.

HIIRSALMI, MIKKO y HÄMÄLLÄINEN, MATTI: "Expert support for information retrieval using graphical and object-oriented techniques". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

HINE, M. J.; GOUL, M. y PHILIPPAKIS, A.: "Organizational Health Maintenance: The Design of a Knowledge-Based Strategy Support System". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 2, nº. 3, agosto, 1993, pp. 161-176.

HINK, ROBERT F.: "How Humans Process Uncertain Knowledge: An Introduction". A. I. Magazine, vol. 8 nº. 3, otoño, 1987, pp. 41-53.

HOFFMAN, ROBERT R.: "The Problem of Extracting the Knowledge of Experts from the Perspective of Experimental Psychology". A. I. Magazine, vol. 8 nº. 2, verano, 1987, pp. 53-67.

- HOGUE, JACK T.: "A Guide to Decision Support Systems". Journal of Accounting and EDP, verano, 1987, pp. 23-26.
- HOLLAND, JOHN H. y MILLER, JOHN H.: "Artificial adaptive agents in economic theory", American Economic Review, vol. 81, mayo, 1991, pp. 365-370.
- HOLLANDER, ANITA SAWYER: "Using Rules to Model Variance Analysis". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 2, nº. 3, 1990, pp. 46-52.
- HOLLANDER, ANITA SAWYER: "A Rule-Based Approach to Variance Analysis". Incluido en O'Leary, Daniel E. y Watkins, Paul R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 203-252.
- HOLLANDER, ANITA S. y ICERMAN, RHODA C.: "Capital Budgeting in Governments: The Feasibility of Artificial Intelligence Technology". Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 109-116.
- HOLSAPPLE, CLYDE W. y WHINSTON, ANDREW B.: "Manager's Guide to Expert Systems Using GURU." Dow Jones-Irwin, Homewood, Illinois, 1986. [Este libro se publicó también en 1987 con el título de: "Business expert systems"].
- HOLSAPPLE, CLYDE W. y WHINSTON, ANDREW B.: "Business expert systems". Richard D. Irwin, Homewood, 1987.
- HOLSAPPLE, CLYDE W., TAM, KAR YAN y WHINSTON, ANDREW B.: "Expert System Integration". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.
- HOLSAPPLE, CLYDE W., TAM, KAR YAN y WHINSTON, ANDREW B.: "Adapting Expert System Technology to Financial Management". Financial Management, vol. 17 nº. 3, otoño, 1988, pp. 12-22.
- HOLSTRUM, GARY L.: "The Impact of Technological Events and Trends on Audit Evidence in the Year 2000: Phase I. Incluido en RAJENDRA P. SRIVASTAVA y N. ALLEN FORD [Eds.]: "Auditing Symposium VIII. Proceedings of the 1986 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems". School of Business, University of Kansas. Lawrence, Kansas, 1986, pp. 125-146.

- HOLSTRUN, G. L. y MESSIER, W. F., Jr.: "A Review and Integration of Empirical Research on Materiality". *Auditing: A Journal of Practice and Theory*, otoño, 1982, pp. 45-63.
- HOLSTRUM, GARY L., MOCK, THEODORE J. y WEST, ROBERT N.: "Information Systems in the 1990s". *Internal Auditor*, febrero, 1990.
- HOPKINS, BOB: "Executive Information Systems take off". *CMA Magazine*, octubre, 1991, pp. 31-32. (Aparece también publicado en francés con el título: "Essor des systèmes d'information pour cadres supérieurs", pp. 22, 24-25).
- HOPPE, THOMAS y MESEGUER, PEDRO: "VVT Terminology: A Proposal". *IEEE Expert*, vol. 8, nº. 3, junio, 1993, pp. 48-55.
- HOPWOOD, ANTHONY y PAGE, MICHAEL: "The Future of IT and the Accountant". *Accountancy*, enero, 1987, pp. 105-107.
- HOROWITZ, EMMANUEL y ROZENHOLC, MAIA: "Un système expert de gestion du risque bancaire dans l'octroi de credits aux PME/PMI". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.
- HOUGHTON, TONY y GARDNER, MICHAEL: "Expert Systems at the Customer Interface". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 1, nº 4, diciembre, 1992, pp. 288-296.
- HOWARD, H. CRAIG y REHAK, DANIEL R.: "KADBASE: Interfacing Expert Systems with Databases". *IEEE Expert*, vol. 4, nº. 3, otoño, 1989, pp. 65-76.
- HOWORKA, GARY, MOEUR, LAURA y GOUL, MICHAEL: "The Design of Co-Audit: An Experimental Testbed System to Support Research on the Next Generation of Audit Technology", *Expert Systems With Applications*, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 153-169.
- HSIEH, CHANG-TSEH: "Some Potential Applications of Artificial Neural Systems in Financial Management". *Journal of Systems Management*, vol. 44, nº. 4, abril, 1993, pp. 12-15.
- HUFF, SID L.: "DSS Development: Promise and Practice". *Journal of Information Systems Management*, otoño, 1986, pp. 8-15.

HUGHES, S.: "Question classification in rule-based systems. Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.

HUMPHREYS, PATRICK: "Intelligence in decision support: a process model". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND, y GORDON MILLER, "Knowledge based managment support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

HUMPHREY, SUSANNE M.: "A Knowledge-Bases Expert System for Computer-Assisted Indexing". IEEE Expert, vol. 4, nº. 3, otoño, 1989, pp. 25-38.

HUSER, KAREN GRIGALUSKI: "From Silence to Action". Infosystems, marzo, 1987, 52-53.

HUWS, HOWELL, WINTRUB, MARCY y MARTIN, NANCY: "Knowledge-Based Systems Development. A Methodology for Management". Journal of Information Systems Management, vol. 9, nº. 3, verano, 1992, pp. 51-56.

HYE, LEE MENG y ELLA SIU YEE NAR: "An expert system for the teaching of income tax in the accounting curriculum". Accounting Education, vol. 2, nº 1, marzo, 1993, pp. 43-52.

HYNYNEN, JUHA E.: "Knowledge-based coordination in distributed productions management". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

IEEE COMPUTER SOCIETY: "The Eighteenth Southeastern Symposium on System Theory. The University of Tennessee/Knoxville, Tennessee, April 7-8, 1986". IEEE Computer Society, Tennessee, 1986.

IGLESIAS LEZAMA, JOSÉ IGNACIO: "Técnicas para la auditoría de estados financieros obtenidos por ordenador". Revista Técnica. Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, nº 7, 1983, pp. 4-20.

IJIRI, Y.: "Physical Measures and Multi-Dimensional Accounting". Incluido en JAEDICKE, R.K., IJIRI, Y. y NIELSON, O. (Eds.): "Research in Accounting Measurement". American Accounting

- Association, Evanston, Illinois, 1966, pp. 150-164.
- IJIRI, Y.: "Theory of Accounting Measurement". American Accounting Association, Sarasota, Florida, 1975.
- IJIRI, YUJI: "New Dimensions in Accounting Education: Computers and Algorithms". Issues in Accounting Education, 1983, pp. 168-173.
- IJIRI, YUJI y KELLY, EDWARD C.: "Multidimensional Accounting and Distributed Databases: Their Implications for Organizations and Society". Accounting, Organizations and Society, vol. 5, no. 1, 1980, pp. 115-123.
- IJIRI, YUJI y KRIEBEL, CHARLES H.: "Data Collection and Information Technology in the Accounting Curriculum". Papel de trabajo. Graduate School of Industrial Administration. Carnegie-Mellon University. Octubre, 1984, pp. 1-4.
- IJIRI, Y., MATTESSICH, R., RAPPAPORT, A., SUMMERS, E.L. y THOMAS, A.L.: "Report of the Committee on Foundations of Accounting Measurements". The Accounting Review - Supplement to Vol. XLIV, 1971, pp. 10-11.
- INCE, DARREL: "Knowledge is power". Accountancy, junio, 1988, pp. 136-138.
- INFERENCE CORPORATION: "ART-IM for Knowledge-Based Systems: A Product Overview". Inference. Inference Corporation.
- INFERENCE CORPORATION: "ART-IM for Knowledge-Based Systems: A Technical Overview". Inference. Inference Corporation.
- INFERENCE CORPORATION: "ART-IM/MVS Environment and Integration Overview". Inference. Inference Corporation. 1990.
- INFERENCE CORPORATION: "CBR Express". Inference. Inference Corporation.
- INFERENCE CORPORATION: "Case Based Reasoning: Relationship to Induction and Neural Networks". Inference. Inference Corporation. Febrero, 20, 1991.
- INFERENCE CORPORATION: "Case Based Reasoning Technology Backgrounder". Inference. Inference Corporation. Julio, 1991.

INFERENCE CORPORATION: "CBR Express Product Backgrounder". Inference. Inference Corporation. Julio, 1991.

INSTITUTE OF CHARTERED ACCOUNTANTS IN ENGLAND AND WALES (ICAEW): "Information Technology Statement Nº. 3.: Control and Management of Information". Accountancy, abril, 1987, pp. 160-166.

INSTITUTE OF INTERNAL AUDITORS (IIA): "Statement of Responsibilities of Internal Auditors". New York, The Institute of Internal Auditors, 1947.

INSTITUTE OF INTERNAL AUDITORS (IIA): "Code of Ethics". The Institute of Internal Auditors, 1968.

INSTITUTE OF INTERNAL AUDITORS (IIA): "Standards for the Professional Practice of Internal Auditing". The Institute of Internal Auditors, Altamonte, Springs, Florida, 1978.

INSTITUTE OF INTERNAL AUDITORS (IIA): "Statement on Internal Auditing Standards (SIAS) Nº. 5: Internal auditors' relationship with independent outside auditors". The Institute of Internal Auditors, Altamonte, Springs, Florida, 1978.

INSTITUTE OF INTERNAL AUDITORS (IIA): "Professional Internal Auditing Standards Volume". The Institute of Internal Auditors, Altamonte, Springs, Florida, 1985.

INSTITUTO DE CENSORES JURADOS DE CUENTAS DE ESPAÑA: "Manual de Auditoría". Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid. 1982.

INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "Instituto de Ingeniería del Conocimiento: Presentación". Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad de Autónoma de Madrid, Madrid.

INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "Redes Neuronales". Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad de Autónoma de Madrid, Madrid.

INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "Sistemas Expertos en tiempo real, para el control de procesos industriales". Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad de Autónoma de Madrid, Madrid.

INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "PCUBO: Sistema experto para propuesta de promoción de personal". Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad de Autónoma de Madrid, Madrid.

INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "AFIN: Sistema experto de ANÁLISIS FINANCIERO de Balances". Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad de Autónoma de Madrid, Madrid, 1992.

INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "RAMA: Reconocimiento y almacenamiento automático de documentos manuscritos". Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad de Autónoma de Madrid, Madrid, octubre, 1992.

INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "HINT: Heterogeneous integration architecture for intelligent control systems". Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad de Autónoma de Madrid, Madrid.

INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO (IIC): "SARA: Entorno para el desarrollo de aplicaciones de redes neuronales". Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad de Autónoma de Madrid, Madrid.

INTELLICORP: "KEE Software Development System User's Manual". KEE versión 3.0. Intellicorp Company, 1987.

IRGON, ADAM, ZOLNOWSKI, JEAN, MURRAY, KAREN J. y GERSHO, M.: "Expert System Development: A Retrospective View of Five Systems". IEEE Expert, vol. 5, nº. 3, junio, 1990, pp. 25-40.

ISHII, KOICHI y HAYAMI, SAKAE: "Expert Systems in Japan". IEEE Expert, vol. 3 nº. 2, verano, 1989, pp. 69-74.

ISHIKAWA, H., IZUMIDA, Y., YOSHINO, T., HOSHIAI, T. y MAKIN: "KID: Designing a Knowledge-Based Natural Language Interface". IEEE Expert, vol. 2, nº. 1, verano, 1987, pp. 57-71.

ISHIZUKA, M. y MOTO-OKA, T.: "Overview of expert systems in Japan". Incluido en J. FOX [Ed.]: "Expert systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech, Maidenhead, Berkshire, 1984.

ISKANDAR, MAI y MCMANN, PAUL: "Expert Systems in Auditing: Advantages

and Applications". The EDP Auditor Journal, vol. 4, 1989, pp. 41-51.

ISUNZA, MARIO y GUTIERREZ, ANANIAS: "Sistemas Expertos e Industria". Chip, nº. 59, junio, 1986, pp. 59-63.

JACKSON, P.: "Reasoning about Belief in the Context of Acvite-giving Systems". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.

JACKSON, MARY: "Understanding Expert Systems. Using Crystal". John Wiley & Sons, Chichester, 1992.

JACOB, VARGUESE S. y BAILEY, ANDREW D. Jr.: "A decision process approach to expert systems in auditing". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

JACOB, VARGHESE S. y TURNER, JOANNE. H.: "FRACAS: A Computerized Aid for Reasoning in Tax". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 2, mayo, 1992, pp. 103-121.

JACOBSON, SCOTT y WOLFE, CHRISTOPHER: "Auditing with your microcomputer". Journal of Accountancy, febrero, 1990, pp. 70-80.

JAEGER, WOLFGANG: "Del negocio informático al del conocimiento". CHIP, nº. 100, marzo, 1990, p. 80.

JAIN, SANJAY, BARBER, KARON y OSTERFELD, DAVID: "Expert Simulation for On-line Scheduling". Communications of the ACM, vol. 33, nº. 10, octubre, 1990.

JAMEUX, CLAUDE: "Pouvoir et organisation face aux nouvelles technologies de l'information". Revue Française de Gestion, marzo-abril-mayo, 1989, pp. 75-83.

JAMIESON, RODGER: "An Audit Approach to Knowledge Based Systems under Development". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by

Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

JAMIESON, RODGER: "Perspectives on Auditing Operational Knowledge Based Systems". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

JANCURA, ELISE G. y MICHENZI, ALFRED R.: "Review of Distributed Data Base Systems". The Internal Auditor, agosto, 1983, pp. 50-56.

JANEWAY, WILLIAM H.: "Financing the Future". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.

JANEZ ESCALADA, LUIS: "Análisis de imágenes". Incluido en JOSÉ MOMPIN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 179-191.

JANEZ, LUIS: "La inteligencia artificial". Dirección y Progreso, nº. 101, septiembre-octubre, 1988, p. 89.

JARKE, MATTHIAS: "DAIDA: Conceptual Modeling and Knowledge-based Support of Information Systems Development Processes". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 9, nº. 2, 1990, pp. 121-133.

JENKINS, JOHN y YUSOFF, MOHAMMED: "Modelling knowledge in decision support systems: framework, problems, and implementaion - a case study from public". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

JHEE, WON CHULL y LEE, JAE KYU: "Performance of Neural Networks in Managerial Forecasting". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 2, nº. 1, enero, 1993, pp. 55-71.

JIAMBALVO, J. J. y WALLER, W.: "Decomposition and Assessments of Audit Risk". Auditing: A Journal of Practice and Theory, vol. 3, nº. 2, 1984, pp. 80-88.

JIH, WEN-JANG KENNY: "An Expert Prototype for Lease Accounting". Financial & Accounting Systems, vol. 7, nº. 2, verano, 1991, pp. 23-28.

JOHNSON, CARROLL K. y JORDAN, SARA R.: "Emergency Management of Inland Oil and Hazardous Chemical Spills: A Case Study in Knowledge Engineering". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONAL A. WATERMAN y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983.

JOHNSON, JAN: "Expert systems: for you?". Datamation [EE.UU.], febrero, 1984, pp. 82, 84, 88.

JOHNSON, K. P. y JAENICKE: "Evaluating Internal Control". John Wiley & Sons, 1980.

JOHNSON, ORACE: "Toward an 'Events' Theory of Accounting". The Accounting Review, octubre, 1970, pp. 641-653.

JOHNSON, S.R., CONNOLLY, J.H. y EDMONDS, E.A.: "Spectrogram Analysis: A Knowledge-bases Approach to Automatic Speech Recognition". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.

JOHNSON, TIM: "NLP takes off". Datamation [EE.UU.], enero, 1986, pp. 91-93.

JONES, KIRK: "Intelligent computers for business needs". Financial Executive, septiembre-octubre, 1987, pp. 13-15.

JONES, CHRISTOPHER V. y GUIGNARD, MONIQUE: "MAPNOS: Mathematical Programming Formulation Normalization System". Expert Systems with Applications, Vol. 1, nº. 4, 1990, pp. 367-381.

JONES, M.J. y CRATES, D.T.: "Expert Systems and Videotex: An Application in the Marketing of Agrochemicals". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.

JONES, ROBIN y FAIRHURST, MICHAEL: "Inteligencia artificial con el ZX

Spectrum". Paraninfo, Madrid, 1986.

JOURNAL OF ACCOUNTANCY: "IRS computer innovations", Journal of Accountancy, agosto, 1987, pp. 50, 52.

JOURNAL OF ACCOUNTANCY: "Technology panel tracks progress of artificial intelligence: what is it?", Journal of Accountancy, diciembre, 1987, p. 58.

JOURNAL OF ACCOUNTANCY: "Beyond forecasting". Journal of Accountancy, diciembre, 1987, pp. 102, 104.

JOURNAL OF ACCOUNTANCY: "Demand up for AI experts", febrero, 1988, pp. 89-90.

JURAS, PAUL E.: "The Next Generation of Decision Support". The CPA Journal, mayo, 1989, pp. 72-74.

KAISER, GAIL E., BARGHOUTI, N.S., FEILER, P.H. y SCHWANKE, R.: "Database Support for Knowledge-Based Engineering Environments". IEEE Expert, vol. 3, nº. 2, verano, 1988, 18-32.

KAISER, RICHARD W.: "Knowledge-based systems". Journal of Accountancy, enero, 1990, pp. 111-112, 114.

KANDEL, ABRAHAM [Ed.]: "Fuzzy Expert Systems". CRC Press. Boca Ratón, Florida, 1992.

KARAYIANNIS, NICOLAOS B. y VENETSANOPOULOS, ANASTASIOS N.: "Artificial Neural Networks. Learning Algorithms, Performance Evaluation, and Applications". Kluwer Academic Publishers. Boston. 1993.

KARLINSKY, STEWART S. y O'LEARY, DANIEL E.: "A Framework for Taxation--Based Computer Decision Systems". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 2, marzo, 1988, pp. 13-16.

KARLINSKY, STEWART S. y O'LEARY, DANIEL E.: "Tax-Based Expert Systems: A First Principles Approach". Incluido en O'Leary, Daniel E. y Watkins, Paul R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 163-184.

KASTNER, JOHN, APTÉ, CHIDANAND, GRIESMER, JAMES, HONG, SE JUNE, KARNAUGH, MAURICE, MAYS, ERIC y TOZAWA, YOSHIO: "A Knowledge-Based

Consultan for Financial Marketing". A. I. Magazine, vol. 7 nº. 5, invierno, 1986, pp. 71-79.

KASTNER, JOHN, APTÉ, CHIDANAND, GRIESMER, JAMES, HONG, SE JUNE, KARNAUGH, MAURICE, MAYS, ERIC y TOZAWA, YOSHIO : "Un système expert de marketing financier". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Les Systèmes experts de gestion: banque, finance, marketing". Eyrolles, París, 1988.

KAY, ALAN: "Inventing the Future". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.

KEEN, M.J.R. y WILLIAMS, G.: "Expert Systems Shells Come Age". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.

KEEN, P. G. W. y SCOTT-MORTON, M. S.: "Decision Support Systems: An Organizational Perspective". Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1978.

KEIM, ROBERT T. y JACOBS, SHEILA: "Expert systems: The DSS of the future?". Journal of Systems Management, diciembre, 1986, pp. 6-14.

KELLER, E. ROBERT: "Expert Systems: Alive and Well!". Journal of Systems Management, noviembre, 1988, pp. 35-7.

KELLER, CARL E., Jr.; YEN, DAVID (CHI-CHUNG); HELMS, GLENN L. y WARNOCK, P. S.: "What Can Expert Systems Be Doing in Accounting?". Journal of Accounting and EDP, verano, 1990, pp. 11-20.

KELLY, KIRK P.: "Expert Problem Solving for the Audit Planning Process", unpublished Ph.D. dissertation, University of Pittsburgh, 1984.

KELLY, KIRK P.: "A Knowledge-Based Theory of the Audit Planning Process", Working Paper, 1987.

KELLY, KIRK P.: "Modeling The Audit Planning Process". Expert Systems

Review for Business and Accounting, vol 1, nº. 1, septiembre-octubre, 1987, pp. 3, 7-9, 13.

KELLY, KIRK P., RIBAR, GARY S. y WILLINGHAM, JOHN J.: "Interim Report on the Development of an Expert System for the Auditor's Loan Loss Evaluation". Incluido en RAJENDRA P. SRIVASTAVA y N. ALLEN FORD [Eds.]: "Auditing Symposium VIII. Proceedings of the 1986 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems". School of Business, University of Kansas. Lawrence, Kansas, 1986, pp. 167-181.

KELNHOFER, KENNETH E. y DONEY, LLOYD D.: "Why an Insurer Risked \$6.000 on an Expert Budget Review". Financial & Accounting Systems, vol. 7, nº. 1, primavera, 1991, pp. 5-9.

KERR, SUSAN: "Users, Vendors Team On Expert Systems". Datamation [EE.UU.], septiembre, 1987, pp. 18-20.

KERR, SUSAN: "Using AI to Improve Security". Datamation [EE.UU.], febrero 1, 1990, pp. 57-58, 60.

KERR, SUSAN: "Inteligencia artificial para mejorar la seguridad". [Original en DATAMATION (EE.UU.), febrero, 1990], Datamation [España], nº. 56, mayo, 1990, pp. 88-90.

KERREMANS, M., THEUNISSE, H. y VAN OVERLOOP, G.: "Impact of Automation on Cost Accounting". Accounting and Business Research, Vol. 21, nº. 82, primavera, 1991, pp. 147-155.

KERSCHBERG, LARRY y DICKINSON, JOHN: "FINEX: A PC-based Expert Support System for Financial Analysis". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

KERSCHBERG, LARRY y DICKINSON, JOHN: "Un système expert d'aide à l'analyse financière". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Les Systèmes experts de gestion: banque, finance, marketing". Eyrolles, París, 1988.

KEYES, JESSICA: "Diseño de sistemas pensando en el usuario". Datamation (España), nº 48, septiembre, 1989, pp. 61-65.

KEYES, JESSICA: "The SEC's Intelligent Search for Truth in Financial

Statements", *Financial & Accounting Systems*, vol. 7, nº. 1, primavera, 1991, pp. 52-55.

KEYES, JESSICA: "Five Micro-Based Financial Experts". *Financial & Accounting Systems*, vol. 7, nº. 2, verano, 1991, pp. 5-9.

KEYES, JESSICA: "Artificial Financial Intelligence". *Financial & Accounting Systems*, vol. 7, nº. 3, otoño, 1991, pp. 12-15.

KEYES, JESSICA: "A Financial Expert's Way of Knowledge". *Financial & Accounting Systems*, vol. 7, nº. 3, otoño, 1991, pp. 41-44.

KEYES, JESSICA: "Predicting Loan Performance". *Financial & Accounting Systems*, vol. 7, nº. 4, invierno, 1991, pp. 53-55.

KHANDEKER, J. G. y PHALKE, A. A.: "Evaluating Audit Quality with Expert Systems". *Internal Auditor*, vol. 48, nº. 5, octubre, 1991, pp. 14-16.

KICK, RUSSELL C.: "Auditing an Expert System". *Expert Systems: Planning/Implementation/Integration*, vol. 1, verano, 1989, pp. 33-38.

KIDD, A. y WELBANK, M.: "Knowledge acquisition". Incluido en J. FOX [Ed.]: "Expert systems: State of the Art Report". Pergamon Info-tech, Maidenhead, Berkshire, 1984.

KIM, SEUNG-LAE y ARINZE, BAY: "A Knowledge Based Decision Support System for Setup Reduction". *Decision Sciences*, vol. 23, nº. 6, noviembre-diciembre, 1992, pp. 1389-1407.

KIN, CHEE LAI y HWEE, TAN AH: "Connectionist expert systems for intelligent advisory applications". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

KING, DAVID: "The role of knowledge systems in Commercial Institutions". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

KING, DAVID: "Building Computerized Financial Advisors: The User Model and Human Interface". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT

[Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

KING, M.: "Experiments with Experts Developing Simple Expert Systems". Omega. The International Journal of Management Science, Vol. 17, nº. 2, 1989, pp. 123-134.

KING, KARL G. y ELLIOTT, RAYMOND W.: "In plain english, please". Journal of Accountancy, marzo, 1990, pp. 43-46, 48.

KING, MALCOLM y MCAULAY, LAURIE: "A Standard Costing Knowledge Base: Building and Using an Expert System in Management Accounting Education". Issues in Accounting Education, Vol. 6, nº. 1, primavera, 1991, pp. 97-111.

KJAERDGAARD, DIAN: "A political-cognitive view of the knowledge-base for management support". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

KLAHR, PHILIP y WATERMAN, DONALD A.: "Expert Systems: Techniques, Tools and Applications". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts.

KLEIN, MICHEL: "Aide à la décision et systèmes experts en finance". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Les Systèmes experts de gestion: banque, finance, marketing". Eyrolles, París, 1988.

KO, CHEN-EN y LIN, THOMAS W.: "Multiple Criteria Decision Making and Expert Systems. Incluido en American Accounting Association: "Collected Abstracts of the American Accounting Association's Annual Meeting. August 15-17, 1988, Orlando, Florida". American Accounting Association. Sarasota. Florida. 1988.

KOLTYS, HENRY: "Corporate Counsel Cut Costs With AI". Journal of Information Systems Management, Vol. 9, nº. 1, invierno, 1992, pp. 82-85.

KOULOUMDJIAN, JACQUES y MOLL, GEORGES-HENRI: "Vers une architecture répartie des bases de connaissances". Rairo. Technique et Science Informatique, vol. 7 nº. 2, 1988, pp. 219-234.

KOVAL, ERWIN S. [Ed.]: "Expert Systems: valuable tools". Management

- Accounting [EE.UU.], marzo, 1989, p. 6.
- KOWALSKI, ROBERT: "AI and software engineering". Datamation [EE.UU.], noviembre, 1984, pp. 92-5, 98, 100, 102.
- KOWALSKI, ROBERT: "Lógica, Programación e Inteligencia Artificial". Díaz de Santos, Madrid, 1986.
- KRAFT, ARNOLD: "XCON: An Expert Configuration System at Digital Equipment Corporation". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.
- KROGER, JOSEPH J.: "Artificial Intelligence: Debunking the Myths". Corporate Accounting, invierno, 1987, pp. 82-3.
- KRYZANOWSKI, LAWRENCE, GALLER, MICHAEL y WRIGHT, DAVID W.: "Using Artificial Neural Networks to Pick Stocks". Financial Analysts Journal, julio-agosto, 1993, pp. 21-27.
- KUPFER, ANDREW: "Now, live experts on a floppy disk". Fortune, vol. 116, octubre 12, 1987, pp. 47-51.
- KWIECIEN, MIROSLAWA LUCYNA y MAKAREWICZ, BEATA: "The Application of Artificial Intelligence in Accounting". 15th Annual Congress of the European Accounting Association. Madrid, 22-24 de abril de 1992. AECA-Caja Madrid, Madrid, 1992.
- LAGACHE, JEAN-CHARLES: "Méthodologie de développement des systèmes experts". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.
- LAN, M. S. y PANOS, R. M.: "Printing Press Configuration: A Knowledge--Based Approach". IEEE Expert, vol. 5, nº. 1, febrero, 1990, pp. 65-73.
- LAND, FRANK: "Introduction". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.
- LANDY, JANE: "The Change of Ownership Risk Adviser". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International

Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

LANGOT, JACQUELINE: "Recherches en théorie comptable". Revue Française de Comptabilité, nº. 185, diciembre, 1987, pp. 54-59.

LARRAÑETA, J., ONIEVA, L., LOZANO, S. y DÍAZ, A.: "Inteligencia artificial aplicada a la planificación, programación y control de la producción". Alta Dirección, enero-febrero, 1991, pp. 101-108.

LAUER, JOACHIM y STETTLER, DAVID M.: "New Directions for Information Centers". Journal of Systems Management. octubre, 1987, pp. 6-11.

LAUFMANN, STEVEN C., DEVANEY, MICHAEL y WHITING, MARK A.: "A Methodology for Evaluating Potential KBS Applications". IEEE Expert, diciembre, 1990, pp. 43-61.

LAURENT, J. P.: "La Structure de contrôle dans les systèmes experts". Rairo. Technique et Science Informatique, nº. 3, vol. 3, 1984, pp. 161-177.

LAURIERE, JEAN-LOUIS: "Représentation et utilisation des connaissances. Première partie: Les systèmes experts". Rairo. Technique et Science Informatique, vol. 1, nº. 1, 1982, pp. 25-42.

LAURIERE, JEAN-LOUIS: "Représentation et utilisation des connaissances. Deuxième partie: Représentation des connaissances". Rairo. Technique et Science Informatique, vol.1, nº. 2, 1982, pp. 109-133.

LAW, PHAIH-LAN, TSENG, MITCHELL M. y OW, PETER: "Managing AI technology transfer for manufacturing applications". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

LE BEUX, P. y FONTAINE, D.: "Un système d'acquisition des connaissances pour systèmes experts". Rairo. Technique et Science Informatique, vol. 5, nº. 1, 1986, pp. 7-20.

LE MOIGNE, J. L. y DEMAILLY, A.: "Sciences de l'intelligence sciences de l'artificiel; avec H.A. Simon". Presses Univers. Lyon, 1986.

LE MOIGNE, JEAN-LOUIS: "Intelligence artificielle et raisonnement

economique". Mondes en Developpment, Tomo 18, nº. 72, 1990, pp. 11-18.

LECOT, KOENRAAD: "Using Expert Systems in Banking: The Case of Fraud Detection and Prevention". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol 1, nº. 3, junio, 1988, pp. 17-20.

LECOT, KOENRAAD: "ICARE: A Knowledge Based Underwriting System". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 2, nº. 2, abril, 1993, pp. 101-111.

LEDERER, ALBERT L. y SPENCER, VICTORIA L.: "The Effective Information Center: Targeting the Individual User for Success". Journal of Systems Management, enero, 1988, pp. 22-26.

LEE, CHAE Y.: "An intelligent classification and formulation on network problems". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

LEE, JAE KYO, CHU, SEOK CHIN y KIM, MIN YONG: "A knowledge-based formulation of linear programming models using UNIT-OPT". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

LEE, SANG BIN y OH, SEUNG HYUN: "A Comparative Study of Recursive Partitioning Algorithm and Analog Concept Learning System". Expert Systems with Applications, Vol. 1, nº. 4, 1990, pp. 403-416.

LEGEARD, BRUNO y RUEHER, MICHEL: "Une démarche pour le prototypage en Prolog". Rairo. Technique et Science Informatique, vol. 8 nº. 5, 1989, pp. 423-438.

LEIGH, WILLIAM E. y DOHERTY, MICHAEL E.: "Decision support and expert systems". South-Western Publishing Co. Cincinnati, 1986.

LEINWEBER, DAVID: "Expert Systems in Space". IEEE Expert, vol. 2, nº. 1, primavera, 1987, pp. 26-36.

LEINWEBER, DAVID: "Knowledge-Based Systems for Financial Applications". IEEE Expert, vol. 3, nº. 3, otoño, 1988, pp. 18-31.

- LENAT, DOUGLAS B. y BROWN, J. S.: "Why AM and EURISKO Appear to Work". Artificial Intelligence, nº. 23, 1984.
- LENAT, DOUGLAS B., DAVIS, RANDALL, DOYLE, JON, GENESERETH, MICHAEL, GOLDSTEIN, IRA, SCHROBE, HOWARD: "Reasoning about Reasoning". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONAL A. WATERMAN y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983.
- LEONARD-BARTON, DOROTHY y SVIOKLA, JOHN: "Putting expert systems to work". Harvard Business Review, marzo-abril, 1988, pp. 91-103.
- LEONARD-BARTON, DOROTHY y SVIOKLA, JOHN: "Los sistemas expertos pueden hacer mucho por su empresa". Harvard-Deusto (Business Review), 4º trimestre, 1988, pp. 98-108.
- LERASALSO, EMILIO: "Las tecnologías de la información y la nueva empresa". Alta Dirección, nº 142, noviembre-diciembre, 1988, pp. 61-68.
- LEVEL FIVE RESEARCH, INC.: "INSIGHT 2 — Reference Manual Overview for the Demonstration System". Level Five Research Melbourne Beach, Florida.
- LÉVINE, PIERRE y POMEROL, JEAN-CHARLES: "Systèmes interactifs d'aide à la décision et systèmes experts". Hermes, París, 1989.
- LÉVINE, PIERRE y POMEROL, JEAN-CHARLES: "Knowledge Representation by Schemata in Financial Expert Systems". Theory and Decision, núms. 1-2, julio-septiembre, 1989, pp. 147-161.
- LEY 19/1988, de 12 de julio, de Auditoría de Cuentas.
- LIANG, TING-PENG: "Expert Systems as Decision Aids: Issues and Strategies". Journal of Information Systems, primavera, 1988, pp. 41-50.
- LIANG, TING-PENG: "A Composite Approach to Inducing Knowledge For Expert Systems Design". Management Science, vol. 38, nº. 1, enero, 1992, pp. 1-17.
- LIANG, TING-PENG, CHANDLER, JOHN S. y HAN, INGOO: "Integrating Statistical and Inductive Learning Methods for Knowledge Acquisition". Expert Systems with Applications, Vol. 1, nº. 4, 1990, pp. 391-401.

- LIANG, TING-PENG, MOSKOWITZ, HERBERT y YIH, YUEHWERN: "Integrating Neural Networks and Semi-Markov Processes for Automated Knowledge Acquisition: An application to Real-time Scheduling". Decision Sciences, vol. 23, nº. 6, noviembre-diciembre, 1992, pp. 1297-1314.
- LIBBY, R., ARTMAN, J. T. y WILLINGHAM, J. J.: "Process Susceptibility, Control Risk and Audit Planning". The Accounting Review, abril, 1985, pp. 212-230.
- LIEBERMAN, ARTHUR Z. y WHINSTON, ANDREW B.: "A Structuring of an Events-Accounting Information System". The Accounting Review, abril, 1975, pp. 246-258.
- LIEBOWITZ, JAY: "Useful Approach for Evaluating Expert Systems". Expert Systems, Vol 3, nº. 2, 1986.
- LIEBOWITZ, JAY: "Misinformation prolongs expert systems myths". Datamation [EE.UU.], noviembre, 1987, pp. 26-9.
- LIM, MENG-HIOT y TAKEFUJI, YOSHIYASU: "Implementing Fuzzy Rule-Based Systems on Silicon Chips". IEEE Expert, vol. 5, nº. 1, febrero, 1990, pp. 31-45.
- LIN, ENGMING: "Expert Systems for Business Applications: Potentials and Limitations". Journal of Systems Management, julio, 1986, pp. 18-21.
- LIN, KUANG-PIN y PERRY, STAN: "Analysis of data for economic rationality". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- LIN, W. THOMAS y HARPER, WILLIAM K.: "A decision-oriented management accounting information system". Cost and Management, noviembre-diciembre, 1981, pp. 32-36. Incluido en WILKINSON, JOSEPH W. y KNEER, DAN C.: "Information Systems for Accounting and Management: Concepts, Applications, and Technology". Prentice-Hall. Englewood Cliffs, 1987, pp. 8-15.
- LINDEN, THEODORE A.: "Planning by Transformational Synthesis". IEEE Expert, vol. 4, nº. 2, verano, 1989, pp. 46-55.

LINDSAY, R. K., BUCHANAN, B., FEIGENBAUM, E. A. y LEDERBERG, J.: "Applications of Artificial Intelligence to Chemistry: The DENDRAL Project". McGraw-Hill, New York, 1980.

LITHP SYSTEMS BV: "What are expert systems". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

LITHP SYSTEMS BV: "Business Review Expert System `BRES'". User's manual for BRES". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

LIU, X. y GAMMERMAN, A.: "On the validity and applicability of the INTERNO system". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.

LOEBBECKE, JAMES K. y ZUBER, GEORGE R.: "Evaluating Internal Control". Journal of Accountancy, febrero, 1980, pp. 49-56.

LOEBBECKE, JAMES K., MULLARKEY, JOHN F. y ZUBER, GEORGE R.: "Auditing in a Computer Environment". Incluido en WILKINSON, JOSEPH W. y KNEER, DAN C.: "Information Systems for Accounting and Management: Concepts, Applications, and Technology". Prentice-Hall. Englewood Cliffs, 1987, pp. 264-272.

LÓPEZ ALDEA, JAVIER: "Fundamentos básicos de auditoría de cuentas". True and Fair. Zaragoza, 1992.

LÓPEZ ALDEA, JAVIER: "Auditoría práctica". True and Fair. Zaragoza, 1992.

LÓPEZ DE MANTARAS, RAMÓN: "Inteligencia artificial y sistemas expertos: ¿la alquimia del siglo XX?". Academia de Ciencias de la URSS. 1989.

LÓPEZ DE MANTARAS, RAMÓN: "Evolución y perspectivas de la inteligencia artificial". Chip, nº. 100, marzo, 1990, p. 54

- LÓPEZ DE MANTARAS, RAMÓN: "Sistemas expertos de segunda generación". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 79-90.
- LÓPEZ DE MANTARAS, RAMÓN y CRESPO, J. J.: "El problema de la selección de atributos en aprendizaje inductivo: Nueva propuesta y estudio experimental". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 211-223.
- LÓPEZ DÍAZ, ANTONIO y MARTÍNEZ GARCÍA, FRANCISCO JAVIER: "Auditoría y Contabilidad de gestión". Revista Técnica. Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España, nº. 17, 1988, pp. 7-10.
- LÓPEZ DÍAZ, ANTONIO y MARTÍNEZ GARCÍA, FRANCISCO JAVIER: "Auditoría de gestión: aspectos metodológicos". Revista Técnica. Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España, nº. 24, 1992, pp. 4-15.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, ENRIQUE: "Tecnología de la información y enseñanza de la Contabilidad en España". Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, pp. 251-264.
- LUCONI, FRED L., MALONE, THOMAS W. y MORTON, M. S. SCOTT: "Expert Systems: The Next Challenge for Managers". Incluido en JOSEPH W. WILKINSON y DAN C. KNEER, DAN C., "Information Systems for Accounting and Management". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1987, pp. 325-338
- LUCONI, FRED L., MALONE, THOMAS W. y MORTON, M. S. SCOTT: "Expert Systems: The Next Challenge for Managers". Incluido en RALPH H. SPRAGUE, Jr. y HUGH J. WATSON [Eds.], "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, pp. 320-334.
- LUQUI: "Rapid Prototyping Languages and Expert Systems". IEEE Expert, vol. 4, nº. 2, verano, 1989, pp. 2-5.
- LYNN, MARC P. y BOCKANIC, WILLIAM N.: "Legal Liability of the Domain Expert". Journal of Systems Management, vol. 44, nº. 11, noviem-

bre, 1993, pp. 6-10.

LLACER RUBIO, ENRIQUE y LUNA HUERTAS, PAULA: "El impacto de las nuevas tecnologías de la información". Boletín de Estudios Económicos, nº 136, abril, 1989, pp. 165-172.

MacDONALD, R.: "Factoring out investigative inference. Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.

MacLEOD, KENNETH R. y REEVES, GARY R.: "An Application of the AXIS Solution Framework to Multiple Objective Aggregate Production Planning". Decision Sciences, vol. 23, nº. 6, noviembre-diciembre, 1992, pp. 1315-1332.

MADARIAGA GOROCICA, JOSÉ MARÍA: "La auditoría en la práctica. Con solución de 200 casos". Editorial Deusto. Bilbao, 1986.

MALLACH, EFREM G.: "Audit, Control, and Security Implications of Emerging Technologies". Edpacs, febrero, 1988, pp. 4-8.

MANI, GANESH: "The DIME System: A Preliminary Report". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 1, enero, 1992, pp. 29-39.

MAR, STEVE: "Using Expert Systems to Enhance the PC Audit Program". The EDP Auditor Journal, vol. 1, 1989, pp. 35-55.

MARIÑO, JOSÉ B., NADEU, C. y LLISTERRI, J.: "Síntesis automática del habla". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET el al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1876, pp. 157-165.

MARIOT, PIERRE, CLERGET, M., LOUVEL, E. y REGNIER, F.: "ARPEC: système-expert d'aide à la réalisation des protocoles d'essais cliniques". Rairo. Technique et Science Informatique, vol. 8 nº. 2, 1989, pp. 97-102.

MAROIS, THIERRY: "Critères d'applicabilité des systèmes experts en gestion". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux

systemes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

MARTIN, CHRIS: "Management computer support: analysing the top manager's perspective on interactive systems". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

MARTÍN FABÁ, JOSÉ: "Metodología de Construcción de Sistemas Expertos". ALI, nº. 13, mayo, 1990, pp. 35-43.

MARTIN, LEROY E.: "Papeles de trabajo de auditoría". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988, capítulo 18, pp. 389-408.

MARTIN, THOMAS J.: "Expert Systems in Finance and Accounting: a Technology Whose Time Has Come". Corporate Controller, mayo-junio, 1989, pp. 5-10.

MARTIN, THOMAS J.: "Conceptual Issues in the Integration of AI/ES with Conventional Information Systems". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

MARTÍN DEL BRÍO, BONIFACIO y SERRANO CINCA, CARLOS: "Redes neuronales para la determinación de situaciones de crisis empresarial". Comunicación presentada al III Seminario de Análisis de Estados Económico - Financieros. Alicante, 25 y 26 de septiembre de 1992.

MARTÍN, MARIO y SANGÜESA, RAMÓN: "Metodología de adquisición de conocimientos basada en clasificaciones y caracterizaciones difusas". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 155-174.

MARTÍN-MEDINA, JOSÉ: "La Armonización de la Contabilidad y de la Auditoría. Sus organismos internacionales". Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid, 1987.

MARTIN, THOMAS J. y ZICKEFOOSE, MARY BETH: "Expert Systems in the Financial Services Industry". Incluido en O'Leary, Daniel E. y Watkins, Paul R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 3-17.

- MARTÍN VILLEGAS, JUAN FRANCISCO: "La informática y el directivo de los noventa". Dirección y Progreso, nº 96, noviembre-diciembre, 1987, pp. 43-47.
- MARTINAUD, BRUNO y HAYAT, SERGE: "Un système d'acquisition et de structuration d'une expertise en marketing de nouveaux produits". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Les Systèmes experts de gestion: banque, finance, marketing". Eyrolles, París, 1988.
- MARTÍNEZ, ÁNGEL: "Inteligencia artificial. La gran guía". Grupo editorial Jackson, Madrid, 1991.
- MARTÍNEZ VALDUEZA, FERNANDO: "La formación, en informática, en la empresa". Dirección y Progreso, nº 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 67-70.
- MARTINS, GARY R.: "The Overselling of Expert Systems". Datamation [EE.UU.], noviembre, 1984, pp. 76-78, 80.
- MARTINS, J. P. y SHAPIRO, S. C.: "A Model for Belief Revision". Artificial Intelligence, vol. 35, nº. 1, mayo, 1988, pp. 25-79.
- MARTORELLI, WILLIAM P.: "PC-Based Expert Systems Arrive". Datamation [EE.UU.], abril, 1988, pp. 56-8, 60, 62, 66.
- MARTORELLI, WILLIAM P.: "Llegan los sistemas expertos para micros". [Original en Datamation (EE.UU), abril 1988]. Datamation [España], nº. 38, octubre, 1988, pp. 76-80, 82-83.
- MASCAREÑAS, JUAN: "Microinformática y gestión empresarial". Pirámide. Madrid, 1987.
- MASUCH, MICHAEL y LaPOTIN, PERRY: "Beyond garbage cans: an AI model of organizational choice". Administrative Science Quarterly, vol. 34, marzo, 1989, pp. 38-67.
- MATE, JOSE LUIS: "Hacia la gestión del conocimiento". Chip, nº. 100, marzo, 1990, p. 54.
- MATHEWS, R. L.: "A Computer Programming Approach to the Design of Accounting Systems". Abacus, diciembre, 1967, pp. 133-152.
- MATHIESON, ROBIN.: "Tomorrow's accountant - expert aided?". The Accoun-

tant's Magazine, abril, 1986, pp. 22-24.

MATHONET, ROBERT: "Conception et réalisation d'un système expert temps réel. Une étude de cas: un système de détection et de diagnostic de". Rairo. Technique et Science Informatique, vol. 8, nº. 2, 1989, pp. 169-179.

MATTESSICH, RICHARD: "Accounting and Analytical Methods". Homewood. Irwin, Homewood, Illinois, 1964.

MATTESSICH, RICHARD: "Management Information System: Its Meaning, Basic Conditions and Testing". Working Paper, Nº. 144. University of British Columbia, Vancouver, B. C., Canadá, 1973.

MATWIN, STAN, SZPAKOWICZ, S., KOPERCZAK, Z. y KERSTEN, G.E.: "Negoplan: An Expert System Shell for Negotiation Support". IEEE Expert, vol. 4, nº. 4, Winter, 1989, pp. 50-62.

MAUTZ, R. K. y MINI, D. L.: "Internal Control Evaluation and Audit Program Modification". The Accounting Review, abril, 1966, pp. 283-291.

MAUTZ, R. K. y WINJUM, J.: "Criteria for Management Control Systems". Financial Executive Research Foundation. 1980.

MAUTZ, ROBERT K., KELL, WALTER G., MAHER, MICHAEL W., MERTEN, ALAN G., REILLY, RAYMOND R., SEVERANCE, DENNIS G. y WHITE, BERNARD J.: "Internal Control in U.S. Corporations: The State of the Art". New York. Financial Executives Research Foundation. 1980.

MAYPER, A. G.: "Consensus of Auditors' Materiality Judgments of Internal Accounting Control Weaknesses". Journal of Accounting Research, otoño, 1982, pp. 773-783.

MAYS, ERIC, APTE, CHIDANAND, GRIESMER, JAMES y KASTNER, J.: "Organizing Knowledge in a Complex Financial Domain". IEEE Expert, vol. 2, nº. 3, otoño, 1987, pp. 61-70.

McALLISTER, J.: "Inteligencia artificial y PROLOG en microordenadores". Marcombo. Barcelona, 1991.

McCARTY, L. THORNE: "Reflections on Taxman: An Experiment in Artificial

Intelligence and Legal Reasoning". Harvard Law Review, vol. 90, nº. 5, marzo, 1977, pp. 837-893.

MCCARTHY, JOHN: "Generality in Artificial Intelligence". Communications of the ACM, vol. 30, nº. 12, diciembre, 1987, pp. 1030-1035.

MCCARTHY, WILLIAM E.: "An Entity-Relationship View of Accounting Models". The Accounting Review, octubre, 1979, pp. 667-686.

MCCARTHY, WILLIAM E.: "Construction and Use of Integrated Accounting Systems with Entity-Relationship Modeling". Incluido en CHEN, PETER PIN-SHAM (Ed.): "Entity-Relationship Approach to Systems Analysis and Design". North-Holland, 1980, pp. 625-635.

MCCARTHY, WILLIAM E.: "Multidimensional and Disaggregate Accounting Systems: A Review of the ``Events`` Accounting Literature". MAS Communication, julio, 1981, pp. 7-13.

MCCARTHY, WILLIAM E.: "The REA Accounting Model: A Generalized Framework for Accounting Systems in a Shared Data Environment." The Accounting Review, julio, 1982, pp. 554-578.

MCCARTHY, WILLIAM E.: "On the Future of Knowledge-Based Accounting Systems". Incluido en K. HARMON, T. HOWARD y J. PARKER [Eds.]: "The D. R. Scott Memorial Lecture Series". Columbia: The University of Missouri. 1987, pp. 19-42.

MCCARTHY, WILLIAM E.: "Once Upon a Time, at the Aglecalp Store ... or Why Accountants of All Persuasions Need to Know About Economic Storytelling and Database Accounting". Working paper, Michigan State University, 1990.

MCCARTHY, WILLIAM E. y OUTSLAY, EDMUND: "An Analysis of the Applicability of Artificial Intelligence Techniques to Problem-Solving in Taxation Domains". Accounting Horizons, vol. 3, junio, 1989, pp. 14-27.

MCCARTHY, WILLIAM E. y ROCKWELL, STEPHEN R.: "Database Instantiation of Transaction Templates in an Expert System". Working paper, Michigan State University, 1989.

MCCARTHY, WILLIAM E. y ROCKWELL, STEPHEN R.: "The Integrated Use of First-Order Theories, Reconstructive Expertise, and Implementation

Heuristics in an Accounting Information System Design Tool". Working paper, Michigan State University, 1989.

MCCARTHY, WILLIAM E., DENNA, ERIC, GAL, GRAHAM y ROCKWELL, STEPHEN R.: "Expert Systems and AI-based Decision Support in Auditing: Progress and Perspectives". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol 1, nº. 1, enero, 1992, pp. 53-63.

MCCARTHY, WILLIAM E., ROCKWELL, STEPHEN R. y ARMITAGE, HOWARD: "A Structured Methodology for the Design of Accounting Transaction Systems in a Shared Data Environment". Working paper, Michigan State University, 1989.

MCCARTHY, WILLIAM E., ROCKWELL, STEPHEN R. y WALLINGFORD, EUGENE: "Design, Development, and Deployment of Expert Systems Within an Operational Accounting Environment". Workshop on Innovative Applications of Computers in Accounting Education School of Management. The University of Lethbridge. Lethbridge, Alberta, May 1989.

MCCOBS, GARY B.: "Ethics and Auditing with Expert Systems—Never the Twain Shall Meet?". The CPA Journal, April, 1989, pp. 62-64.

MCCUSKER, TOM: "Calling all experts". Datamation [EE.UU.], marzo, 1986, pp. 32-33.

MCCUSKER, TOM: "Users Now Hail Expert Systems Upgrade". Datamation, octubre 15, 1990, pp. 69-70.

MCDERMOTT, J.: "R1's The Formative Years". A. I. Magazine, verano, 1981.

MCDERMOTT, J.: "R1: A Rule-based Configurer of Computer Systems". Artificial Intelligence, vol. 19, nº. 1, 1983.

McFARLAN, F. WARREN: "Information Technology Changes the Way you Compete". Harvard Business Review, mayo-junio, 1984, pp. 98-103. (Publicado también en España: "La tecnología de la información cambia el modo de competir". Harvard-Deusto Business Review, 2º trimestre, 1985, pp. 43-50).

McFARLAND, THOMAS D. y PARKER, REESE: "Expert Systems in Education and Training". Educational Technology Publications, Englewood Cliffs, New Jersey, 1990.

- McKEE, THOMAS: "An Audit Framework for Expert Systems". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 2, nº. 3, 1991.
- McKEE, THOMAS E.: "An Audit Framework for Expert Systems". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº 4, diciembre, 1992, pp. 261-273.
- McKELL, LYNN J. y JENKINS, JAMES W.: "Software Review—PLANMAN Structure—A Strategy for Compromise". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol 1, nº. 4, septiembre, 1988, pp. 25-29.
- McLEAN, TOM: "Expert systems—threat or opportunity?". The Accountant's Magazine, diciembre, 1985, p. 546.
- McNURLIN, BARBARA C. y SPRAGUE Jr., RALPH H.: "Information Systems Management in Practice". Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989.
- MEADOR, C. LAWRENCE y MAHLER, ED G.: "Choosing and Expert Systems Game Plan". Datamation [EE.UU.], agosto 1, 1990, pp. 64-69.
- MEDSKER, LARRY R. y MORREL, JUDITH: "Knowledge Engineering and University-Industry Cooperation". IEEE Expert, vol. 4, nº. 2, verano, 1989, 25-30.
- MELARD, GUY y MARCIANO, JEAN-PIERRE: "Systemes expertes et economie: introduction". Mondes en Developpment, Tomo 18, Nº. 72, 1990, pp. 9-10.
- MELI, ROBERTO y TESI, ELIZABETTA: "Expert systems for software project management". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- MELYON, GÉRARD: "L'atome comptable: une nouvelle voie pour l'école française?". Revue Française de Comptabilité, nº. 188, marzo, 1988, pp. 59-66.
- MENGSHOEL, OLE JAKOB: "Knowledge Validation: Principles and Practice". IEEE Expert, vol. 8, nº. 3, junio, 1993, pp. 62-68.
- MENKUS, BELDEN: "Technology and Internal Auditing". Internal Auditor, junio, 1991, pp. 124-126.

- MENON, K. y SCHWARTZ, K.: "An Empirical Investigation of Audit Qualification Decisions in the Presence of Going-Concern Uncertainties", *Contemporary Accounting Research*, vol. 3, nº. 2, 1986-1987, pp. 302-315.
- MERRILL, M. DAVID: "An Expert System for Instructional Design". *IEEE Expert*, vol. 2, nº. 1, verano, 1987, pp. 25-37,
- MERTENS, PETER: "Derivation of verbal expertises from accounting data". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- MESERVY, RAYMAN D., BAILEY, ANDREW D., Jr. y JOHNSON, PAUL E.: "Internal Control Evaluation: A Computational Model of the Review Process". *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, Vol. 6, nº. 1, otoño, 1986, pp. 44-74.
- MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "The Effect of Experience and Firm Type on Materiality/Disclosure Judgments". *Journal of Accounting Research*, otoño, 1983, pp. 611-618.
- MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "Discussant's Response to ``Interim Report on the Development of an Expert System for the Auditor's Loan Loss Evaluation''". Incluido en RAJENDRA P. SRIVASTAVA y N. ALLEN FORD [Eds.]: "Auditing Symposium VIII. Proceedings of the 1986 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems". School of Business, University of Kansas. Lawrence, Kansas, 1986, pp. 182-188.
- MESSIER, WILLIAM F., Jr.: "Normas de Auditoría". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 3, pp. 39-52.
- MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en SHANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984.
- MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Expert Systems in Auditing: The State of the Art". *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, Vol. 7, nº. 1, otoño, 1987, pp. 94-105.

- MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "Inducing rules for Expert System development: An example using default and bankruptcy data". *Management Science*, nº. 12, diciembre, 1988, pp. 1403-1415.
- MESSIER, WILLIAM F., Jr. y HANSEN, JAMES V.: "A Case Study and Field Evaluation of EDP-XPRT". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, pp. 173-185.
- METHA, ANGELI: "La 5ª. Generación, viento en popa". *Datamation [España]*, nº. 48, septiembre, 1989, pp. 97-98.
- METHLIE, LEIF B.: "Performance Modeling: A Cognitive Approach to Building Knowledge-Based Systems". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.
- MEYER, MARCH H. y CURLEY, KATHLEEN F.: "Expert System Success Models". *Datamation [EE.UU.]*, septiembre, 1989, pp. 35-36, 38.
- MICRO DATA BASE SYSTEMS, INC. (MDBS): "GURU Reference Manual (Vol. I y II)". Micro Data Base SystLafayette, Indiana, 1987.
- MICHAELSEN, ROBERT H.: "An expert system for federal tax planning". *Expert Systems*, vol. 1, nº. 2, octubre, 1984, pp. 149-167.
- MICHAELSEN, ROBERT H.: "Development of an Expert Computer System to Assist in the Classification of Estate Tax Returns". *Accounting Horizons*, diciembre, 1988, pp. 63-70.
- MICHAELSEN, ROBERT y MICHIE, DONALD: "Expert systems in business". *Datamation [EE.UU.]*, noviembre, 1983, pp. 240-4, 246.
- MICHAELSEN, ROBERT y MICHIE, DONALD: "Prudent expert systems applications can provide a competitive weapon". *Datamation [EE.UU.]*, julio, 1986, pp. 30-4.
- MICHAELSEN, ROBERT H., BAYER, FRIEDA A. y SWIGGER, KATHLEEN M.: "Global Approach to Identifying Expert System Applications in Compensation Practice". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 1, nº. 2, mayo, 1992, pp. 123-134.

- MICHAELSEN, ROBERT H., MICHIE, DONALD y BOULANGER, ALBERT: "The technology of expert systems". Byte, abril, 1985, pp. 303-312.
- MICHEL, DANIEL E.: "Using expert systems for the diagnosis of management control systems". Comunicación presentada al 11º Congreso Europeo de Contabilidad, celebrado en Niza, 28 de abril de 1988.
- MICHEL, DANIEL E.: "Utilización de un sistema experto para el diagnóstico de un sistema de control". Comunicación presentada en el III Congreso Internacional de Costos y I Congreso Nacional de la Asociación Española de Contabilidad Directiva (ACODI). Madrid, 21-24 de septiembre de 1993.
- MICHIE [Ed.]: "Expert Systems in the Micro-Electronic Age". Edimburgh University Press, Edinburgh, 1979.
- MILLÁN, JOSÉ DEL R., CORTÉS, ULISES y DEL MORAL, ANSELMO: "El arte de la representación". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 25-75.
- MILLÁN FERNÁNDEZ, WENCESLAO: "Auditoría Empresarial". 2ª edición. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. 1989.
- MILLER, GORDON: "Introduction". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.
- MILLER, RICHARD K. y WALKER, TERRI C.: "Artificial Intelligence Applications for Business Management". SEAI Technical Publications, Madison, Georgia, 1988.
- MINSKY, MARVIN: "A Framework for Representing Knowledge". Incluido en PATRICK H. WINSTON (Ed.): "The Psychology of Computer Vision", McGraw-Hill, New York, 1975.
- MINSKY, MARVIN: "The Problems and the Promise". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.
- MIOTTO, N. J.: "Evaluating Internal Accounting Controls". Management



Accounting [EE.UU.], julio, 1980, pp. 15-18.

MISHKOFF, HENRY C.: "A fondo: Inteligencia artificial". Anaya Multimedia, Madrid, 1988.

MOCK, T. y VERTINSKY, I.: "Risk Assessment in Accounting and Auditing". Research Monograph Number 10, The Canadian Certified General Accountants Research Foundation, Vancouver, British Columbia, Canada, 1985.

MOCKLER, ROBERT J.: "Knowledge-Based Systems for Management Decisions". Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989.

MOELLER, ROBERT R.: "Artificial Intelligence: A Primer. (IIA Monograph Series)". The Institute of Internal Auditors, Research Foundation, Altamonte Springs, Florida, 1987.

MOELLER, ROBERT R.: "Expert Systems: Auditability Issues". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

MOMPÍN POBLET, JOSÉ et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987.

MONARCH, IRA y CARBONELL, JAIME: "CoalsORT: A Knowledge-Based Interface". IEEE Expert, vol. 2, nº. 1, primavera, 1987, pp. 39-53.

MONCHÓN, J., APARICIO, R., TRIGUEROS, F. y CASTAÑOS, C.: "Inteligencia artificial: evolución histórica y perspectivas de futuro". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987.

MONGER, ROD F.: "AI Applications: What's Their Competitive Potential?". Journal of Information Systems Management, verano, 1988, pp. 19-25.

MONTESINOS JULVE, VICENTE: "En torno al problema de la división en Contabilidad". Técnica Contable, tomo XXVIII, noviembre, 1976, pp. 401-422.

MONTESINOS JULVE, VICENTE: "Las normas de contabilidad en la Comunidad Económica Europea". Instituto de Planificación Contable. Ministe-

rio de Hacienda. Madrid. 1980.

MONTESINOS JULVE, VICENTE: "Organismo internacionales de contabilidad: funciones y objetivos". Instituto de Planificación Contable. Ministerio de Hacienda. Madrid. 1983.

MONTESINOS JULVE, VICENTE: "En torno a los conceptos de sistema, método y procedimiento de registro en Contabilidad. Incluido en "Décimo Aniversario del P.G.C.". Instituto de Planificación Contable, Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid, 1984, pp. 243-275.

MONTESINOS JULVE, VICENTE: "La auditoría en el sector público y los órganos de control externo". Cuaderno Aragoneses de Economía, núm. 11, 1987, pp. 21-40.

MONTESINOS JULVE, VICENTE (Ed.): "La Auditoría en España. Situación actual y perspectivas". Universitat de València. Valencia. 1991.

MONTESINOS JULVE, VICENTE: "Sistemas de información, contabilidad y auditoría en el sector público". Incluido en MONTESINOS JULVE, VICENTE (Ed.): "La Auditoría en España. Situación actual y perspectivas". Universitat de València. Valencia, 1991, pp. 297-314.

MONTESINOS JULVE, VICENTE: "El control económico financiero del Sector Público". Jornadas sobre Contabilidad y Auditoría del Sector Público". Valencia 11 y 12 de marzo de 1.992.

MOODY, GLYN: "Artificial Intelligence and Expert Systems". Accountant, julio, 1984, p. 15.

MOORE, JAMES S.: "A Prototype Expert Decision Support System for the Market Appraisal of the Single Family Residence". Decision Sciences, vol. 23, nº. 6, noviembre-diciembre, 1992, pp. 1408-1422.

MORELLI, RALPH: "Using Knowledge Engineering to Teach Science". IEEE Expert, vol. 5, nº4, agosto, 1990, pp. 20-28.

MORENO, JOSÉ MARÍA, AGUARÓN, JUAN, GALLIZO, JOSÉ LUIS Y MATA, JAVIER ELOY: "SECOCET, un sistema soporte de decisiones experto para el control de costes de una empresa de transformación. Caso real simplificado". Partida Doble, nº. 18, diciembre, 1991, pp. 61-72.

MORIARITY, S. y BARROW, F. H.: "Modeling the Materiality Judgments of

Audit Partners". Journal of Accounting Research, otoño, 1976, pp. 320-341.

MORIARITY, S. y BARROW, F. H.: "A Judgment Based Definition of Materiality". Journal of Accounting Research. Supplement 1979, pp. 114-135.

MORIARITY, SHANE, y JOYCE, EDWARD [Eds.]: "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984.

MORIZET-MAHOUEAUX, P., FONTAINE, D. y LE BEUX, P.: "A looped inference engine for continuous evolutionary process expert system controlling". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.

MOTODA, HIROSHI: "The Current Status of Expert System Development and Related Technologies in Japan". IEEE Expert, vol. 5, nº. 4, agosto, 1990, pp. 3-11.

MOTOI SUWA, SCOTT. A. CARLISLE y EDWARD H. SHORTLIFFE: "Completeness and Consistency in a Rule-Based System". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.

MOTO-OKA y SUREGAWA, M. KIT: "El ordenador de la Quinta Generación".

MOULIN, BERNARD: "Strategic Planning for Expert Systems". IEEE Expert, vol. 5, nº. 2, abril, 1990, pp. 69-75.

MUI, CHUNKA y MCCARTHY, WILLIAM E.: "FSA: Applying AI Techniques to the Familiarization Phase of Financial Decision Making". IEEE Expert, vol. 2, nº. 3, otoño, 1987, pp. 33-41.

MUI, CHUNKA, DOWNES, LARRY y CURTIS, LISA C.: "Functional prototyping: Using AI techniques to untie knots of systems complexity". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

MUKHOPADHYAY, TRIDAS, PRIETULA, MICHAEL y VICINANZA, STEVE: "Knowledge-bases components of software development effort estimation: An exploratory study". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

MULTIMEDIA EDICIONES: "PCBAL. Guía del Usuario". Multimedia Ediciones. Barcelona, 1993.

MUMFORD, ENID: "Managerial Expert Systems and Organizational Change: Some Critical Research Issues". Incluido en R. J. BOLAND, Jr. y R. A. HIRSCHHEIM [Eds.], "Critical Issues in Information Systems Research". John Wiley & Sons, Chichester, 1987.

MUMFORD, ENID: "Managing complexity: the design and implementation of expert systems". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

MUNTER, PAUL y RATCLIFF, THOMAS A.: "Evidential Matter". CPA Journal, enero, 1981, pp. 70-76.

MURDICK, ROBERT G.: "MIS Concepts and Design". Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, 1986.

MURDICK, ROBERT G. y ROSS, JOEL E.: "Sistemas de información basados en computadoras para la administración moderna". Editorial Diana, México, 1986.

MURPHY, DAVID y BROWN, CAROL E.: "The Uses of Advanced Information Technology in Audit Planning". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, pp. 187-193.

MURPHY, DAVID S. y PHILLIPS, MARY ELLEN: "The Effects of Expert System Use on Entry-Level Accounting Expertise: An Experiment". Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 129-134.

MURPHY, MICHAEL A. y PARKER, XENIA LEY (Coopers & Lybrand): "Handbook of EDP Auditing. Second edition. 1990 Supplement". Warren, Gorham & Lamont, Boston, Massachusetts, 1990.

MURRAY, JOHN P.: "How an Information Center Improved Productivity".

Management Accounting (EE.UU.), marzo, 1984, pp. 38-44.

MURRAY, JEROME T. y MURRAY, MARILYN J.: "Expert Systems in Data Processing. A Professional's Guide". McGraw-Hill Book Com, New York, 1988.

MUTCHLER, JANE F.: "A Multivariate Analysis of the Auditor's Going Concern Opinion Decision", PhD Thesis, 1983, University of Illinois.

MUTCHLER, JANE F.: "Auditors' Perceptions of the Going Concern Opinion Decision", Auditing a Journal of Practice and Theory, vol. 3, nº. 2, primavera, 1984, pp. 17-30.

MUTCHLER, JANE F.: "A Multivariate Analysis of the Auditor's Going Concern Opinion Decision", Journal of Accounting Research Autumn, vol. 23, nº 2, 1985.

MYERS, EDITH D.: "Expert systems: not for everyone". Datamation [EE.-UU.], mayo, 1986, pp. 28, 32.

MYERS, STEWART C.: "Notes on an Expert System for Capital Budgeting". Financial Management, vol. 1, nº. 3, otoño, 1988, pp. 23-31.

NASH, JOHN F.: "Accounting Information Systems". Second Edition, PWS-KENT Publishing Company, Boston, Massachusetts, 1989.

NATIONAL ASSOCIATION OF ACCOUNTANTS: "Library. Artificial intelligence and expert systems". National Association of Accountants. Montvale. New Jersey, 1989.

NAUMAN, J. D. y JENKIS, A. M.: "Prototyping: The New Paradigm for System Development". MIS Quarterly, vol. 6, nº. 3, 1982, pp. 32-33.

NAVAS LOPEZ, JOSE EMILIO: "El trabajo directivo ante las nuevas tecnologías de información". Esic Market, julio-septiembre, 1990, pp. 65-74.

NAYLOR, CHRIS: "Construya su propio Sistema Experto". Díaz de Santos. Madrid, 1986.

- NEBENDAHL, DIETER [Ed.]: "Sistemas Expertos. Introducción a la técnica y aplicación". Marcombo. Barcelona, 1988.
- NEBENDAHL, DIETER [Ed.]: "Sistemas Expertos. Parte 2. Experiencia de la práctica". Marcombo. Barcelona, 1991.
- NEGRETE MARTÍNEZ, JOSÉ: "Inteligencia experimental en computadoras". Limusa. México. 1988.
- NELSON, CARL W. y BALACHANDRA, R.: "Choosing the Right Expert System Building Approach". Decision Sciences, vol. 22, nº. 2, primavera, 1991, pp. 354-368.
- NEWELL, ALLEN y SIMON, HERBERT A.: "Human Problem Solving". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1972.
- NEWQUIST III, HARVEY P.: "Experts at Retail". Datamation [EE.UU.], abril 1, 1990, pp. 53-54, 56.
- NEWQUIST III, HARVEY P.: "Artificial Intelligence in the Financial Services Industry". Lafferty Publication, Dublin, 1990.
- NEWTON, L. K.: "The Risk Factor in Materiality Decisions". The Accounting Review, enero, 1977, pp. 97-108.
- NGUYEN, TIN A., PERKINS, W.A., LAFFEY, T.J. y PECORA, D.: "Knowledge Base Verification". A. I. Magazine, vol. 8, nº. 2, verano, 1987, pp. 69-75.
- NG, HWEE TOU: "A computerized prototype natural language tour guide". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- NG, KEING-CHI y ABRAMSON, BRUCE: "Uncertainty Management in Expert Systems". IEEE Expert, vol. 5, nº. 2, abril, 1990, pp. 29-48.
- NIBLETT T. y BRATKO, I.: "Learning decision rules in noisy domains". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.

- NICAUD, JEAN-FRANÇOIS y VIVET, MARTIAL: "Les tuteurs intelligents: réalisations et tendances de recherches". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 7, nº. 1, 1988, pp. 21-45.
- NICAUD, JEAN-FRANÇOIS: "APLUSIX: un système expert pédagogique et un environnement d'apprentissage dans le domaine du raisonnement algébrique". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 8, nº. 2, 1989, pp. 145-155.
- NICOLAU CASELLAS, RAMÓN: "Los auditores y el ordenador". Alta Dirección, nº. 101, enero-febrero, 1982, pp. 25-48.
- NIELSEN, JAKOB: "The Art of Navigating through Hypertext". Communications of the ACM, vol. 33, nº. 3, marzo, 1990, pp. 296-310.
- NILSSON, NILS J.: "Principios de Inteligencia Artificial". Díaz de Santos, Madrid, 1987.
- NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.
- NOORI, HAMID: "KISS: A Prototypical Expert System for Assessing Technologies". IEEE Expert, vol. 5, nº. 2, abril, 1990, pp. 8-14.
- NOY, MARC: "Visión artificial". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 317-328.
- NÚÑEZ GARCÍA, CARMEN: "Un sistema experto para el análisis financiero: El Anibal". Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, pp. 1625-1638.
- OAKLEY, BRIAN: "Evaluation Criteria for Expert Systems". Incluido en BERNOLD, THOMAS y HILLENKAMP, ULRICH [Eds.]: "Expert Systems in Production and Services II. From Assessment to Action?". Elsevier Science Publishers B.B., Amsterdam, 1989, pp. 123-129.
- OBERMEIER, KLAUS K.: "Natural-Language Processing". Byte, diciembre, 1987, pp. 225-28, 30.

- OGER, BRIGITTE: "De l'analyste financier au système-expert: quelques réflexions sur la modélisation de l'expertise financière". Revue Française de Comptabilité, nº. 185, diciembre, 1987, pp. 50-53.
- ORERO, A., GROSS, J. L. y ARIZMENDI, F.: "Alternativas en la automatización de oficinas de una empresa". Alta Dirección, nº 133, mayo-junio, 1987, pp. 43-50.
- ORTA PÉREZ, MANUEL: "Un sistema experto de ayuda a la elaboración del programa de auditoría". Comunicación presentada en el V Encuentro de Profesores Universitarios de Contabilidad. Sevilla, 27-29 de mayo de 1993.
- OW, PENG SI, PRIETULA, MICHAEL y HSU, WEN-LING: "Configuring knowledge-bases systems to organizational structures: Issues examples in multiple agent support". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- OXMAN, STEVEN W.: "Expert systems represent ultimate goal of strategic decision making". Data Management, abril, 1985, pp. 36-38.
- O'BRIEN, JAMES J.: "Management Information Systems. Concepts, Techniques and Applications". Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1970.
- O'KEEFE, ROBERT M.: "The Validation of Expert Systems Revisited". Journal of the Operational Research Society, vol. 40, nº. 5, mayo, 1989, pp. 509-511.
- O'KEEFE, ROBERT M., BALCI, OSMAN y SMITH, ERIC P.: "Validating Expert System Performance". IEEE Expert, vol. 2, nº. 4, invierno, 1987, pp. 81-90.
- O'KEEFE, ROBERT M., O'LEARY, DANIEL, REBNE, DOUGLAS y CHUNG, Q. B.: "The Impact of Expert Systems in Accounting: System Characteristics, Productivity and Work Unit Effects". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 2, nº. 3, agosto, 1993, pp. 177-189.
- O'LEARY, DANIEL E.: "Expert Systems in a Personal Computer Environment". Georgia Journal of Accounting, vol. 7, primavera, 1986, pp. 107-118.

- O'LEARY, DANIEL E.: "The Use of Artificial Intelligence in Accounting". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.
- O'LEARY, DANIEL E.: "Accounting Regulation-Based Expert Systems. Incluido en GARY JOHN PREVITS (1987): "Research in Accounting Regulation"]]. Jai Press Inc, Greenwich, Connecticut, 1987.
- O'LEARY, DANIEL E.: "Validation of Expert Systems - With Applications to Auditing and Accounting Expert Systems". Decision Sciences, vol. 18, nº. 3, 1987, pp. 468-486.
- O'LEARY, DANIEL E.: "Software Engineering and Research Issues in Accounting Information Systems". Journal of Information Systems, primavera, 1988, pp. 24-38.
- O'LEARY, DANIEL E.: "Control and Audit Issues with Expert Systems: Audit", Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 2, nº. 4, 1987
- O'LEARY, DANIEL E.: "Control and Audit Issues with Expert Systems: Security". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 2, nº. 4, 1987
- O'LEARY, DANIEL E.: "Expert System Security". IEEE Expert, vol. 5, nº. 3, junio, 1990, pp. 59-69.
- O'LEARY, DANIEL E.: "Artificial Intelligence and Expert Systems in Accounting Databases: Survey and Extensions", Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 143-152.
- O'LEARY, DANIEL E.: "Case-based Reasoning and Multiple-agent Systems for Accounting Regulation Systems with Extensions". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 1, enero, 1992, pp. 41-52.
- O'LEARY, DANIEL E.: "Intrusion-Detection Systems". Journal of Information Systems, vol. 6, nº. 1, primavera, 1992, pp. 63-74.
- O'LEARY, DANIEL E.: "Single and Multiple Period Decision Models for Analysis of Quality and Quantity of Validation". Decision Sciences, vol. 23, nº. 6, noviembre-diciembre, 1992, pp. 1443--

1422.

O'LEARY, DANIEL E.: "Determining Differences in Expert Judgment: Implications for Knowledge Acquisition and Validation". *Decision Sciences*, marzo-abril, 1993, pp. 395-407.

O'LEARY, DANIEL E.: "Verifying and Validating Expert Systems: A Survey". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

O'LEARY, DANIEL E. y KANDELIN, NILS A.: "Validating the weights in rule-based expert systems: a statistical approach". Incluido en AMERICAN ACCOUNTING ASSOCIATION: "Collected Abstracts of the American Accounting Association's Annual Meeting. August 15-17, 1988, Orlando, Florida". American Accounting Association. Sarasota. Florida. 1988.

O'LEARY, DANIEL E. y KANDELIN, NILS: "ACCOUNTANT: A Domain Dependent Accounting Language Processing System". Incluido en O'Leary, Daniel E. y Watkins, Paul R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 253-267.

O'LEARY, DANIEL E. y MUNAKATA, T.: "An Accounting Prototype Expert System". Incluido en M. VARSARHELYI (Ed.): "Artificial Intelligence in Accounting and Auditing". Marcus Weiner, Ner York, 1988.

O'LEARY, DANIEL E. y TAN, M.: "A Knowledge-Based System for Auditing Payroll - Personnel Files". Artículo no publicado, University of Southern California, febrero, 1987.

O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Prior Surveys on Expert Systems in Accounting, Auditing and Related Areas". *Expert Systems Review for Business and Accounting*, vol 1, nº. 4, septiembre, 1988, pp. 11-12.

O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Review of Expert Systems in Auditing". *Expert Systems Review for Business and Accounting*, vol 2, núms. 1 y 2, primavera-verano, 1989, pp. 3-22.

O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992.

- O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Integration of Intelligent Systems and Conventional Systems: Requirements for Co-ordinating Multiple Agents for Diagnostic Decisions". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 1, nº. 2, mayo, 1992, pp. 135-145.
- O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Expert Systems in Auditing". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.
- O'LEARY, DANIEL E. y WATKINS, PAUL R.: "Issues in Expert Systems for Security". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.
- O'LEARY, TIMOTHY J., GOUL, M., MOFFITT, K.E. y RADWAN, A.E.: "Validating Expert Systems". *IEEE Expert*, vol. 5, nº. 3, junio, 1990, pp. 51-58.
- O'REILLY, BRIAN: "Computers that think like people". *Fortune*, vol. 119, febrero, 1989, pp. 90-3.
- O'SHEA, TIM y SELF, JOHN: "Enseñanza y aprendizaje con Ordenadores. Inteligencia Artificial en Educación". Anaya Multimedia, Madrid, 1985.
- PALAZÓN ARGÜELLES, ALFONSO: "Los sistemas expertos como ayuda a las empresas". *Dirección y Progreso*, nº. 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 22-24.
- PALIES, ODILE y PHILIP, JEAN-MARC: "Knowledge bases for economic forecasting". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- PARA RODRÍGUEZ-SANTANA, IGNACIO: "La informática y las tecnologías de la información en los negocios". *Dirección y Progreso*, nº. 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 5-7.
- PARSAYE, KAMRAN y CHIGNELL, MARK: "Expert systems for experts". John Wiley & Sons, New York, 1988.

- PATERSON, A.: "AL/X User Manual". Intelligent Terminal, Oxford, 1981.
- PATILLO, J. W.: "Materiality: The (formerly) Elusive Standard". Financial Executive, agosto, 1975, pp. 20-27.
- PATILLO, J. W.: "The Concept of Materiality in Financial Reporting". Volume 1. Financial Executives Research Foundation, 1976.
- PATILLO, J. W. y SIEBEL, J. D.: "Factors Affecting the Materiality Judgment". CPA Journal, julio 194, pp. 39-44.
- PAU, L.F.: "Applications of artificial intelligence in banking, financial services and economics". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.] : "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- PAU, L.F., MOTIWALLA, J., PAO, Y.H. y TEH, H.H. [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- PAZ, LAWRENCE W.: "Auditing Integrated Control Systems". Internal Auditing, verano, 1988, pp. 37-42.
- PAZOS SIERRA, J.: "Inteligencia artificial. Programación heurística". Paraninfo, Madrid, 1987.
- PEAT MARWICK FOUNDATION RESEARCH OPPORTUNITIES IN AUDITING PROGRAM. Interim Report, 1987.
- PEI, BUCK K. W. y RENEAU, J. HAL: "The Effects of Memory Structure on Using Rule-Based Expert Systems for Training: A Framework and a Empirical Test". Decision Sciences, vol. 21, nº2. Spring, 1990, pp. 263-286.
- PEMBERTON, JOHN: "Artificial Intelligence and Natural Language". Accountancy, abril, 1988, p. 149.
- PEREDA SIGÜENZA, JOSÉ MANUEL: "Manual de Auditoría y Cuentas Anuales". Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. Madrid, 1991.
- PEREÑA, JAIME: "Sistemas expertos, ¿juguete o herramienta eficaz?". Chip, nº. 78, marzo, 1988, pp. 15-16, 18-19.

- PERKIN, R. M. G., PITT, M. y PRICE, A. E.: "Expert systems: practical applications in a traditional industry". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.
- PERKINS, WALTON A. y AUSTIN, AVIS: "Adding Temporal Reasoning to Expert-System-Building Environments". IEEE Expert, vol. 5, nº. 1, febrero, 1990, pp. 23-30.
- PETERS, JAMES M.: "Knowledge Representation Issues in Complex Decision Domains: an Example from Inherent Audit Risk Assessment". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 1, enero, 1992, pp. 9-20.
- PETERS, J.M., LEWIS, B.L. y DHAR, V.: "Assessing inherent risk during audit planning: the development of a knowledge based model". Accounting, Organizations and Society, nº. 4, 1989, pp. 359-378.
- PHAM, D. T. [Ed.]: "Artificial Intelligence in Industry. Expert Systems in Engineering". IFS Publications, Springer-Verlag, New York, 1988.
- PHAM, D. T. y PHAM, P. T. M.: "Expert Systems: A Review". Incluido en PHAM, D. T. [Ed.]: "Artificial Intelligence in Industry: Expert Systems in Engineering". IFS Publications, Springer-Verlag, New York, 1988, pp. 3-18.
- PHAM-HI, DUC: "Expert System Projects at the Banque de France. An Experience in Modeling and Representing Knowledge". Theory and Decision, núms. 1-2, julio-septiembre, 1989, pp. 163-173.
- PHILLIPS, BRIAN, STALEY, JEFF y GOLD, ERIC.: "Artificial Intelligence in Project Support". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.
- PHILLIPS, LAWRENCE: "People-centred group decision support". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

PHILLIPS, MARY ELLEN y BROWN, CAROL E.: "Need an Expert? Ask a Computer", Journal of Accountancy, noviembre, 1991, pp. 91-93.

PHILLIPS, MARY ELLEN y BROWN, CAROL E.: "A Survey of Expert Systems Used in the Practice of Public Accounting". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

PHILLIPS, MARY ELLEN; BROWN, CAROL E. y NIELSON, NORMA L.: "Personal Financial Planning with Expert Systems". Management Accounting [EE.UU.], vol. 78, nº. 3, septiembre, 1991, pp. 29-33.

PIENAAR, M.: "Expert systems". Incluido en J. C. FORD: "The Impact of Information Technology on Management through the 80s. Proceeding of the second NACCA Conference, September 1986". Juta & Co., Capte Town, 1987.

PINSON, SUZANNE: "Représentation des connaissances dans les systèmes experts". Rairo. Informatique Computer Science, vol. 15, nº. 4, 1981, pp. 343-367.

PINSON, SUZANNE: "Une évaluation multi-expert du risque entreprise: le système CREDEX". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 8, nº. 2, 1989, pp. 127-143.

PINSON, SUZANNE: "A Multi-Expert Architecture for Credit Risk Assessment: The CREDEX System". Incluido en O'Leary, Daniel E. y Watkins, Paul R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 37-64.

PLANS, JOSE: "La práctica de la auditoría informática". Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid, 1986.

PLAZA, ENRIC: "Aprendizaje basado en casos y razonamiento aproximado en A.R.C.". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 225-235.

PLAZA I CERVERA, ENRIC: "KBS Validation: From Tools to Methodology". IEEE Expert, vol. 8, nº. 3, junio, 1993, pp. 45-47.

POLAT, FARUK y GUVENIR, H. ALTAY: "UVT: A Unification-Based Tool for Knowledge Base Verification". IEEE Expert, vol. 8, nº. 3, junio, 1993, pp. 69-75.

POLITAKIS, P. y WEISS, S. M.: "Using Empirical Analysis to Refine Expert Systems Knowledge Bases". Artificial Intelligence, vol. 22, nº. 1, enero, 1984, pp. 23-48.

POPLE, HARRY E., Jr.: "CADUCEUS: An Experimental Expert System for Medical Diagnosis". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.

POPOLIZIO, JOHN J. y CAPPELLI, WILLIAM S.: "New Shells for Old Iron". Datamation [EE.UU.], abril, 1989, pp. 41-43, 45, 47-48.

POPOLIZIO, JOHN J. y CAPPELLI, WILLIAM S.: "Nuevas armas para viejas máquinas". [Original en inglés en DATAMATION (EEUU), abril 15, 1989], Datamation [España], nº. 48, septiembre, 1989, pp. 85-88, 90.

PORTER, GROVER L.: "Expert systems: machines that think like you - sometimes better". Financial Executive, mayo-junio, 1988, pp. 44-6.

POTTER, W. D., MILLER, J.A. y WEYRICH, O.R.: "A Comparison of Methods for Diagnostic Decision Making". Expert Systems with Applications, vol. 1, nº. 4, 1990, pp. 425-436.

POWELL, P.L.; CONNELL, N.A.D. y HOLT, J.: "The Practical Use of Decision Support and Expert Systems in the Accounting Profession: A Comparison of Two Empirical Studies". Incluido en O'Leary, Daniel E. y Watkins, Paul R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 127-162.

POYET, PATRICE y DETAY, MICHEL: "HYDROLAB: un système expert de poche en hydraulique villageoise". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 8, nº. 2, 1989, pp. 157-167.

PRACTICAL ACCOUNTANT: "IRS is experimenting with artificial intelligence for examing returns. (Inside the IRS)". Practical Accountant, vol. 24, marzo, 1991, pp. 18-19.

- PRADO LORENZO, JOSÉ MANUEL: "La aplicación de sistemas expertos al análisis de estados financieros". Incluido en "En Memoria de Ma. Angeles Gil Luezas". Editorial AC, Madrid, 1991.
- PRADO LORENZO, JOSÉ MANUEL: "Las manifestaciones de los auditores sobre la capacidad de la empresa para continuar en funcionamiento: Una asignatura pendiente para la profesión". Revista Técnica. Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, nº 23, 1991, pp. 4-23.
- PRADO LORENZO, JOSÉ MANUEL: "Hacia una formulación de la auditoría no financiera: la Auditoría de Gestión". Revista Técnica. Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España, nº. 2, 1993, pp. 12-24.
- PRADO LORENZO, JOSÉ MANUEL: "La Norma de auditoría sobre la aplicación del principio de Empresa en Funcionamiento: Consideraciones de los auditores". Revista Técnica. Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España, nº. 3, 1993, pp. 30-45.
- PRERAU, DAVID S.: "Knowledge Acquisiton in the Development of a Large Expert System". A. I. Magazine, vol. 8, nº. 2, verano, 1987, pp. 43-51.
- PRERAU, DAVID S., GUNDERSON, A.S., REINKE, R.E. y ADLER, M.R.: "Maintainability Techiques in Developing Large Expert Systems". IEEE Expert, vol. 5, nº. 3, junio, 1990, pp. 71-80.
- PREVITS, GARY JOHN: "Research in Accounting Regulation"]. Jai Press Inc, Greenwich, Connecticut, 1987.
- PRIDEMORE, CHARLES: "Should Computers Speak When Spoken to?". Management Accounting [EE.UU.], diciembre, 1983, p. 18.
- PRIDEMORE, CHARLES: "Artificial Intelligence Is the Future". Management Accounting [EE.UU.], noviembre, 1983, p. 20.
- PRUIJM, RUUD A. M.: "(Im)Possibilities of Auditing Expert Systems". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/-Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.
- PUJOL BATLLE, IGNASI y ORIENT GINER, PASCUAL F.: "Evaluación del control

interno: Revisión al proceso del muestreo de atributos". Revista Técnica. Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, nº. 19, 1989, pp. 12-20.

QUEINNEC, CHRISTIAN: "Programación en Lisp". Paraninfo, Madrid, 1987.

QUILLIAM, M. R.: "Semantic Memory". Incluido en M. MINSKY (Eds.): "Semantic Information Processing", Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge, Massachusetts, 1968, pp. 227-270.

QUINLAN, J. R.: "Discovering rules by induction from large collections of examples (ID3 algorithm)". Incluido en MICHIE [Ed.]: "Expert Systems in the Micro-Electronic Age". Edinburgh University Press, Edinburgh, 1979.

QUINLAN, J. R.: "Induction of decision trees (ID3 algorithm). Incluido en Machine Learning, vol. 1, nº. 1, pp. 81-106.

RADA, ROY: "An Expert System for Journal Selection". IEEE Expert, IEE-E, nº. 2, abril, 1990, pp. 60-68.

RADA, ROY: "Expert Systems in the UK". IEEE Expert, vol. 5, nº. 4, agosto, 1990, pp. 12-17.

RAGHUPATHI, WULLIANALLUR `RP' y SCHKADE, LAWRENCE L.: "The `SKADE LITOrSET" Expert System for Corporate `Litigate or Settle' Decisions". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº 4, diciembre, 1992, pp. 247-259.

RAHMAN, MAWDUDUR y HALLADAY, MAURICE: "Accounting Information Systems. Principles, Applications, and Future Directions". Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, 1988.

RAIRO. TECHNIQUE ET SCIENCE INFORMATIQUES: "Le programme européen de recherche ESPRIT", vol. 7, nº. 4, 1988, pp. 403-422.

RAM, SUDHA y RAM, SUNDARESAN: "Screening Financial Innovations. An Expert System Approach". IEEE Expert, vol. 5, nº. 4, agosto, 1990, pp. 20-28.

RAMOS GONZÁLEZ, MIGUEL ÁNGEL: "La auditoría informática en España: situación actual y horizontes". Dirección y Progreso, nº. 101, septiembre-octubre, 1988, pp. 17-23.

RANDALL, ROBERT F.: "Accountants Need More Computer Education, Say Controllers". Management Accounting [EE.UU.], abril, 1985, p. 16.

RANDALL, ROBERT F.: "Firms Say Expert Systems Pay Back Big". Management Accounting [EE.UU.], abril, 1989, p. 13.

RAO, H. RAGHAV: "The Technology Transfer of Expert Systems. Overcoming Barriers to Commercialization". Journal of Information Systems Management, vol. 8, nº. 3, verano, 1991, pp. 42-47.

RAUCH-HINDIN, WENDY B.: "AI shapes up for mainstream use". Mini-Micro Systems, agosto, 1986, pp. 57-60, 63-4, 66-8.

RAUCH-HINDIN, WENDY B.: "Software integrates AI, standard systems". Mini-Micro Systems, octubre, 1986, pp. 69-70, 73-85.

RAUCH-HINDIN, WENDY B.: "Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial, la ciencia y la industria. (Fundamentos-Aplicaciones)". Díaz de Santos, Madrid, 1989.

REAL DECRETO 1636/1990, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento que desarrolla la Ley 19/1988, de 12 de julio, de Auditoría de Cuentas.

REAL DECRETO 1643/1990, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Plan General de Contabilidad.

RECKERS, P. M. J. y TAYLOR, M. E.: "Consistency in Auditors' Evaluations of Internal Accounting Controls". Journal of Accounting, Auditing and Finance, otoño, 1979, pp. 42-55.

RECTOR, A. L.: "Knowledge-based systems in medicine: a review". Incluido en J. FOX [Ed.], "Expert Systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech, Maidenhead, Berkshire, 1984.

RECHENMANN, FRANÇOIS: "Evaluation des modèles de connaissances". Revue Française de Gestion, nº. 72, enero-febrero, 1989, pp. 52-60.

REES, PATRICIA: "A Case Study Of User Evaluation Of An Expert System". Journal of Systems Management, vol. 42, nº. 12, diciembre, 1991, pp. 10-11, 36-37.

REEVE, JOHN T.: "Auditoría interna". Incluido en CASHIN, JAMES A.,

NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 8, pp. 165-198.

REGISTRO DE ECONOMISTAS AUDITORES (REA): "Auditoría. Inventario de objetivos y procedimientos". Madrid, 1986.

REITMAN, W. y SHIM, S. J.: "Expert Systems for Evaluating Business Opportunities: Implementing the Management Advisor at Krypton Chemical". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 2, nº. 3, agosto, 1993, pp. 191-204.

REIX, ROBERT: "L'impact organizationnel des nouvelles technologies de l'information". Revue Française de Gestion, enero-febrero, 1990, pp. 100-106.

REIX, ROBERT: "Systèmes d'information: l'intelligence en temps réel reste encore à venir". Revue Française de Gestion, nº. 86, noviembre-diciembre, 1991.

RENAU PIQUERAS, J. J.: "Las Bases de Datos en los Sistemas de Información". Técnica Contable, septiembre, 1979, pp. 321-329 y 332.

REPATH, KATHLENN M.: "Knowledge Base Manufacturing". CMA - The Management Accounting Magazine, vol. 67, nº. 4, mayo, 1993, pp. 18-22.

RESOLUCIÓN de 19 de enero de 1991, del Presidente del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, por la que se publican las Normas Técnicas de Auditoría. Boletín Oficial del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas.

RESOLUCIÓN de 8 de julio de 1991, del Presidente del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas por la que se publica la Norma Técnica relativa al concepto de "importancia relativa".

RESOLUCIÓN de 16 de marzo de 1993, del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, por la que se publica la Norma de Auditoría sobre control de calidad. Boletín Oficial del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, nº. 12, marzo, 1993.

RESOLUCIÓN de 16 de marzo de 1993, del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, por la que se hace pública la "Norma Técnica de Auditoría sobre obligación de comunicar las debilidades significativas de control interno". Boletín Oficial del Instituto

de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, nº. 12, marzo, 1993.

RESOLUCIÓN de 31 de mayo de 1993, del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas por la que se publica la Norma de Auditoría sobre la aplicación del principio de empresa en funcionamiento. Boletín Oficial del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas, nº. 13, mayo, 1993.

RETOUR, DIDIER: "Les systèmes experts de gestion aus Etats-Unis". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

RETOUR, DIDIER: "L'évaluation des systèmes experts de gestion: proposition d'une cadre d'analyse". Revue Française de Gestion, nº. 72, enero-febrero, 1989, pp. 45-51.

REVUE FRANÇAISE DE COMPTABILITÉ: "NIVRA: Les systemes experts pour l'audit", nº. 196, diciembre, 1988, p. 27.

RIBAR, GARY S.: "Expert Systems Technology at Peat Marwick Main". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 1, septiembre-octubre, 1987, pp. 1 y 5.

RIBAR, GARY. S.: "Development of an audit expert system". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 3, junio, 1988, pp. 3-8.

RIBAR, GARY S.: "Expert Systems Validation: A Case Study". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 3, junio, 1988, pp. 26-28.

RIBAR, GARY S.: "Towards a Generalized Methodology for Expert Systems Development". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol 1, nº. 4, septiembre, 1988, pp. 13-16.

RICH, CHARLES: "The Programmer's Apprentice". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.

RICHARDSON, R.: "Getting the show on rails, Expert systems and the Financial Services Act". The Accountant's Magazine, diciembre, 1987, pp. 56-58.

- RIESBECK, C. K. y SCHANK, R. C.: "Inside Case-Based Reasoning". Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum Associates, 1989.
- RINE, DAVID: "Improving Software Productivity: An Expert Database Approach". IEEE Expert, vol. 3, nº. 2, verano, 1988, pp. 16-17.
- RISCH, TORE, REBOH, RENE, HART, PETER y DUDA, RICHARD: "A Functional Approach to Integrating Database and Expert Systems". Communications of the ACM, vol. 31, nº. 12, diciembre, 1988, pp. 1424-1437.
- RITTENBERG, L. E. y MINER, D. L.: "Performing Cost/Benefit Analyses of Internal Controls". Internal Auditor, febrero 1981, pp. 56-64.
- ROBB, FENTON F. y BROWN, TOM A.: "The machine intelligence family". The Accountant's Magazine, junio, 1987, pp. 50-52.
- ROBB, FENTON F. y BROWN, TOM A.: "The accountant and the intelligent machine". The Accountant's Magazine, julio, 1987, pp. 38-39.
- ROBINSON, J. A.: "A Machine Oriented Logic Based on the Resolution Principle". Journal of the ACM, nº. 12, 1965, pp. 23-41.
- ROCAFORT NICOLAU, ALFREDO: "Auditoría de cuentas". Hispano Europea. Barcelona, 1983.
- RODRÍGUEZ HONTORIA, HORACIO: "Aplicaciones del lenguaje natural: interfaces, documentación y traducción automática". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 147-156.
- RODRÍGUEZ MARÍN, PILAR: "Sistemas expertos en la gestión empresarial". Dirección y Progreso, nº. 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 42-47.
- ROHM, WENDY GOLDMAN: "A Remote Promise". Infosystems, septiembre, 1986, pp. 52-54, 56.
- ROJI CHANDRO, LUIS: "Auditoría Tributaria". Revista Técnica Tributaria, nº 2, Asociación Española de Asesores Fiscales. Madrid. 1988.
- ROTH, ROTH L.: "Data Bridges". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company,

Reading, Massachusetts, 1987.

- ROUSSEY, ROBERT S.: "The CPA in the Information Age: Today and Tomorrow". *Journal of Accountancy*, octubre, 1986, pp. 94-107.
- ROWE, ALAN J.: "The Meta Logic of Cognitively Based Heuristic". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.
- ROWE, GENE y WRIGHT, GEORGE: "Expert Systems in Insurance: A Review and Analysis". *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, vol. 2, nº. 2, abril, 1993, pp. 129-145.
- ROY, JEAN: "Application of expert systems in finance". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.
- ROY, JEAN y SURET, JEAN-MARC: "A clever screening system for commercial loan applications". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- ROYCROFT, A.E. y LOUCOPOULOS, P.: "ACCI-An Expert Systems for the Apportionment of Close Companies' Income". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.
- ROZENHOLC, MAIA: "Event Assesses Risk Taking". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.
- ROZENHOLC, MAIA: "Un système expert de crédit aux P.M.E./P.M.I." Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Les Systèmes experts de gestion: banque, finance, marketing". Eyrolles, París, 1988.
- RUIZ VIRUMBRALES, LUIS: "La inteligencia artificial y los directivos". *Dirección y Progreso*, nº. 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 27-30.

- RUNYAN, LINDA: "Hot Technologies for 1989". Datamation [EE.UU.], enero 15, 1989, pp. 94-99.
- RUNYAN, LINDA: "Las tecnologías del año". [Original en DATAMATION [EE.UU.] enero 15, 1989], Datamation [España], nº. 45, mayo, 1989, pp. 94-99.
- RUSSO, PAUL M.: "Intelligent Robots: Myth or Reality". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.
- RYAN, JODY L.: "Expert Systems in the Future: The Redistribution of Power". Journal of Systems Management, abril, 1988, pp. 18-21. [Publicado también en: Journal of Systems Management, noviembre, 1988, pp. 30-2].
- SAGE, ANDREW P. y LAGOMASINO, ADOLFO: "Computer-Based Intelligence Support: An Integrated Expert Systems and Decision Support Systems Approach". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing, Reading, Massachusetts, 1987, pp. 338-357.
- SALCHENBERGER, LINDA M., CINAR, E. MINE y LASH, NICHOLAS: "Neural Networks: A New Tool for Predicting Thrift Failures", Decision Sciences, vol. 23, nº 4, julio-agosto, 1992, pp. 899-916.
- SALERNO, LYNN M.: "What happened to the computer revolution?". Harvard Business Review, noviembre-diciembre, 1985, pp. 129-38.
- SALMERÓN GIMÉNEZ, CECILIO: "Posibilidades de los Sistemas Expertos en el entorno bancario".
- SAN, LEONG YIT: "The Rubberr Research Institute of Malaysia Environmax planting reccommandation expert system". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Introducción al proceso de informatización contable". Quaderns de Treball, nº. 118, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Valencia, 1988, pp. 47-50.

SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Sistemas expertos en Contabilidad". Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, pp. 461-481.

SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Sistemas expertos en Contabilidad". Técnica Contable, nº. 514, octubre, 1991, pp. 533-546.

SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Integración del ordenador y de la tecnología de la información en la enseñanza de la Contabilidad". Actas del IV Encuentro Profesores Universitarios de Contabilidad. Santander, 30 y 31 de mayo, 1 de junio de 1991, Universidad de Cantabria. Santander, 1991, pp. 55-73.

SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Integración del ordenador y de la tecnología de la información en la enseñanza de la Contabilidad". Partida-Doble, nº. 15, septiembre, 1991, pp. 64-71.

SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Integración del ordenador y de la tecnología de la información en la enseñanza de la Contabilidad". Técnica Contable, nº. 515, noviembre, 1991, pp. 625-634, 646.

SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "La tecnología de la información y el directivo de la empresa del futuro". Partida Doble, nº 29, diciembre, 1992, pp. 6-21.

SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Os sistemas especializados no campo da contabilidade". 1ª parte. Jornal de Contabilidade, nº 189, diciembre, 1992, pp. 309-311.

SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Os sistemas especializados no campo da contabilidade". 2ª parte. Jornal de Contabilidade, nº 190, enero, 1993, pp. 11-13.

SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Sistemas expertos en auditoría". Comunicación presentada en el V Encuentro de Profesores Universitarios de Contabilidad. Sevilla, 27-29 de mayo de 1993.

SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Sistemas expertos en Auditoría". Técnica Contable, núms. 536-537, agosto-septiembre, 1993, pp. 529-544 y 560.

SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Sistemas expertos en contabilidad de gestión".

Comunicación presentada en el V Encuentro de Profesores Universitarios de Contabilidad. Sevilla, 27-29 de mayo de 1993.

SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Sistemas expertos en contabilidad de gestión". Técnica Contable, núm. 540, diciembre, 1993, pp. 787-799.

SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Sistemas expertos en análisis de estados financieros, y en planificación financiera". Comunicación presentada en el III Congreso Internacional de Costos y I Congreso Nacional de la Asociación Española de Contabilidad Directiva (ACODI). Madrid, 21-24 de septiembre de 1993.

SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO: "Nuevos sistemas de información para apoyar la toma de decisiones: sistemas expertos vs. sistemas de ayuda a la decisión". Actas del VII Congreso de la Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA). Vitoria-Gasteiz, 22-24 de septiembre de 1993. AECA, pp. 1003-1024.

SANDER, HANS G.: "Expert System's Challenge for the Profession". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

SANFELIU, ALBERTO: "Visión por computador". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 193-205.

SANSONNET, J. P.: "La machine Lisp M3L". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 3, nº. 6, noviembre-diciembre, 1984, pp. 397-409.

SANZ PORTELL, TERESA: "Los sistemas expertos al servicio de la banca". Dirección y Progreso, nº. 119, septiembre-octubre, 1991, pp. 92-94.

SARABIA ALZAGA, JOSE MARIA: "Sistemas expertos: una aproximación en el entorno de la empresa". Actualidad Financiera, nº. 26, 27 junio-3 julio, 1988, pp. 1243-1264.

SARAM, E.: "Programación en Micro-Prolog. Un lenguaje de la 5ª generación". Paraninfo, Madrid, 1987.

SATHI, ARVIND, MORTON, THOMAS E. y ROTH, STEVEN F.: "Callisto: An

Intelligent Project Management System". A. I. Magazine, vol. 7, nº. 5, invierno, 1986, pp. 34-52.

SAVELL, DARYL V., PEREZ, RAFAEL A. y KOH, W.: "Scheduling Semiconductor Wafer Production: An Expert System Implementation". IEEE Expert, vol. 4, nº. 3, otoño, 1989, pp. 9-15.

SCHAEFER, VINCENT: "Les systèmes experts et l'analyse financière". Revue Française de Comptabilité, nº. 177, marzo, 1987, pp. 39-47.

SCHANK, ROGER: "Intelligent Advisory Systems". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.

SCHANK, R. y ABELSON, R.: "Scripts, Plans, and Knowledge". Proceedings IJCAI-75, 1975, pp. 151-156.

SCHANK, R. y ABELSON, R.: "Scripts, Plans, Goals and Understanding". Lawrence Erlbaum, 1977.

SCHAPPERLE, ROBERT F.: "Normas de presentación de informes". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 45, pp. 1069-1095.

SCHATZ, HARRY, STRAHS, ROANNE y CAMPBELL, LEO: "Designing an Expert System for Long-Term Maintenance". Journal of Accounting and EDP, otoño, 1987, pp. 20-24.

SCHILDT, HERBERT: "Utilización de C en inteligencia artificial". McGraw-Hill. Madrid. 1990.

SCHINK, STEVE: "Workstation unites AI, number crunching". Mini-Micro Systems, febrero, 1987, pp. 91-2, 95-7.

SCHLOSSER, ROBERT E.: "El campo de la auditoría". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988, pp. 3-18.

SCHREURS, JOANNA y BROECKX, FERNAND: "Expert support system (ESS), the tool to support a strategic information system". Mondes en Développement, tomo 18, nº. 72, 1990, pp. 35-38.

- SCHUSSEL, GEORGE: "DBMS and 4GL Technology: Pressing Questions - and Answers". Journal of Information Systems Management, otoño, 1986, pp. 82-87.
- SCHWARZBACH, HENRY R.: "A Current Overview of the MIS Audit". Management Accounting [EE.UU.], julio, 1980, pp. 23-26.
- SCOTT, A. CARLISLE, CLANCEY, W.J., DAVIS, R. y SHORTLIFFE: "Methods for Generating Explanations". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.
- SCOTT-MORTON, M. S.: "Management Decision Systems: Computer Based Support for Decision Making". Division of Research, Harvard University. Cambridge, Massachusetts, 1971.
- SEILHEIMER, STEVEN D.: "Current State of Decision Support System and Expert System Technology". Journal of Systems Management, agosto, 1988, pp. 14-19.
- SELFRIIDGE, MALLORY y BIGGS, STANLEY F.: "GCX: Knowledge Structures for Going-Concern Evaluations". Working Paper. University of Connecticut, 1988.
- SELFRIIDGE, MALLORY y BIGGS, STANLEY F.: "The Architecture of Expertise: the Auditor's Going-Concern Judgement". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 2, nº. 3, 1990, pp. 3-18.
- SELFRIIDGE, MALLORY y BIGGS, STANLEY F.: "The Architecture of Expertise: The Auditor's Going-Concern Judgement". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.
- SELL, PETER S.: "Sistemas expertos para principiantes". Editorial Limusa. México, 1992.
- SELLERS, JOSÉ T.: "Los centros de información". Dirección y Progreso, nº. 77, septiembre-octubre, 1984, pp. 49-51.
- SEN, ARUN y WALLACE, WANDA A.: "An Expert Systems Assistance to Internal Audit Department Evaluation", Expert Systems With Applications,

vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 51-66.

SENA, JAMES A. y SMITH, L. MURPHY: "The Development of Accounting Expert Systems". Journal of Accounting and EDP, verano, 1987, pp. 9-14.

SENA, JAMES A. y SMITH, L. MURPHY: "A Sample Expert System for Financial Statement Analysis". Journal of Accounting and EDP, verano, 1987, pp. 15-22.

SENG, CHAN HUANG y JOO, POR HAU: "Transformation of a semantic network into object-oriented and relational databases design". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

SENICOURT, PATRICK: "Un système-expert de prévision financière. Préface(TM)-Expert". La Revue du Financier, nº. 55, julio-agosto, 1987, pp. 23-27.

SERRA SALVADOR, VICENTE: "Las normas de auditoría: desarrollo institucional y contenido básico". Incluido en MONTESINOS JULVE, VICENTE (Ed.): "La Auditoría en España. Situación actual y perspectivas". Universitat de València. Valencia, 1991, pp. 151-171.

SERRANO CINCA, CARLOS y MARTÍN DEL BRÍO, BONIFACIO: "Predicción de la quiebra mediante el empleo de redes neuronales artificiales". Revista Española de Financiación y Contabilidad, nº. 74, enero-marzo, 1993, pp. 153-176.

SERRANO CINCA, CARLOS y MARTÍN DEL BRÍO, BONIFACIO: "Redes neuronales artificiales: Aplicaciones en contabilidad y finanzas". Comunicación presentada en el V Encuentro de Profesores Universitarios de Contabilidad. Sevilla, 27-29 de mayo de 1993.

SERRANO CINCA, CARLOS, GALLIZO LARRAZ, JOSÉ LUIS y MARTÍN DEL BRÍO, BONIFACIO: "Mapas autoorganizados: una nueva herramienta de análisis contable". Actas del VII Congreso de la Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA). Vitoria-Gasteiz, 22-24 de septiembre de 1993. AECA, pp. 263-285.

SERRANO MORACHO, FRANCISCO: "El proceso de auditoría del sistema informativo contable (S.I.C.)". Revista Técnica. Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, nº 21, 1990, pp. 56-72.

SHAFER, GLENN: "A Mathematical Theory of Evidence". Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1976.

SHAFER, GLENN: "Disusion of `Integration of Two Kinds of Expertise: Intelligent Exploratory Behavior and Normative Algorithms'". Incluido en ANDREW D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 121-128.

SHAFER, GLENN, SHENOY, PRAKASH P. y SRIVASTAVA, RAJENDRA P.: "AUDITOR'S ASSISTANT: A Knowledge Engineering Tool For Audit Decision. Incluido en SRIVASTAVA, RAJENDRA P. y REBELE, JAMES E. [Eds.]: "Auditing Symposium IX. Proceedings of the 1988 Touche Ross-/University of Kansas Symposium on Auditing Problems. 19-20 May 1988". Division of Accounting, School Business, University of Kansas, Lawrence, Kansas, 1988.

SHANKER, GOPAL, NILAKANTA, SREE y NORRIS, DAN: "An Exploratory Analysis of Accounting Expert System Abstracts". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 1, nº. 3, septiembre, 1992, pp. 207-220.

SHARIFI, MOHSEN y FARAH, BADIE: "Integrated Case Studies in Accounting and Information Systems". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1987.

SHARPE, W.P.: "Logic Programming for the Law". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.

SHAW, MICHAEL J. y GENTRY, JAMES A.: "Using an Expert System with Inductive Learning to Evaluate Business Loans". Financial Management, vol. 17, nº. 3, otoño, 1988, pp. 45-56.

SHAW, MICHAEL J. y GENTRY, JAMES A.: "Using inductive learning for assessing firm's financial health". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

- SHAW, MICHAEL J. y GENTRY, JAMES A.: "Inductive Learning For Risk Classification". IEEE Expert, vol. 5, nº. 1, febrero, 1990, pp. 47-53.
- SHAW, M. L. G. y GAINES, B. R.: "Advances in interactive knowledge engineering." Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.
- SHEIL, BEAU: "Thinking about artificial intelligence". Harvard Business Review, julio-agosto, 1987, pp. 91-97.
- SHEIL, BEAU: "Reflexiones sobre la inteligencia artificial". Harvard Deusto (Business Review), 1º trim., 1988, pp. 57-64, 66. [Original en Harvard Business Review, julio-agosto, 1987].
- SHIM, JAE K. y RICE, JEFFRY S.: "Expert Systems Applications To Managerial Accounting". Journal of Systems Management, junio, 1988, pp. 6-13.
- SHIRAI Y. y TSUJII, J.: "Inteligencia Artificial. Conceptos, técnicas y aplicaciones". Ariel, Barcelona, 1987.
- SHOEBRIDGE, ANTHONY: "EIS: Friend or Foe?". Accountancy, octubre, 1988, pp. 150-152.
- SHOOR, RITA: "When a Buzzword Becomes Reality". Infosystems, febrero, 1986, pp. 62, 64.
- SHORTLIFFE, EDWARD H.: "Computer-Based Medical Consultation: MYCIN". New York, Elsevier, 1976.
- SHORTLIFFE, EDWARD H.: "Details of the Consultation System". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.
- SHPILBERG, DAVID y GRAHAM, LYNFORD E.: "Developing ExpertTAX<sup>SM</sup>: An Expert System for Corporate Tax Accrual and Planning". Auditing: A Journal of Practice & Theory, vol. 6, nº. 1, otoño, 1986, pp. 75-

SHPIBERG, DAVID, GRAHAM, LYNFORD E. y SCHATZ, HARRY: "ExpertTAX<sup>SM</sup>: And Expert System for Corporate Tax Planning". Expert Systems, vol. 3, nº. 3, julio, 1986, pp. 136-151.

SIERRA, CARLES y SANGÜESA, RAMÓN: "Herramientas de desarrollo de sistemas expertos". Incluido en ANSELMO DEL MORAL BUENO y MÁXIMO LLAGUNO ELLACURÍA [Eds.]: "Nuevas tendencias en inteligencia artificial". Universidad de Deusto, Bilbao, 1992, pp. 111-128.

SIERRA MOLINA, GUILLERMO: "Sistemas de información y contabilidad para la gestión". Ponencia III presentada en el V Encuentro de Profesores Universitarios de Contabilidad, Sevilla 27-29 de mayo de 1993.

SIERRA MOLINA, GUILLERMO y BONSON PONTE, ENRIQUE: "Audi Expert: Un sistema experto para la elaboración del informe de auditoría". Partida Doble, nº. 28, noviembre, 1992, pp. 45-52.

SIGÜENZA, JUAN A., LÓPEZ, VICENTE y DORRONSORO, JOSÉ R.: "Redes neuronales, de la investigación básica a las aplicaciones industriales". CHIP, nº. 134, abril, 1993, pp. 64-73.

SILVERMAN, BARRY G. [Ed.]: "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.

SILVERMAN, BARRY G.: "Should a Manager "Hire" an Expert System?". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.

SILVERMAN, BARRY G. y MOUSTAKIS, VASSILIS S.: "Expert System Issues in INNOVATOR: Representations and Heuristics". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.

SIMON, HERBERT A.: "The New Science of Management Decisión". Revised edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1977. (La primera edición es de 1960. Hay una versión española: "La nueva ciencia de la decisión gerencial". El Ateneo, Buenos Aires, 1982).

SIMON, HERBERT A.: "Information Technologies and Organizations".

Accounting Review, vol. 65, nº. 3, julio, 1990, pp. 658-667. El artículo está basado en una entrevista con el profesor Simon conducida por YUJI IJIRI y SHYAM SUNDER el 3 de julio de 1.989.

SIMONS, G. L.: "Los Ordenadores de la Quinta Generación". Díaz de Santos, Madrid, 1985.

SIMONS, G. L.: "Introducción a la inteligencia artificial". Díaz de Santos, Madrid, 1987.

SLAGLE, JAMES R. y HAMBURGER, HENRY: "An Expert System for a Resource Allocation Problem". Communications of the ACM, vol. 28, nº. 9, septiembre, 1985, pp. 994-1004.

SLAGLE, JAMES R. y HAMBURGER, HENRY: "Resource Allocation by an Expert System". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.

SLAGLE, JAMES R., GARDINER, DAVID A. y HAN, KYUNGSOOK: "Knowledge Specification of an Expert System". IEEE Expert, vol. 5, nº. 4, agosto, 1990, pp. 20-28.

SLATER, JOHN R., HAZEN, SUSAN J. y SAKTHIVEL, SACHI: "On Selecting Appropriate Technology for Knowledge Systems". Journal of Systems Management, vol. 44, nº. 10, octubre, 1993, pp. 10-42.

SLOMAN, A.: "Why We Need Many Knowledge Representation Formalisms". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.]: "Research and development in expert systems. Proceedings of the fourth technical conference of the british computer society specialist group on expert systems. University of warwick 18-20 december 1984". Cambridge university press en nombre de british computer society ltd., Cambridge. London, 1985.

SMITH, DAVID E. y CLAYTON, JAN E.: "Another Look at Frames". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.

SMITH, L. MURPHY, McDUFFIE, R. STEPHEN y FLORY, STEVEN M.: "A GAAP-Based Expert Prototype for Business Combinations". Financial & Accoun-

ting Systems, vol. 7, nº. 2, verano, 1991, pp. 17-22.

SMITH, STEPHEN, FOX, MARK S. y SI OW, PENG: "Constructing and Maintaining Detailed Production Plans: Investigations into the Development of Knowledge-Based Factory S". A. I. Magazine, vol. 7, nº. 4, otoño, 1986, pp. 45-61.

SNYDERS, JAN: "Unraveling Artificial Intelligence". Infosystems, julio, 1987, p. 48

SOCHA, WAYNE J.: "Problems in Auditing Expert System development". Edapcs, marzo, 1988, pp. 1-6.

SOLER AMARO, RAMÓN: "Manual de contabilidad y auditoría con ordenador". Ministerio de Hacienda, Madrid, 1979.

SORET LOS SANTOS, IGNACIO: "Visiomática, un híbrido de visión artificial y automática". Chip, nº. 96, noviembre, 1989, pp. 9-14.

SORTER, GEORGE H.: "An `Events` Approach to Basic Accounting Theory". The Accounting Review, enero, 1969, pp. 12-19.

SOTO SERRANO, JUAN: "Sistemas integrados de oficina". Dirección y Progreso, nº 83, septiembre-octubre, 1985, pp. 45-48.

SPARCK JONES, K.: "Natural Language Interfaces for Expert Systems". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.

SPRAGUE, RALPH H., Jr.: "A Framework for the Development of Decision Support Systems". MIS Quarterly, vol. 4, nº. 4, 1980, pp. 1-26. Incluido también en SPRAGUE, RALPH, Jr. y WATSON, HUGH J. (Eds.): "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, pp. 9-35.

SPRAGUE, RALPH H., Jr.: "DSS in Context". Decision Support Systems, 3 (1987), pp. 197-202. Incluido en SPRAGUE, RALPH, Jr. y WATSON, HUGH J. (Eds.): "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, pp. 36-45.

SPRAGUE, RALPH H., Jr. y CARLSON, ERIC D.: "Building Effective Decision Support Systems". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1982.

SPRAGUE, RALPH, Jr. y WATSON, HUGH J. (Eds.): "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989.

SRINIVASAM, RAGHUNATHAN y TADIKAMALLA, PANDU: "The Use of Stochastic Simulation in Knowledge-Based Systems". Decision Sciences, vol. 23, nº. 6, noviembre-diciembre, 1992, pp. 1333-1356.

SRINIVASAN, CADAMBI y DASCHER, PAUL E.: "Security Controls in Database Systems". The Internal Auditor, abril, 1984, pp. 51-57.

SRINIVASAN, VENKAT y KIM, YOUNG H.: "Designing Expert Financial Systems: A Case Study of Corporate Credit Management". Financial Management, vol. 17, nº. 3, otoño, 1988, pp. 32-44.

SRINIVASAN, VENKAT; RUPAREL, BHARAT y KIM, YONG H.: "Designing and Implementing Knowledge Based Systems for Corporate Financial Applications Using Relational Database Management Systems". Incluido en O'Leary, Daniel E. y Watkins, Paul R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 101-123.

SRIRAM, RAM S. y SRINIVASAN, S.: "Review of knowledge-based systems and auditing", Journal of Accounting and EDP, vol. 5, otoño, 1989, pp. 9-13.

SRIVASTAVA, RAJENDRA P. y REBELE, JAMES E. [Eds.]: "Auditing Symposium IX. Proceedings of the 1988 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems. 19-20 May 1988". Division of Accounting, School Business, University of Kansas, Lawrence, Kansas, 1988.

SRIVASTAVA, RAJENDRA P. y FORD, N. ALLEN: "Auditing Symposium VIII. Proceedings of the 1986 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems". School Business, University of Kansas, Lawrence, Kansas, 1986.

STAMMERS, R.A.: "The MXA Shell". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20

December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.

STANSFIELD, JAMES L. y GREENFELD, NORTON R.: "PlanPower: A Comprehensive Financial Planner". IEEE Expert, vol. 2, nº. 3, otoño, 1987, pp. 51-60.

STEELS, L.: "Second generation expert systems". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems '86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.

STEFIK, MARK, AIKINS, JANICE, BALZER, ROBERT, BENOIT, JOHN, BIRNBAUM, LAWRENCE, HAYES-ROTH, FREDERICK, SACERDOTI, EARL: "Basic Concepts for Building Expert Systems". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONAL A. WATERMAN y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983.

STEFIK, MARK, AIKINS, JANICE, BALZER, ROBERT, BENOIT, JOHN, BIRNBAUM, LAWRENCE, HAYES-ROTH, FREDERICK, SACERDOTI, EARL: "The Architecture of Expert Systems". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONAL A. WATERMAN y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983.

STEIN, ALVIN M. y WOLOSKY, JOEL M.: "Responsabilidad legal". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 5, pp. 81-98.

STEINBART, PAUL J.: "The Construction of a Rule-Based Expert System as a Method for Studying Materiality Judgments". Accounting Review, enero, 1987, pp. 97-116.

STEPNIEWSKI, JEAN: "Le rôle de la comptabilité dans la construction d'un système informatique de gestion intégré". Revue Française de Comptabilité, nº. 136, mayo, 1983, pp. 243-251.

STEPNIEWSKI, JEAN: "Principes de la comptabilité événementielle. Vers un robot comptable". Masson. Paris. 1987.

STETTLER, HOWARD F.: "Evidencia y pruebas". Incluido en CASHIN, JAMES

- A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988, capítulo 16, pp. 351-371.
- STEVENSON, HAMISH: "Exper systems in the UK financial services sector: a symbolic analysis of the hype". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based managment support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.
- STONER, GREG: "'Expert systems': jargon or challenge?". Accountancy, febrero, 1985, pp. 142-5.
- STONIER, T.: "What is Information?". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.
- STOREY, VEDA C. y GOLDSTEIN, ROBERT C.: "An Expert View Creation System for Database Design". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 2, nº. 3, 1990, pp. 19-45.
- STOUT, DAVID E., LIBERATORE, MATTHEW J. y MONAHAN, THOMAS F.: "Decision Suppor Software For Capital Budgeting". Management Accounting [EE-UU.], julio, 1991, pp. 50-53.
- STYLIANOU, ANTHONY C., MADEY, GREGORY R. y SMITH, ROBERT D.: "Selection Criteria for Expert System Shells: A Socio-Technical Framework", Communications of the ACM, vol. 35, nº 10, octubre, 1992, pp. 30-48.
- SUÁREZ SUÁREZ, ANDRÉS S.: "La moderna auditoría. Un análisis conceptual y metodológico". McGraw-Hill. Madrid. 1990.
- SUASI, XAVIER: "Sistemas Expertos, ayudan pero no sustituyen". Chip, nº. 97, diciembre, 1989, pp. 6-7.
- SULLIVAN, JOHN B.: "Discussant's Response to "AUDITOR'S ASSISTANT: A Knowledge Engineering Tool For Audit Decision". Incluido en SRIVASTAVA, RAJENDRA P. y REBELE, JAMES E. [Eds.]: "Auditing Symposium IX. Proceedings of the 1988 Touche Ross/University of Kansas Symposium on Auditing Problems. 19-20 May 1988". Division of Accounting, School Business, University of Kansas, Lawrence,

Kansas, 1988.

SULLIVAN, WILLIAM G. y REEVE, JAMES M.: "Xventure: expert systems to the rescue". Management Accounting [EE.UU.], octubre, 1988, pp. 51-58.

SUMMERS, RITA C., FERNANDEZ, EDUARDO B. y WOOD, CHRISTOPHER: "Auditing and Controls in a Database Environment". Incluido en WILKINSON, JOSEPH W. y KNEER, DAN C.: "Information Systems for Accounting and Management: Concepts, Applications, and Technology". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1987, pp. 273-294.

SURGENT, JOHN M.: "Impuestos". Incluido en Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 44, pp. 1055-1068.

SVIOKLA, JOHN: "Business Implications of Knowledge-Based Systems". DataBase, otoño, 1986. Incluido en SPRAGUE, RALPH, Jr. y WATSON, HUGH J. (Eds.): "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, pp. 335-358.

SWAGERMAN, J. y VERKRUIJSSE RA, J. P. J.: "An Expert-System supporting the Auditor in the Evaluation of Expert Systems". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

SWEENEY, ROBERT B.: "PC: what did we earn last year". Management Accounting [EE.UU.], octubre, 1989, pp. 31-35.

SWIFT, MICHAEL K.: "Hypertext: A Tool For Knowledge Transfer". Journal of Systems Management, vol. 42, nº. 6, junio, 1991, pp. 35-37.

SYED, JAFFER R. y TSE, EDISON: "A Integrated Consulting System for Competitive Analysis and Planning Control". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

TAFFLER, R.J. y TSEUNG, M.: "The Audit Going Concern Qualification in Practice-Exploding Some Myths", The Accountant's Magazine, julio, 1984, pp. 263-269.

TALTAVULL, JERÓNIMO: "Los nuevos sistemas de comunicación". Dirección y Progreso, nº 88, julio-agosto, 1986, pp. 64-66.

- TANGEN, K. y WRETLING, U.: "Intelligent front ends to numerical simulation programs". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.
- TANARRO NEMIÑA, FERNANDO: "Impuestos". Incluido en CASALS CREUS, RAMÓN, GASSO VILAFRANCA, JOSÉ M. y SORIA SENDRA, CARLOS: "Fundamentos de auditoría". Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España. Madrid. 1992. Capítulo 21, pp. 395-422.
- TARDOS, J. DOMINGO y SILVA SUÁREZ, MANUEL: "Aproximación a los robots inteligentes". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 265-279.
- TARRAGO SABATE, FRANCISCO: "Tecnologías de la información, estructuras orgánicas y tareas directivas". Incluido en "XXV Años de Contabilidad Universitaria en España". Instituto de Planificación Contable. Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid, 1988, pp. 879-893.
- TATE, PAUL: "The Blossoming of European AI". Datamation [EE.UU.], noviembre, 1984, pp. 85-86, 88.
- TELLO, ERNEST R.: "Personal Consultant Plus". Byte, octubre, 1987, pp. 242-244.
- TEN DYKE, RICHARD P.: "Outlook on artificial intelligence". Journal of Information Systems Managament, otoño, 1984, pp. 10-16. Este mismo artículo aparece publicado también en Journal of Accounting and EDP, verano, 1985, pp. 30-37.
- TENER, WILLIAM T.: "Expert Systems for Computer Security". Expert Systems Review for Business and Accounting, vol. 1, nº. 2, marzo, 1988, pp. 3-5.
- TENER, WILLIAM T.: "Expert Systems for Computer Security". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.
- THIERAUF, ROBERT J.: "Decision Support Systems for Effective Planning

and Control: A Case Study Approach". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1982.

THIERAUF, ROBERT J.: "Expert Systems in Finance and Accounting". Quorum Books, New York, 1990.

THOMAS, A. J. y DOUGLAS, I. J.: "Auditoría informática". Paraninfo, Madrid, 1987.

TINDALL, CHRISTINE y SUSSKIND, RICHARD: "Anatomy of an Expert System". Accountancy, agosto, 1988, pp. 124-127.

TOMESKI, EDWARD ALEX y KLAHR, MICHAEL: "How Artificial Intelligence Has Developed". Journal of Systems Management, mayo, 1986, pp. 6-10.

TORSUN, I.S.: "PAYE - A tax expert system". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.

TORSUN, I. S. y MANNING, K. J.: "Application of Temporal Logic to Tax Regulations". Expert Systems With Applications, vol. 3, nº. 1, 1991, pp. 83-97.

TOURETZKY, DAVID S.: "LISP. Introducción al cálculo simbólico". Díaz de Santos, Madrid, 1986.

TOWEY, JOHN F.: "Helping to support decision making". Management Accounting [EE.UU.], febrero, 1989, p. 53.

TRACY, ELEANOR JOHNSON: "Putting artificial intelligence on a chip". Fortune, febrero, 1986, pp. 44.

TROTMAN, K. T., YETTON, P. W. y ZIMMER, I. R.: "Individual and Group Judgments of Internal Control Systems". Journal of Accounting Research, primavera, 1982, pp. 286-292.

TRUONG-NGOC, JEAN-MICHEL: "Comment l'intelligence (artificielle) vient aux entreprises". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Introduction aux systèmes experts de gestion". Eyrolles, París, 1988.

- TSE, ALAN: "A Prolog-based expert system for price decision making under incomplete knowledge". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- TSENG, MITCHELL M. y O'CONNOR, DENNIS: "Intelligent integrated decision support systems for manufacturing enterprise". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- TUA PEREDA, JORGE: "Subprogramas de investigación en la emisión de principios contables". Técnica Contable. Tomo XXXV, octubre, 1983.
- TUA PEREDA, JORGE: "Principios y normas de Contabilidad". Instituto de Planificación Contable. Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid, 1983.
- TUCKER, MICHAEL: "Expert systems blaze trails to AI success". Mini-Micro Systems, marzo, 1986, pp. 69-70, 73-4, 77-8.
- TUCKER, MICHAEL: "Artificial intelligence rides out the slump". Mini-Micro Systems, septiembre, 1986, pp. 50, 53.
- TURBAN, EFRAIM: "Decision Support and Expert Systems: Managerial Perspectives". Macmillan Publishing, New York, 1988.
- TURBAN, EFRAIM: "Expert Systems Integration with Computer-based Information Systems". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.
- TURBAN, EFRAIM y SCHAEFFER, DONNA M.: "A Comparison of Executive Information Systems, DSS, and Management Information Systems". Incluido en SPRAGUE, RALPH, Jr. y WATSON, HUGH J. (Eds.): "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, pp. 288-302.
- TURBAN, EFRAIM y TRIPPI, ROBERT: "Integration Expert systems and Operations Research: A Conceptual Framework". Expert Systems With Applications, vol. 1, nº 4, 1990, pp. 335-343.
- TURBAN, EFRAIM y TRIPPI, ROBERT: "The Utilization of Expert Systems in

OR/MS: An Assessment". OMEGA. The International Journal of Management Science, vol. 17, nº 4, 1989, pp. 311-322.

TURBAN, E. y WATKINS, P. R.: "Integrating Expert Systems and Decision Support Systems". MIS Quarterly, vol. 10, nº. 2, junio, 1986, pp. 121-138.

UNDERWOOD, DAVID: "Expert Systems At Mutual Life: A Three-Pronged Approach". Journal of Systems Management, vol. 43, nº. 1, enero, 1992, pp. 309-318.

UNIÓN EUROPEA DE EXPERTOS CONTABLES, ECONÓMICOS Y FINANCIEROS (UEC): "Recomendación de auditoría, nº 3: "Los papeles de trabajo del auditor". Munich, 1976.

UNIÓN EUROPEA DE EXPERTOS CONTABLES, ECONÓMICOS Y FINANCIEROS: "Recomendación nº 4 de Censura de Cuentas: La censura y el principio de gestión continuada", UEC, 1978. Incluido en "Normas y recomendaciones de Auditoría y Contabilidad", Instituto de Censores Jurados de Cuentas de España, Madrid, 1987.

URÍAS VALIENTE, JESÚS: "Auditoría Financiera". Tebar Flores. Madrid, 1987.

USC: "Proceedings of the USC Symposium on Expert Systems and Audit Judgment Research". University of Southern California, 1984.

USC: "Proceedings of the USC Symposium on Expert Systems and Audit Judgment". University of Southern California, 1986.

USC: "Proceedings of the USC Symposium on Expert Systems in Business, Finance, and Accounting". The University of Southern California, 1988.

VACCARI, E. y DELANEY, W.: "System Theory as Frame of Reference in Natural Language Processing". Systems Research, vol. 3, nº. 3, 1986, pp. 111-122.

VALENTINE, JEROME: "Applying Expert Systems to Investment". Financial Analysts Journal, noviembre-diciembre, 1988, pp. 48-53

VALIÑO BLANCO, JOSÉ: "Sistemas de ayuda a la función comercial". Dirección y Progreso, nº. 119, septiembre-octubre, 1991, pp.

VALLABHANENI, S. RAO: "Auditing Computer Security. A Manual with Case Studies". John Wiley & Sons. New York, 1989.

VALVERDE, L., GARCÍA, P. y GODO, L.: "Técnicas de razonamiento aproximado". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia artificial: conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo. Boixareu Editores. Barcelona, 1987, pp. 93-100.

van AANHOLT, B. M.: "Trends and Directions in Expert Systems". NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

van DIJK, JAN C. y WILLIAMS, PAUL A.: "Expert Systems in Auditing". Macmillan Publishers, Globe Book Services, London, 1990.

van KOPPEN, J.: "A Survey of Expert System Development Tools". Incluido en PHAM, D. T. [Ed.]: "Artificial Intelligence in Industry: Expert Systems in Engineering". IFS Publications, Springer-Verlag, New York, 1988, pp. 43-57.

van LITH, PETER: "Developing Expert Systems, knowledge engineering". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

van MELLE, WILLIAM: "The Structure of the MYCIN System". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.

van MELLE, WILLIAM, SHORTLIFFE, EDWARD H. y BUCHANAN, BRUCE: "EMYCIN: A Knowledge Engineer's Tool for Constructing Rule-Based Expert Systems". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley, Massachusetts, 1984.

van ZUTPHEN, LUC C.: "Opening address International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". Incluido en NIVRA (Neder-

lands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

VELA BARGUES, JORGE: "Auditoría informatizada". Partida Doble, nº. 23, mayo, 1992, pp. 51-54.

VELA BARGUES, JOSÉ MANUEL: "Concepto y principios de contabilidad pública". Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Ministerio de Economía y Hacienda. Madrid. 1992.

VELA PASTOR, MANUEL: "Sistemas contable". Técnica Contable, tomo XIII, febrero, 1971, pp. 41-46 y 79.

VELA PASTOR, MANUEL y MARCO GRANELL, ALBERTO: "La Auditoría en el mundo". Alta Dirección, nº. 101, enero-febrero, 1982, pp. 9-16.

VERDEJO, MARÍA FELISA: "Sistemas basados en reglas de producción y programación lógica". Incluido en JOSÉ CUENA et al.: "Inteligencia artificial: Sistemas expertos". Alianza Editorial. Madrid, 1986, pp. 53-68.

VERDEJO, MARÍA FELISA: "Comprensión automática: lenguaje natural". Incluido en JOSÉ MOMPÍN POBLET et al.: "Inteligencia Artificial: Conceptos, técnicas y aplicaciones". Marcombo, Barcelona, 1987, pp. 137-145.

VERET, CATHERINE: "Une application de la comptabilité polycritère a la comptabilité des banques". Revue Française de Comptabilité, nº. 173, noviembre, 1986, pp. 53-59.

VERGÉS MAMÉ, ENRIQUE: "El riesgo de auditoría". Revista Técnica. Instituto de Auditores-Censores Jurados de Cuentas de España, nº. 3, 1993, pp. 4-11.

VERITY, JOHN W.: "Artificial intelligence: (((LISP) (markets (grow))))". Datamation [EE.UU.], octubre, 1983, pp. 92-4, 98, 100.

VILLANI, KATHELEEN: "Redacción del informe". Incluido en Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 46, pp. 1097-1119.

VILLER, PHILIPPE: "Intelligent Robots: Moving toward Megassembly".

Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.

VINZE, AJAY S., KARAN, VIJAY y MURTHY, UDAY S.: "A Generalizable Knowledge-Based Framework for Audit Planning Expert Systems". Journal of Information Systems, vol. 5, nº. 2, otoño, 1991, pp. 78-91.

VOIROL, CHRISTIAN y PIGUET, CHRISTINA: "Système expert pour la conception automatique de modules VLSI". Rairo. Technique et Science Informatiques, vol. 8, nº. 6, 1989, pp. 509-522.

WALLINGFORD, EUGENE y STICKLEN, JON: "Selecting Plans for Capital Asset Acquisition Through Classification Problem Solving". Incluido en O'Leary, Daniel E. y Watkins, Paul R.: "Expert Systems in Finance". North-Holland. Amsterdam, 1992, pp. 19-35.

WALLIS, JEROLD W. y SHORTLIFFE, EDWARD H.: "Customized Explanations Using Causal Knowledge". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.

WANG, PEIZHUANG, ZHANG, DAZHI, YAU, KWOK-CHI y ZHANG, HONGMIN: "Degree analysis and its application in decision making". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

WARD, ADELE: "Expert help for accountants". Management Accounting [Gran Bretaña], marzo, 1988, pp. 18-19.

WARD, B. H.: "An Investigation of the Materiality Construct in Auditing". Journal of Accounting Research, primavera, 1976, pp. 138-152.

WATANABE, MASANOBU, YAMANOUCI, T., IWAMOTO, M. y USHIODA, Y.: "CL:A Flexible and Efficient Tool for Constructing Knowledge-Based Expert Systems". IEEE Expert, vol. 4, nº. 3, otoño, 1989, pp. 41-50.

WATERMAN, DONALD A.: "A Guide to Expert Systems". Addison-Wesley

Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1986.

WATERMAN, DONALD A. y HAYES-ROTH, FREDERICK: "An Investigation of Tools for Building Expert Systems". Incluido en FREDERICK HAYES-ROTH, DONALD A. WATERMAN, y DOUGLAS B. LENAT [Eds.], "Building Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1983.

WATERMAN, DONALD A. y PETERSON, MARK A.: "Models of Legal Decisionmaking". Incluido en P. KLAHR y D.A. WATERMAN: "Expert Systems: Techniques, Tools and Applications". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts.

WATERS, SAM: "From data-bases towards knowledge-bases". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood, Chichester, 1989.

WATKINS, PAUL R. y ELIOT, LANCE B. [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

WATKINS, PAUL R. y O'LEARY, DANIEL E.: "Integration of Intelligent Technologies into Conventional Information Systems: Key Issues, Opportunities and Potential Pitfalls". Incluido en PAUL R. WATKINS y LANCE B. ELIOT [Eds.]: "Expert Systems in Business and Finance. Issues and Applications". John Wiley & Sons, Baffins Lane, Chichester, 1993.

WATNE, DONALD A. y TURNEY, PETER B. B.: "Auditing EDP Systems". Second Edition. Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey. 1990.

WATSON, HUGH J. y MANN, ROBERT I.: "Expert Systems: Past, Present, and Future". Journal of Information Systems Management, otoño, 1988, pp. 39-46.

WATSON, HUGH J. y SPRAGUE, RALPH H. Jr.: "The Components of an Architecture for DSS". Incluido en SPRAGUE, RALPH, Jr. y WATSON, HUGH J. (Eds.): "Decision Support Systems. Putting Theory into Practice". Prentice-Hall International, 1989, pp. 107-117.

WEBB, TREVOR: "Getting ready for next-generation computing". Management

Accounting [Gran Bretaña], septiembre, 1988, pp. 22-3.

WEBER, RON: "Data Models Research in Accounting: An Evaluation of Wholesale Distribution Software". The Accounting Review, julio, 1986, pp. 498-518.

WEBER, RON: "EDP Auditing. Conceptual Foundations and Practice". Second Edition. McGraw-Hill, New York, 1988.

WEISMAN, RANDY: "Six Steps to AI-Based Functional Prototyping". Datamation [EE.UU.], agosto, 1987, pp. 71-72.

WEITZEL, JOHN R. y KERSHBERG, LARRY: "Developing Knowledge-based Systems: Reorganizing the System Development Life Cycle". Communications of the ACM, vol. 32, nº. 4, abril, 1989, pp. 482-488.

WEIZENBAUM, JOSEPH: "ELIZA - A Computer Program for the Study of Natural Language Communication Between Man and Machine", Communications of the ACM, vol. 9, enero, 1966, pp. 36-45.

WENSLEY, ANTHONY: "Research directions in expert systems". Incluido en GEORGIOS I. DOUKIDIS, GEORGIOS I., FRANK LAND y GORDON MILLER, "Knowledge based management support systems". Ellis Horwood Limited, Chichester, 1989.

WENSLEY, A. K. P.: "The Feasibility of Developing a Computational Model of Assertion-Based Audit Planning Using Expert Systems Methodology". Tesis doctoral no publicada, Department of Management Sciences, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, 1989.

WENSLEY, A. K. P.: "Validating an Audit Planning Expert System: Issues, Instruments and results". Manuscrito no publicado, Faculty of Management, University of Toronto, Toronto, Ontario, 1990.

WESS, BERNARD P.: "Artificial intelligence techniques speed software development". Mini-Micro Systems, septiembre, 1984, pp. 127-30, 135-6.

WHALEN, THOMAS, SCHOTT, BRIAN, GREEM HALL, N. y GANOE, F.: "Fuzzy Knowledge in Rule-Based Systems". Incluido en BARRY G. SILVERMAN [Ed.], "Expert Systems for Business". Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, 1987.

- WHITE, A.P.: "Inference Deficiencies in Rule-based Expert Systems". Incluido en M.A. BRAMER [Ed.]: "Research and Development in Expert Systems. Proceedings of the Fourth Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems. University of Warwick 18-20 December 1984". Cambridge University Press en nombre de British Computer Society Ltd., Cambridge. London, 1985.
- WHITE, A. P.: "Probabilistic induction by dynamic path generation in virtual trees". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.
- WHITE, CLINTON E., Jr.: "The Maturing of Expert Systems in Accounting and Auditing". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.
- WIIG, KARL M.: "ExpertTAX <sup>SM</sup> - Impacts on Work, Qualifications and Training". Incluido en BERNOLD, THOMAS y HILLENKAMP, ULRICH [Eds.]: "Expert Systems in Production and Services II. From Assessment to Action?". Elsevier Science Publishers B.B., Amsterdam, 1989, pp. 170-179.
- WILKINSON, JOSEPH. W.: "Accounting Information Systems: Essential Concepts and Applications". John Wiley & Sons, 1989.
- WILKINSON, JOSEPH W. y KNEER, DAN C.: "Information Systems for Accounting and Management: Concepts, Applications, and Technology". Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1987.
- WILL, H. J.: "Auditing in Systems Perspective". The Accounting Review, octubre, 1974, pp. 690-706.
- WILLIAMSON, ROBERT W.: "Ética profesional". Incluido en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 4, pp. 53-79.
- WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S.: "Development of an Expert Audit System for Loan Loss Evaluation". Incluido en ANDREW D. BAILEY,

Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000. 1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable". Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 255-303.

WILLINGHAM, JOHN J. y RIBAR, GARY S.: "Expert Systems Technology at KPMG". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

WILLSON, DOUGLAS C.: "Current research, applications foreshadow AI's future impact". Data Management, febrero, 1986, pp. 18-19.

WILSON, ALAN: "Accounting with expert systems". The Accountant's Magazine, julio, 1987, pp. 18-19.

WILSON, ALAN: "Accounting systems in industry and public practice". The Accountant's Magazine, diciembre, 1989, pp. 54-56.

WILSON, EDWARD, EDGE, WILLIAM, FOGELGARN, LESLIE, SIMNETT, ROGER y GAY, GRANT: "Going Concern: a Prototype Expert System". Incluido en NIVRA (Nederlands Instituut van Registeraccountants): "International Conference "Using Expert Systems by Accountants/Auditors". 26-28 September 1988". NIVRA, Amsterdam, 1988.

WINSTON, PATRICK H.: "Perspective". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.

WINSTON, PATRICK H. y PRENDERGAST, KAREN A. [Eds.]: "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.

WINSTON, PATRICK H. y PRENDERGAST, KAREN A.: "Fromt the Blocks World to the Business World". Incluido en PATRICK H. WINSTON y KAREN A. PRENDERGAST [Eds.], "The AI Business. The Commercial Uses of Artificial Intelligence, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1984.

WOLFE, CHRISTOPHER y VIATOR, RALPH: "Expert Systems: An Accounting Perspective". Journal of Accounting and EDP, verano, 1986, pp. 47-51.

- WOLFGRAM, DEBORAH, DEAR, TERESA J. y GALBRAITH, CRAIG: "Expert Systems for the Technical Professional". John Wiley & Sons, New York, 1987.
- WONG, BO K. y CHONG, JOHN K. S.: "Averting Development Problems". Journal of Information Systems Management, vol. 9, nº. 1, invierno, 1992, pp. 15-20.
- WOOD, S.: "Expert systems for theoretically ill-formulated domains". Incluido en M. A. BRAMER [Ed.], "Research and Development in Expert System III. Proceedings of Expert Systems'86 the Sixth Annual Technical Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, Brighton, 15-18 December 1986". Cambridge University, Cambridge/London, 1987.
- WOOLF, BEVERLY y CUNNINGHAM, PATRICIA A.: "Multiple Knowledge Sources in Intelligent Teaching Systems". IEEE Expert, vol. 2, nº. 1, verano, 1987, pp. 41-54.
- WOOLF, E.: "Tackling the Delicate Question of the Going Concern", Accountancy, vol. 94, nº 1083, noviembre, 1983, pp. 99-102.
- WOOLSEY, S. M. : "Approach to Solving the Materiality Problem". Journal of Accountancy, marzo, 1973, pp. 47-50.
- WOON, IRENE M.Y. y COXHEAD, PETER: "Qualitative modelling in financial analysis". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.
- WRIGHT, GEORGE y ROWE, GENE: "Expert Systems in the UK Life Insurance Industry: Current Status and Future Trends". Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, vol. 2, nº. 2. abril, 1993, pp. 113-127.
- WRIGHT, WILLIAM F.: "Discussant's Comments on: "Expert Systems in Accounting and Auditing: A Framework and Review". Incluido en HANE MORIARITY y EDWARD JOYCE [Eds.], "Decision Making and Accounting: Current Research". University of Oklahoma, Norman, 1984.
- YAGER, RONALD R.: "A Diagnosis Method for Decision-Making". Incluido en CHRISTIAN ERNST [Ed.], "Management Expert Systems". Addison-Wesley Publishing Company, Wokingham, England, 1988.

- YAGÜE GALUP, VIRGILIO: "Perspectivas de los sistemas expertos en el sector financiero". ALI (Asociación Licenciados Informática), pp. 7-14.
- YOUNG, R.M.: "Human interface aspects of expert systems". Incluido en J. FOX [Ed.], "Expert Systems: State of the Art Report". Pergamon Infotech, Maidenhead, Berkshire, 1984.
- YU, VICTOR L. et al.: "An Evaluation of MYCIN's Advice". Incluido en BRUCE G. BUCHANAN y EDWARD H. SHORTLIFFE [Eds.], "Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project". Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1984.
- ZACCAGNINI, J. L., ALONSO, G. y CABALLERO, A.: "Inteligencia artificial de innovación prometedora a realidad práctica". Partida Doble, nº. 29, diciembre, 1992, pp. 22-30.
- ZADEH, L. A.: "Fuzzy Sets". Information and Control 8, pp. 338-353, 1965.
- ZADEH, L. A.: "Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility". Fuzzy Sets and Systems, nº. 1, 1978, pp. 3-28.
- ZADEH, L. A.: "A Theory of Approximate Reasoning", Machine Intelligence, 9, J. E. Hayes, D. Michie and L. Mikulich, Eds., Wiley & Sons, 1979.
- ZADEH, L. A.: "The role of fuzzy logic in the management of uncertainty in expert systems". Fuzzy Sets and Systems, nº. 11, 1983, pp. 199-227.
- ZADEH, L. A. y BELLMAN, R. E.: "Decision-Making in a fuzzy environment". Management Science, vol. 17, 1970, B141-B164.
- ZEIDE, JANET y LIEBOWITZ, JAY: "Using Expert Systems: The Legal Perspective". IEEE Expert, vol. 2, nº. 1, Spring, 1987, pp. 19-21.
- ZHANGXI, LIN: "RASF - Automatic routine analysis of financial data". Incluido en L.F. PAU, J. MOTIWALLA, Y.H. PAO, y H.H. TEH [Eds.]: "Expert Systems in Economics, Banking and Management". North-Holland, Amsterdam, 1989.

ZIMMERMANN, HANS J.: "Fuzzy Sets, Decision Making, and Expert Systems".  
Kluwer Academic Publ, Boston, 1987.

ZIPOY, ERNESTINE M.R.: "The EDGAR System at the SEC". Incluido en ANDREW  
D. BAILEY, Jr. (1988): "Auditor Productivity in the Year 2000.  
1987 Proceedings of the Arthur Young Professors' Roundtable".  
Arthur Young Professors. Reston, Virginia, 1988, pp. 213-222.

ZUBER, GEORGE R. y AKRESH, ABRAHAM D.: "Muestreo estadístico". Incluido  
en CASHIN, JAMES A., NEUWIRTH, PAUL D. y LEVY, JOHN F.: "Manual  
de auditoría". Centrum, Madrid, 1988. Capítulo 19, pp. 409-457.

*Universidad de Jaén*

Vicerrectorado de Investigación

Biblioteca

Paraje Las Lagunillas, s/n

E-23071-JAÉN

Destinatario

UNIVERSIDAD DE VALENCIA. BIBLIOTECA.  
FAC. DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES.  
Blasco Ibañez, 30  
46010 VALENCIA

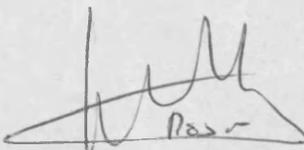
Adjunta(s) les devolvemos, por correo certificado, la(s) obra(s):

TESIS DOCTORAL "SISTEMAS EXPERTOS EN AUDITORIAS" de A. Sánchez Tomás

que les solicitamos, en calidad de préstamo interbibliotecario, y remitida(s)  
por Vdes. con fecha \_\_\_\_\_.

Jaén, 20 de Noviembre de 1.995



P. O. 

María Dolores Sánchez Cobos,  
Directora de la Biblioteca.