

## *Actividades de I+D en el campo de la accesibilidad en CETTICO*

FERNANDO ALONSO,  
JOSÉ MARÍA BARREIRO,  
ÁNGEL LUCAS GONZÁLEZ

*Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid. España  
{falonso, jmbarreiro, agonzalez}@fi.upm.es*

**Resumen.** En este artículo se hará un breve descripción del Centro de Transferencia Tecnológica en Informática y Comunicaciones (CETTICO), de sus secciones y, sobre todo, se hará hincapié en las principales actividades de I+D sobre accesibilidad que se realizan en dicho centro.

**Palabras clave:** Accesibilidad, Rehabilitación, Transferencia Tecnológica, Discapacidad, Innovación Tecnológica, Acceso a Información, Sistemas Educativos, Autonomía Personal, Interacción Hombre-Máquina, Diseño para Todos, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Formación, Productos Transferidos.

### INTRODUCCIÓN

Entre los objetivos principales de CETTICO está el promover la investigación, el desarrollo y la formación en informática en las áreas de las Tecnologías de la Rehabilitación, las Comunicaciones, el Aprendizaje e-learning, la Biocomputación y la Interacción hombre-máquina (HCI).

Dentro de las entidades fundadoras y participativas de CETTICO están: la Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid (FG-UPM), la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid (FIM), la Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE), la Fundación ONCE y el Ministerio de Industria y Energía (MINER).

## SECCIONES DE CETTICO

CETTICO presenta actividades formativas (representadas por los Máster en Dirección y Tecnologías de la Información y los Cursos de Especialización) y, desde el punto de vista de su actividad de I+D, está dividido en cinco secciones, tal y como se muestran en la siguiente figura.

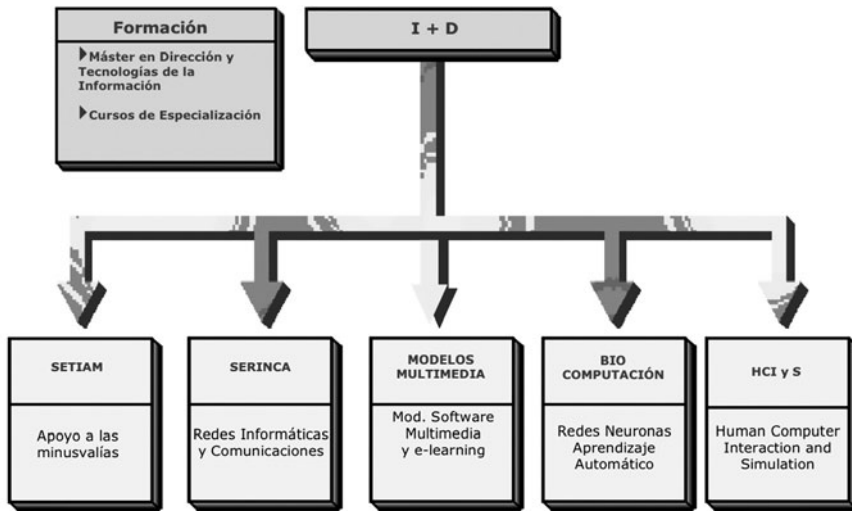


Figura 1. Actividades formativas y de I+D de CETTICO

### 1. SERINCA: I+D asociada a las redes de comunicación y sistemas informáticos:

- Seguridad en la Comunicaciones (Autoridades de Certificación).
- Gestión Documental (Registro del Defensor del Pueblo, Registro de la Asamblea de Madrid, Registro de la UPM).
- Software libre (Proyecto MORFEO).

### 2. Multimedia y E-learning: I+D de modelos software, multimedia y aprendizaje e-learning:

- Modelos Software Orientado a Agentes (Metodología SONIA, ALBOR).
- Enciclopedias Interactivas (AULA, Informática y Computación, Guía UPM).
- Formación interactiva (Programación Sin Secretos, Multimedia Office).
- E-learning (Modelo Instruccional y Modelo tecnológico).

3. *Biocomputación: I+D de modelos y técnicas de computación inspiradas en la biología:*
  - Computación Natural (RNA, Programación Evolutiva y Genética).
  - Aprendizaje automático (proyecto MARSADA, proyecto MAGENTA).
  - Análisis Computacional del Código Genético (Correlación de Codones e Información Genética).
4. *HCI y Simulación: Modelos para la generación de IU en tiempo de ejecución:*
  - Realidad Virtual y Sistemas soft-bots inteligentes (Alhambra, Recreación del cultivo del mejillón, de la dorada y de la lubina).
  - Preparación de escenarios para ATC (Simulación en tiempo acelerado de tráfico aéreo en tierra, Análisis de configuraciones de espacio aéreo).
5. *SETIAM: I+D en Tecnologías Asistenciales y de la Rehabilitación:*
  - Promover la investigación básica y aplicada en el ámbito de la Ingeniería Informática.
  - Desarrollo de productos innovadores y su transferencia tecnológica dentro del área de las TIC aplicada a las personas con discapacidades.

## **I+D SOBRE ACCESIBILIDAD EN CETTICO**

Las actividades de I+D sobre accesibilidad en CETTICO se desarrollan principalmente en la Sección de Transferencia Informática en apoyo a las Minusvalías (SETIAM). La filosofía de SETIAM es la transferencia tecnológica de los resultados de investigación, no limitar la transferencia a la aplicación de tecnologías ya existentes, sino marcar nuevas líneas de investigación bien definidas en las áreas de mayor impacto en las Tecnologías de la Rehabilitación y, finalmente, mantener la característica de ser un centro de formación. Hay que tener en cuenta que CETTICO es un centro universitario, por lo que la formación de nuevos investigadores es un fin en sí mismo.

### **Líneas de Innovación Tecnológica:**

Como se ha mencionado con anterioridad, la transferencia de los resultados de investigación para la creación de tecnologías innovadoras es uno de los objetivos básicos de SETIAM. Desde el punto de vista tecnológico, SETIAM presenta en la actualidad cinco líneas de I+D, con distinto grado de madurez, que se presentan en los siguientes apartados.

- **Acceso a Información con Estructura Compleja**
- **Sistemas Educativos para Usuarios con Necesidades Especiales**

- **Aplicación de Técnicas Avanzadas en Informática para Sistemas Específicos**
- **Interacción Hombre-Máquina**
- **Diseño para Todos en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones**

### ***Acceso a Información con Estructura Compleja:***

**Objetivo:** Se trata de la investigación en modelos que facilitan la construcción de sistemas que permitan que las personas con discapacidad accedan a los elementos comunes de información, que habitualmente tienen una estructura compleja. Un buen ejemplo de este tipo de información son las Enciclopedias, Diccionarios y Periódicos.

#### **Proyectos:**

- EDIE (Edición en Braille):

EDIE [1]: se trata del primer proyecto puesto en marcha por SETIAM en 1990, e inició una línea de proyectos. El proyecto parte de la necesidad de proporcionar a los invidentes acceso a los extensos fondos bibliográficos existentes para personas sin problemas visuales. El objetivo principal de este sistema integrado de Edición Braille es proporcionar a los ciegos una interfaz que les permita acceder de una forma fácil y clara a textos escritos y publicaciones de uso general. El uso generalizado de la informática en el proceso de diseño y maquetación de las entidades editoras hace posible el uso del software generado en el proceso de edición. La investigación se inició prestando atención a la edición de texto y simbología científica a través de adaptaciones para invidentes que permitan su comprensión por parte de una persona con ceguera.

- EPA (Enciclopedias Parlantes):

El objetivo del proyecto EPA [2] es obtener un sistema informático capaz de crear y mantener un número indefinido de diccionarios y enciclopedias, así como permitir el acceso a la información contenida en cada uno de estos diccionarios a personas invidentes o con deficiencias visuales mediante adaptaciones tiflotécnicas. Como resultado de este proyecto se han obtenido dos productos operativos: DILE (Diccionario para Invidentes Larousse Electrónico), que alberga el Pequeño Larousse Ilustrado 1996 con sus 80.000 voces y 106.000 acepciones e incluyendo tanto nombres comunes como nombres propios y que es distribuido por la ONCE desde 1996, y DIRAE (Diccionario para Invidentes de la Real Academia Española), que contiene la

vigésima edición del Diccionario de la Lengua de la Real Academia Española y que la ONCE distribuye desde 1998.

- DABIN (Diccionarios Automáticos Bilingüe para Invidentes):

El objetivo del proyecto DABIN [3] es poner a disposición de los invidentes o personas con alguna discapacidad visual un diccionario electrónico bilingüe, facilitando al máximo su consulta y uso con el ordenador. El objetivo principal de este diccionario era el de proporcionar al invidente un producto valioso para mejorar su desenvolvimiento social y laboral, de modo que le permita obtener rápidamente la traducción al inglés, al francés o al español de una determinada palabra. Por otra parte, DABIN también fue pensado como herramienta de ayuda al aprendizaje de los idiomas castellano, inglés y francés porque, al disponer de síntesis de voz en dichas lenguas, permite al usuario aprender la pronunciación correcta de cada palabra en el idioma correspondiente. El primer producto contiene el diccionario bilingüe inglés-español/español-inglés Larousse Compact de la editorial Larousse-Planeta, mientras que el segundo contiene el correspondiente diccionario francés-español/español-francés de la misma editorial, cada uno con más de 90.000 palabras y expresiones y más de 120.000 traducciones. El primero empezó a ser distribuido por la ONCE en 1998 mientras que el segundo estuvo a disposición de los afiliados en 1999.

- DILSE (Diccionario Interactivo de Lengua de Signos Española):

La falta de conocimiento de la Lengua de Signos Española (LSE) conlleva que las personas sordas carezcan de la información y formación adecuadas, produciéndose por ello un aislamiento funcional que impide la integración plena de esta comunidad en la sociedad. El objetivo principal del proyecto DILSE [4] es paliar esta situación desfavorable a la que se enfrentan las personas con discapacidad auditiva. El proyecto consiste en la realización de un diccionario bilingüe (español - LSE), que, al igual que sucede con todos los diccionarios bilingües, proporcione los mecanismos necesarios para realizar búsquedas tanto por palabras escritas (texto) como por signos de la LSE identificados como tales por sordos signantes. Uno de los objetivos de este desarrollo es el de establecer las bases para la normalización de la LSE.

- PEIN (Periódicos Electrónicos para Invidentes):

El objetivo principal de este proyecto es proporcionar al ciego un sistema software de fácil manejo que le permita acceder, mediante la utilización de elementos tiflotécnicos, a la prensa de periódicos de tirada nacional. PEIN [5] surge para dar respuesta a la necesidad que tiene una persona ciega de

estar informada de todos aquellos hechos acaecidos en el día. En el desarrollo del Sistema PEIN se optó inicialmente por utilizar una BBS como medio de almacenamiento. Para ello, se desarrolló un nuevo modelo de transferencia de información y uso, se diseñó una arquitectura cliente-servidor utilizando como soporte de comunicación la Red Telefónica Conmutada y, como mejora, se añadieron los elementos tiflotécnicos necesarios para que un usuario invidente pudiese leer diariamente la prensa escrita sin necesidad de recurrir a personas videntes. Posteriormente, se modificó esta estructura para que la transferencia pudiera ser a través de Internet.

- TBS (Traductor de Braille Simbólico):

Cuando en un centro de enseñanza hay un alumno ciego, resulta imposible que entregue información científica al profesor vidente, puesto que el ciego utiliza un Braille Científico normalmente desconocido para el vidente. Algo similar puede ocurrir cuando el ciego es el profesor y los alumnos son videntes desconocedores del Braille. Por ello, se decidió iniciar esta línea de investigación, conducente a crear sistemas traductores de lenguajes Braille Simbólicos (matemáticas, física, química, música...) a tinta, con el fin de que un vidente pueda comprender lo que ha escrito el ciego en Braille. El proyecto TBS [6] se inició analizando el lenguaje Braille matemático, con el fin de crear las gramáticas correspondientes para la construcción de un traductor. Este análisis puso de manifiesto la ambigüedad del Braille matemático, ambigüedades que tuvieron que ser eliminadas, de acuerdo con la ONCE. Una vez construidos los analizadores léxico, sintáctico y semántico de un amplio subconjunto del Braille matemático, se implementó un generador a un código intermedio genérico que, posteriormente, debía ser traducido a la representación en tinta creada. Para el primer prototipo (transferido en 2001) se creó un generador de código LaTeX, que posibilitaba su visualización en pantalla o su impresión en papel.

- WinLee (Automatización de Lectura para Windows):

Como los ciegos no tienen acceso a los documentos escritos en tinta, la solución consiste en traducir los documentos al sistema Braille. WinLee [7] plantea dos problemas principales. Por un lado, la traducción a Braille se ha de hacer de forma manual, y el proceso es considerablemente lento, con lo que la utilidad de la traducción se limita a aquellos documentos que no pierden vigencia con el tiempo. Por otro lado, el volumen de los documentos en Braille es muy superior. Estos dos problemas han hecho del acceso de los ciegos a los documentos impresos un problema aparentemente insalvable. Sin embargo, la consolidación de las tecnologías de Reconocimiento de

Caracteres ha posibilitado una solución práctica al problema. Un ordenador equipado con un escáner, software OCR (*Optical Character Recognition*) y un sistema de síntesis de voz puede “leerle” a una persona ciega el contenido de un documento.

- ROCA (Reconocedor Óptico de Caracteres):

El objetivo del proyecto ROCA [8] era proporcionar un sistema que, con la ayuda de un escáner, convierta un documento escrito en papel a un formato digital manejable por un procesador de textos, legible mediante síntesis de voz o línea Braille. Además, se ha obtenido un conjunto de procedimientos *software* que conforman una librería utilizable en otras aplicaciones. Era la evolución natural de WinLee para sustituir el OCR. El desarrollo de este proyecto de investigación ha posibilitado la definición de nuevos algoritmos para el segmentado de documentos (división en bloques y líneas), para el de caracteres, en el reconocimiento de caracteres utilizando redes de neuronas y en la detección de errores en la construcción de palabras.

- Ruiseñor (Sistema Informático de Composición Musical para Ciegos):

La música es una de las actividades que más deleita a las personas ciegas, debido a que, normalmente, están más capacitadas para su disfrute que las personas videntes por tener más sensibilizado el sentido del oído. Pero cuando el ciego presenta una vocación musical que desea desarrollar, se encuentra con fuertes barreras debido a que el material no está adaptado. Los programas informáticos musicales agilizan la tarea de cualquier músico pero las capacidades de automatización de un ordenador quedan vedadas para las personas invidentes. Toda la información que aparece en pantalla se escapa al ciego, lo que impide normalmente que se aproveche de las ventajas del uso del ordenador. Aunque existen programas revisores mediante los cuales el ciego puede acceder a la información presentada en pantalla, presentan el inconveniente de que sólo reconocen texto y son incapaces de reconocer los símbolos musicales. Por todo ello, surgió la necesidad de crear un Sistema Informático de Composición Musical para Ciegos, denominado Ruiseñor [9]. El objetivo principal de este proyecto es proporcionar los medios informáticos necesarios para que los invidentes puedan componer y reproducir música MIDI. Para ello, había que desarrollar un sistema con una interfaz de usuario adecuada (utilizando síntesis de voz y línea Braille) y que sea capaz de manejar la representación de Braille Musical.

- Sistema de Orientación para Ciegos:

Esta línea de trabajo comenzó investigando la posibilidad de diseñar un completo sistema de guiado y posicionamiento del ciego en una ciudad,

haciendo uso de la tecnología GPS. Para intentar abarcar este amplio y ambicioso proyecto, se decidió dividirlo en varias fases, estando actualmente en desarrollo la primera de ellas. Su objetivo es obtener un sistema de búsqueda de caminos óptimos entre dos puntos de una ciudad empleando los medios de transporte públicos. La investigación comenzó con el estudio y caracterización de los distintos algoritmos de búsqueda de caminos óptimos, con el fin de encontrar su adecuación al problema planteado. Asimismo, también fue necesario definir una fórmula para la evaluación de los distintos caminos, teniendo en cuenta todos los aspectos que pueden influir en una decisión (tiempo, coste, molestias, transbordos...). Tras la definición de las estructuras de datos más adecuadas para representar una red tan compleja como la de los transportes públicos de una ciudad (incluyendo autobuses, metro, tren de cercanías y las calles de la ciudad), se inició la construcción de un prototipo utilizando los datos del centro de Madrid.

Algunos ejemplos de los proyectos mencionados se muestran en las siguientes capturas de pantalla (ver Figura 1, Figura 2, Figura 3 y Figura 4).



Figura 1. Captura de pantalla del TBS.



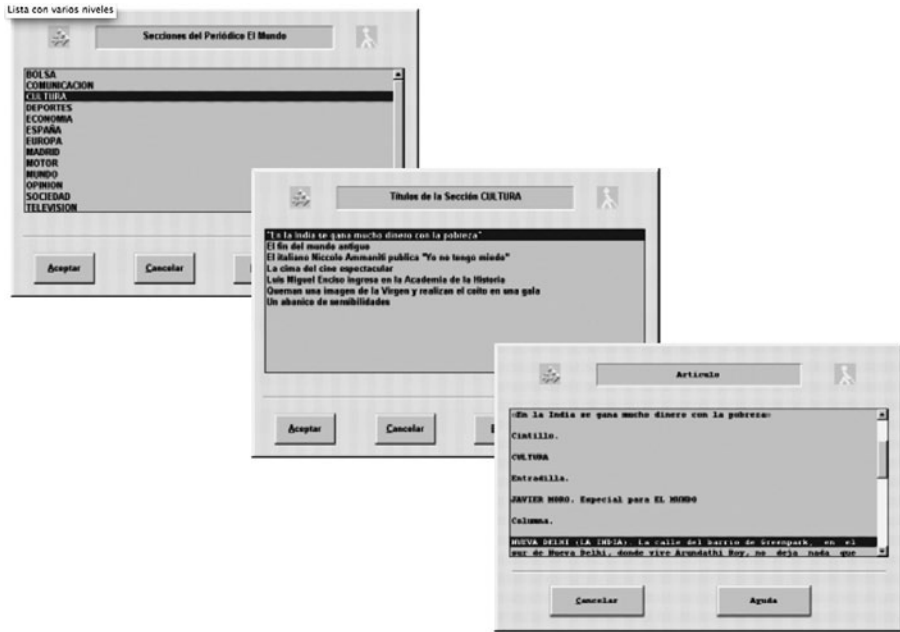


Figura 2. Varias capturas de pantalla del PEIN.



Figura 3. Captura de pantalla del DILSE.

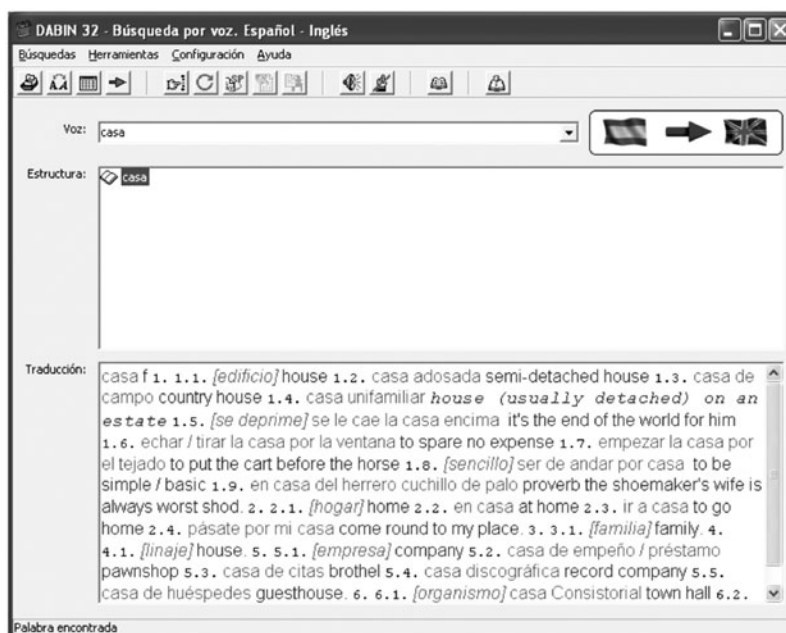


Figura 4. Captura de pantalla del DABIN 32.

### ***Sistemas Educativos en Usuarios con Necesidades Especiales***

**Objetivo:** El objetivo primordial que se persigue al aplicar la Informática como herramienta de enseñanza es el de facilitar y mejorar el aprendizaje del alumno y proporcionar al profesor un conjunto de herramientas que faciliten su labor docente. Así, por ejemplo, es posible construir sistemas capaces de ayudar al niño deficiente auditivo a aprender a comunicarse mediante la lengua de signos o enseñar a niños con problemas psíquicos y físicos a leer y escribir.

#### **Proyectos:**

- MEHIDA (Método Hipermedial para Deficientes Auditivos):

Este sistema multimedia permite que los niños con deficiencias auditivas aprendan las distintas formas de comunicación (lectura, escritura, oralista, signos y dactilológica) y puedan integrarse en la sociedad. MEHIDA [10] combina diversos medios para comunicarse con el alumno: animaciones en tres dimensiones para mostrar las representaciones dactilológicas, imágenes de vídeo para mostrar los gestos y lectura labial, sonido para aquellos alumnos que no hayan perdido por completo la audición, dibujos animados para explicar conceptos, etc. MEHIDA es un sistema de tutoría inteligente, que utiliza técnicas de inteligencia artificial para desarrollar un método de enseñanza adaptado a cada alumno. La enseñanza a cada niño

está personalizada, adaptándose a las características concretas del alumno (edad, formas de comunicación que conoce, rapidez en la comprensión de los conceptos,...).

- TUTOR (Sistema de tutoría para niños deficientes auditivos):

La evolución de MEHIDA se denominó Tutor [11]. El sistema MEHIDA se realizó para entornos Macintosh con una herramienta de autor específica de estos ordenadores. Esto limitaba las posibilidades de implantarse (en España los entornos Macintosh no estaban muy extendidos) y de incorporar nuevas actividades. En esta segunda fase se decidió mejorar el sistema, para lo cual se portó el sistema de tutoría inteligente al entorno PC-Windows, y se lo dotó de un módulo capaz de generar actividades en tiempo real a partir de patrones. Los patrones de las actividades se expresan por medio de un lenguaje que es interpretado en el momento de mostrar la actividad; este lenguaje recibió el nombre de LEA (Lenguaje de Especificación de Actividades). El patrón de una actividad define el esqueleto de una actividad, adecuada para la enseñanza de un concepto o conjunto de conceptos, las pautas a seguir para realizar la búsqueda de los materiales que debían participar en una actividad, y qué criterios se han de seguir para evaluar las acciones realizadas por el alumno.

- Proyecto APRENDER (Necesidades Educativas Especiales):

Se trata de la creación de un recurso multimedia accesible vía web, mediante el cual se potencie la mejora en las deficiencias de alumnos con necesidades especiales. Para ello, la web tiene que construirse teniendo en cuenta los requisitos de accesibilidad a los contenidos web. Va dirigido tanto a los profesores como a los alumnos, y al resto de público en general, para ello se han creado las respectivas secciones. Se han construido una serie de actividades multimedia, clasificadas por mundos (que representan habilidades de la vida diaria: “Aprender a ser” y “Aprender a hacer”) y escenarios (lugares cotidianos). Dentro de cada escenario se pretende potenciar el desarrollo de uno o varios conceptos de forma concreta.

- ALES (cuentos interactivos para el Aprendizaje de Lecto-Escritura):

El aprendizaje de la lecto-escritura es un serio problema para aquellas personas que presentan graves trastornos motores y del habla. Históricamente se habían venido utilizando métodos de enseñanza que no contemplaban en absoluto la utilización de medios informáticos para potenciar el impacto del proceso de enseñanza sobre este tipo de personas. El ordenador, con los programas adecuados y los dispositivos de entrada adaptados a cada persona, ofrece nuevas oportunidades de expresión y nuevas alternativas para la

realización de determinadas acciones: emulando la actividad directa sobre el medio, comunicarse o simular experiencias que de otro modo no podrían realizar. Por ello, se inició una investigación, a través de la elaboración de recursos informáticos, que permita el acceso al lenguaje escrito, proyecto ALES [12], de las personas con graves trastornos motores y del habla, siguiendo una secuencia graduada de aprendizaje. Como se pretende introducir el lenguaje escrito desde el inicio, se ha creído conveniente que los niños y niñas en edad escolar que acceden por primera vez a este tipo de experiencias lo hagan a través de una serie de relatos o cuentos, ya que de esta forma el contexto puede ser explícitamente significativo para dar un sentido a este tipo de aprendizajes.

- MAPI (Modelo semántico de control basado en Agentes cooperativos para la Planificación Instructiva de sistemas inteligentes de tutoría):

El objetivo del proyecto MAPI [13] es definir un modelo basado en agentes para un Sistema Inteligente de Tutoría (SIT) genérico. En este proyecto se ha abordado: un modelo de agentes y un modelo semántico de cooperación. Los SIT tienen distribuido el conocimiento en módulos donde queda determinado el conocimiento relativo al estudiante, la materia a impartir, el procedimiento de enseñanza y las formas de comunicación entre el alumno y el sistema. Definir los agentes que intervienen en el proceso de enseñanza correspondiente a estos módulos implica la coordinación entre ellos, lo que supone resolver los problemas de cooperación y negociación entre los agentes. Para solucionar la planificación instructiva multiagente se ha hecho uso de técnicas de Inteligencia Artificial Distribuida referida a modelos de coordinación, cooperación y negociación. El problema de negociación y cooperación de los agentes se solucionó definiendo un modelo que permita a estos agentes llegar a un acuerdo satisfactorio, donde el resultado de la cooperación sea un plan que cumpla sus objetivos.

- CIPI (Curso de Inglés Para Invidentes):

Una de las dificultades con que se encuentran los ciegos es el aprendizaje de idiomas. Un vidente hace uso de libros con ejercicios visuales o, últimamente, puede utilizar sistemas informáticos con una interfaz gráfica sumamente compleja y poco estándar. El ciego no puede acceder a ninguno de estos dos medios, por lo que se inició la investigación con el principal objetivo de estudiar la viabilidad de crear una aplicación para enseñar a los ciegos un idioma. Como banco de pruebas se tomó el nivel básico del curso de inglés “Headway” de Oxford University Press. Este proyecto, cuyas investigaciones fueron realizadas directamente por una persona ciega y una

persona deficiente visual, dio como resultado un prototipo con las primeras lecciones de dicho curso, demostrando la posibilidad de crear cursos completos de idiomas para invidentes.

Algunos ejemplos de los proyectos mencionados se muestran en las siguientes capturas de pantalla (ver Figura 5, Figura 6 y Figura 7).

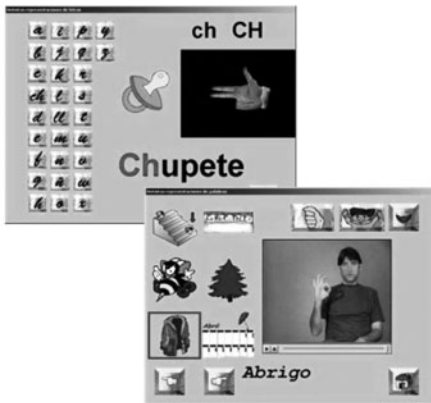


Figura 5. Varias capturas de pantalla de la interfaz de TUTOR.



Figura 6. Captura de pantalla de APRENDER.

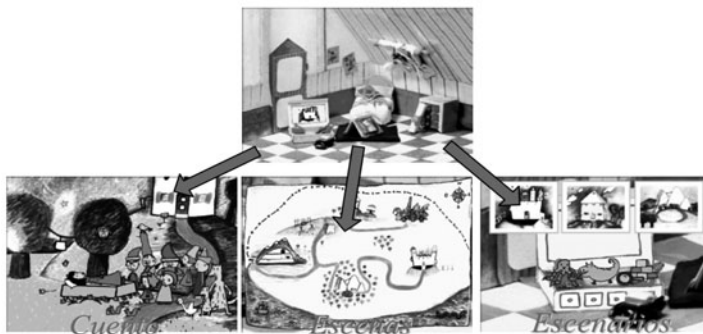


Figura 7. Varias capturas de pantalla de la interfaz de ALES.

## ***Aplicación de Técnicas Avanzadas para Sistemas Específicos***

**Objetivo:** Sistemas adaptados para realizar tareas específicas muy concretas (fisioterapia, orientación vocacional, elaboración y corrección de cuestionarios). Estos sistemas, además de estar diseñados para ser manejados por personas con alguna discapacidad, deben ejercer la labor de asistentes, guiando al usuario mientras éste realiza su trabajo. Estos proyectos aplican técnicas de IA, en lo que respecta a la construcción de Sistemas Basados en el Conocimiento o Sistemas Expertos, sistemas multiagente, sistemas distribuidos, etc.

### **Proyectos:**

- ALBOR (Acceso Libre de Barreras al Ordenador):

La red ALBOR [14] constituye un espacio virtual para intercambio entre profesionales que asesoran en el acceso al ordenador a personas con discapacidad. El Sistema Inteligente (ALBOR) es capaz de asesorar a los profesionales, tanto en la evaluación de capacidad de acceso al ordenador como en la elección de las adaptaciones tecnológicas más adecuadas para posibilitar dicho acceso. El sistema funciona en Internet, a través de cualquier navegador comercial, y apoya las decisiones con enlaces a información relevante relacionada con las adaptaciones sugeridas en cada caso. ALBOR se encarga de identificar las aptitudes del usuario mediante un cuestionario dividido en cuatro bloques: aptitudes cognitivas, físicas, visuales y auditivas. Seguidamente, se genera un modelo de la persona evaluada que sirve de entrada para el agente inteligente encargado de determinar las ayudas técnicas más adecuadas a su caso. Las conclusiones se recogen y explican en un informe, desde el cual se permite acceso directo a otros sitios de Internet interesantes para el caso concreto, y para cada ayuda, a la entrada correspondiente del Catálogo de Ayudas Técnicas. La metodología ALBOR está dirigida fundamentalmente a profesionales de la rehabilitación, de la educación y adaptación de puestos de trabajo donde se requiere el uso del ordenador. Esta metodología se asienta en un sistema experto, herramienta informática interactiva para la toma de decisiones en Internet.

- I4 (Interfaz Inteligente para la Interpretación de una máquina de Isocinéticos):

Los sistemas de Isocinéticos constituyen una tecnología puntera en el campo de la evaluación de la fuerza muscular y el diagnóstico patológico, instaurados en el campo de la fisioterapia y la rehabilitación, dado que proporcionan una medición objetiva y reproducible de una de las condiciones físicas básicas: la fuerza muscular. A pesar de la sofisticación de estos sistemas, su componente software produce unos pobres resultados

y resulta absolutamente inadecuado para su utilización por el invidente, por su carácter gráfico, falta de interacción con el usuario y por no posibilitar su adaptación tiflotecnológica a usuarios invidentes. El proyecto I4 [15] es fruto de la colaboración existente con la Escuela de Fisioterapia de la ONCE (EFONCE) y el Centro de Alto Rendimiento de Madrid perteneciente al Consejo Superior de Deportes (CARM-CSD). I4 es un sistema cuyo funcionamiento está completamente adaptado para el uso del personal invidente. Esto se consigue a través de la síntesis de voz y del módulo de interpretación inteligente de los tests. Una vez seleccionados los ejercicios isocinéticos, el núcleo de una sesión de trabajo con I4 consiste en analizar los datos de fuerza muscular reflejados en cada uno de los ejercicios. Para ello I4 proporciona la curva de fuerza de un ejercicio y la comparación de las curvas de fuerza de la pierna izquierda y la pierna derecha, de dos ejercicios cualesquiera y de un ejercicio y un modelo. El análisis clínico de los tests y ejercicios isocinéticos se basa en el estudio de información eminentemente gráfica, de muy difícil adaptación tiflotécnica. Una de las principales aportaciones de I4 es el módulo de interpretación de los tests isocinéticos. Teniendo en cuenta que los usuarios de este sistema serán fisioterapeutas de la EFONCE con algún grado de discapacidad visual, este módulo constituye una inestimable ayuda para facilitar la utilización de los sistemas de isocinéticos a este colectivo. I4 también muestra el resultado proporcionado por las funciones de interpretación gráfica aplicadas a un ejercicio, información de vital importancia para el diagnóstico y evaluación muscular del paciente. Se trata de que, sin necesidad de ver las curvas, el profesional médico pueda conocer sus características significativas desde el punto de vista de su interpretación isocinética. Además, I4 incorpora gran cantidad de conocimiento experto sobre el dominio de la Isocinesia, que puede ser de gran ayuda para la evaluación de los pacientes. Este conocimiento se emplea en análisis de todas las características de los ejercicios, de forma similar a como lo haría un profesional experto en Isocinesia.

- Subtitulado de TV en directo con estenotipia:

La subtítulos de los programas de televisión es una importante demanda del colectivo sordo. Actualmente, cada vez es más frecuente ver programas subtítulos, aunque su carencia es importante en los programas en directo. Con este motivo, se inició este proyecto [16] conducente a la creación de un sistema de subtítulos en directo. Para ello se contó con las máquinas de estenotipia comercializadas por la ONCE así como con estenotipistas ciegos. Aquí se puede observar un hecho curioso: son los ciegos los que crean los

subtítulos para que los sordos puedan ver la televisión. La investigación se centró en la creación de un método de estenotipia sin ambigüedades adaptado al castellano, así como el correspondiente sistema software que capturara los estenogramas y los presentara en pantalla para que, posteriormente, en el producto final, pudieran ser introducidos en el teletexto (página 888).

- SEHO (SE para tratamiento Homeopático del glaucoma):

Este sistema SEHO [17], partiendo de información sobre los síntomas del paciente, realiza un diagnóstico y determina cuál es el tratamiento en homeopatía que se le debería aplicar. La mayor ventaja que ofrece este sistema es que las explicaciones que proporciona son muy útiles para aprender a realizar mejor esta actividad. Presenta una interfaz sencilla en MS-DOS, pero útil y práctica a la hora de ser utilizado por un usuario ciego. Fruto de este proyecto, se continuó con SERHO (Sistema Experto Reutilizable para el tratamiento Homeopático del glaucoma).

- SETFI (SE de Tratamientos Fisioterapéuticos):

SETFI [18] es un sistema experto destinado al área de la medicina, que determina el tratamiento fisioterapéutico que se deberá realizar a un paciente que padece una lumbalgia. Pero, además, tiene una interfaz que permite a los fisioterapeutas invidentes o con deficiencias visuales acceder al sistema gracias a que dispone de salida sonora a través de un sintetizador de voz. Los sistemas expertos en el área de la medicina, en este caso de la fisioterapia, complementan al experto haciéndolo más competente en su trabajo.

- Hamlet (SE para la Orientación Universitaria):

Un problema clave, al que se enfrenta cualquier joven en edad escolar, es la elección de los estudios superiores que realizará. Este factor se agudiza especialmente cuando se le añaden problemas de índole sensorial o motores. La labor de los psicólogos en los centros de enseñanza adquiere cada vez mayor relieve debido a las circunstancias sociales y de mercado actuales. Sin embargo, la mayoría de los orientadores desconocen las peculiaridades de los minusválidos en general, por lo que se hace necesario consultar a especialistas en orientación para minusvalías. Esta laguna existente se cubre con Hamlet [19], sistema capaz de efectuar esa orientación, asesorando al psicólogo. Hamlet se caracteriza por ser un sistema interactivo, especialmente preparado para ser utilizado por personas con discapacidad visual, basado en el conocimiento de un experto en el tema de la orientación educativa y profesional, en la documentación pública por él sugerida, y en la documentación referida al uso de sistemas de orientación con personas deficientes visuales aportada por la ONCE. Es un sistema informático que modela el



razonamiento del proceso de asesoramiento vocacional. Pero no sólo sirve de soporte en la decisión del experto, el psicólogo que utiliza la aplicación, sino que automatiza todo el proceso de asesoramiento, presentando los cuestionarios y tests pertinentes y dirigiendo al alumno que necesita orientación en todo momento. Además, puede detectar problemas de personalidad en el mismo que deberán ser atendidos personalmente por un profesional de la Psicología o por el propio orientador.

- SESAMO (SE para Adaptación de Puestos de Trabajo a Personas Ciegas):

La participación de las personas ciegas o con restos de visión en el mundo laboral era relativamente escasa, debido fundamentalmente a no disponer en el puesto laboral de herramientas adecuadas a su discapacidad. Con el desarrollo de la moderna tiflotecnología se ha resuelto en gran medida este problema de adaptación ya que los dispositivos tiflotecnológicos actuales (línea Braille, síntesis de voz, magnificador de pantallas, etc.) son tan variados y especializados que se adecuan bastante bien con la mayor parte de los puestos de trabajo en los que la utilización de la vista no constituye una actividad fundamental. Esta adaptación tiflotecnológica es realizada por expertos instructores de la ONCE en función del tipo y nivel de minusvalía que presente el interesado, las características de las tareas que debe desarrollar en el puesto de trabajo y la variedad de los dispositivos tiflotecnológicos existentes que se adecuan a dicha minusvalía y a esa tarea. Todo ello obliga al experto en adaptaciones a manejar una ingente cantidad de información que en muchos casos le lleva a tomar decisiones, no siempre óptimas, después de una larga tarea de análisis y documentación. Para mitigar este problema ha surgido SESAMO [20], sistema experto que tiene como objetivo principal planificar la adaptación de puestos de trabajo para personas ciegas o con deficiencia visual, ayudando a los especialistas adaptadores a decidir las adaptaciones más adecuadas para cada puesto de trabajo, así como los aprendizajes que deberá realizar el trabajador. Para ello, el sistema incorpora todo el proceso de adaptación y tiene en cuenta todas aquellas situaciones que se producen con mayor asiduidad, tanto en lo referente a las personas que solicitan la adaptación de un puesto de trabajo como en lo relativo a las tareas que integran dicho trabajo. Además, con este sistema se ha conseguido unificar los criterios de adaptación de puestos de trabajo para personas ciegas o deficientes visuales, uniformando los procedimientos asociados y los mecanismos de toma de decisiones, lo que ha llevado a la producción de un modelo de actuación global para todo el personal técnico responsable de la adaptación. Para el desarrollo del Sistema Experto ha sido fundamental

la opinión y los conocimientos de los expertos en adaptación de puestos de trabajo de la ONCE.

- SICU (Sistema para la Gestión de Cuestionarios):

La realización de un cuestionario tipo test acarrea un buen número de tareas de gestión y control de grandes cantidades de información, haciendo muy trabajosa su gestión de forma manual. Por este motivo surgió la concepción de SICU [21]. Con esta aplicación, el usuario podrá crear y manejar fácilmente todo tipo de cuestionarios. SICU proporciona una serie de funcionalidades que permiten gestionar cómodamente toda la información relativa a las preguntas del test, los individuos encuestados, sus respuestas y la corrección de las mismas, así como otras funcionalidades avanzadas como la posibilidad de crear cuestionarios a partir de un almacén de preguntas o un módulo de estadísticas para la presentación de resultados. SICU está dirigido a todo tipo de usuarios, posee una interfaz gráfica sencilla y amigable en Windows, pero está especialmente dirigido al colectivo de usuarios invidentes, que se enfrentan con graves problemas a la hora de poder responder a un cuestionario tipo test, ya que tradicionalmente éstos se presentan en papel, y el uso del Braille para estos casos está muy poco extendido. Se ha dotado a SICU de una constante y completa síntesis de voz, que informa al usuario de cada uno de los movimientos que realiza en el uso del programa, permitiendo a un invidente (total o parcial) hacer un uso completo del mismo. Esta síntesis de voz podrá ser activada o no, según las discapacidades del usuario.

- SICABE (Sistema de Calculadora Braille hablado):

La calculadora es una herramienta de uso generalizado, y de gran utilidad en las tareas cotidianas así como en el trabajo. SICABE [22] surge con el fin de eliminar la barrera que suponía para los ciegos el no disponer de una herramienta tan útil como la calculadora. El desarrollo de este proyecto fue necesario porque las calculadoras adaptadas para ciegos presentaban una serie de inconvenientes que limitaban su uso. Con el proyecto SICABE se ha conseguido la primera calculadora científica, financiera y programable parlante en castellano que funciona sobre PC más sintetizador de voz.

Algunos ejemplos de los proyectos mencionados se muestran en las siguientes capturas de pantalla (ver Figura 8, Figura 9 y Figura 10).

Figura 8.  
Captura de pantalla de  
ALBOR.

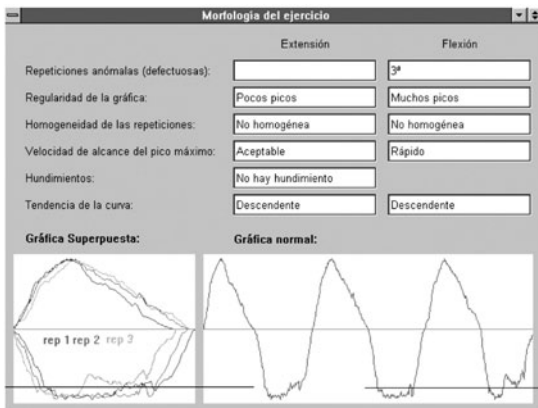


Figura 9.  
Captura de pantalla  
de 14

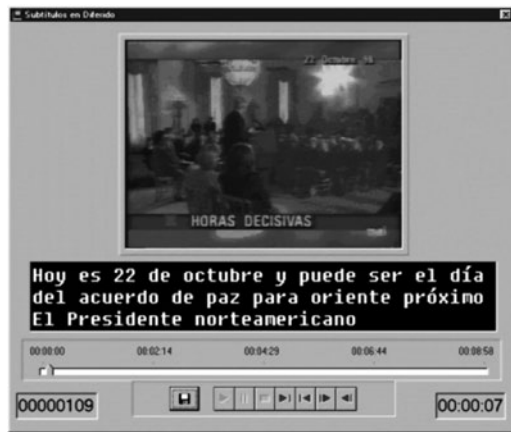


Figura 10.  
Captura de pantalla  
de Subtitulado de  
TV en directo.



## ***Interacción Hombre-Máquina***

**Objetivo:** Esta línea tiene una doble vertiente, por un lado, la elaboración de modelos óptimos de interacción hombre-máquina, especialmente para casos en los que los usuarios tienen alguna capacidad limitada o para aplicaciones en las que las estructuras de interfaz habituales se muestran insuficientes; y por otro, el desarrollo de tecnología que sirve de base a la creación de sistemas que se adaptan a características de los usuarios.

### **Proyectos:**

- Juegos Educativos para Niños Ciegos:

Qué duda cabe que el juego es fundamental para la formación de los niños y, por lo tanto, una de las mejores formas de enseñar es mediante los juegos educativos. En el caso de la informática, los juegos educativos se convierten en una herramienta muy adecuada para que el niño se acostumbre a utilizar un ordenador casi sin darse cuenta. Sin embargo, estas ventajas no son extensibles a los niños ciegos, debido a la falta de juegos especialmente adaptados a sus características. Por ello se planteó entre la ONCE y SETIAM la necesidad de desarrollar un conjunto de juegos educativos, con un doble objetivo. En primer lugar deberán servir como un medio para que los niños ciegos aprendan a manejar el ordenador. En segundo lugar, se plantea que deben favorecer la integración del niño ciego con otros niños. Inicialmente se eligió el juego del Ahorcado y se definió un conjunto de requisitos que deberían cumplir los juegos. El juego del ahorcado [23] incorpora una lista con más de 1.000 palabras adecuadas para niños. Esta lista ha sido generada a partir de diccionarios infantiles. Cuando comienza una partida, el juego escoge una palabra y se la plantea al jugador. A partir de ese momento el niño va pulsando letras. Si acierta se irá completando la palabra y si falla se irá construyendo el dibujo de un ahorcado. Cuando se completa el dibujo el niño ha perdido y se concluye la partida. Durante la partida se van acumulando puntos según se van acertando letras y palabras. Cuando termina la partida se contabiliza la puntuación total, y se guardan las tres mejores puntuaciones para cada nivel de dificultad. Estas puntuaciones pueden consultarse en cualquier momento.

- Mega (Magnificador de Pantallas):

Un grupo importante dentro del colectivo de los deficientes visuales lo constituyen aquéllos que, sin llegar a ser invidentes, sufren graves defectos en la visión. Solamente en Europa, pueden contabilizarse 11.500.000 personas con baja visión. Éstos últimos se enfrentan a un importante problema cuando

necesitan hacer uso de un ordenador: la imposibilidad de ver nítidamente el contenido de la pantalla del ordenador ni aun con el uso de lentes de aumento. Generalmente necesitan acercarse en exceso a la pantalla con el consiguiente riesgo de un empeoramiento de su visión. Pensando especialmente en personas como éstas y en otras con defectos visuales de menor gravedad que son usuarios habituales de ordenadores personales, se inició la línea de I+D relacionada con los magnificadores de pantallas creando el sistema Mega [24] que amplía las pantallas de los programas que funcionan en un ordenador PC. El principal objetivo del proyecto Mega es permitir a aquellos usuarios con baja visión poder manejar un ordenador sin necesidad de acercarse demasiado a la pantalla. De esta forma, el usuario podrá ver parte de una pantalla normal ampliada a la escala que desee. Aunque existían previamente otros magnificadores, ninguno se adecuaba plenamente a las necesidades de los usuarios españoles, además de tener un precio considerablemente elevado, por lo que se decidió desarrollar este producto. Hay que reseñar que las distintas funciones que este programa ofrece se pueden llevar a cabo por medio de un menú o cuadro de diálogo o mediante la pulsación simultánea de combinaciones de teclas. Debido a que Mega es una utilidad que funciona al mismo tiempo que otras aplicaciones, ofrece la posibilidad de cambiar las combinaciones de teclas que utiliza. Hasta la actualidad se han desarrollado diversas versiones del sistema Mega, para diferentes entornos. Todas ellas se caracterizan por disponer diferentes escalas de ampliación, tanto horizontal como vertical, una revisión automática del contenido de la pantalla, un juego de combinaciones de teclas configurables, seguimiento automático de cursor, ratón, menús y controles... Un último aspecto digno de destacar lo constituye el hecho de que el núcleo de Mega ha sido implantado en las últimas versiones de Windows, para ofrecer un sistema de magnificación simplificado a los usuarios que lo necesiten.

- Red Sorda:

El proyecto Red Sorda [25] surgió como un sistema cuyo principal objetivo era eliminar las barreras entre las personas sordas y la sociedad de la información y las comunicaciones. Es decir, se pretendía introducir las TIC en la comunidad sorda. La investigación principal se ha centrado en la manera de integrar completamente la LSE en las interfaces de usuario Windows, considerando que la “lengua materna” de las personas sordas suele ser la Lengua de Signos siendo ésta su forma natural de comunicación. Se realizaron diversos experimentos, con el fin de tratar las diferentes posibilidades de interfaz. Asimismo, se evaluaron distintas formas

(incluyendo las dimensiones, velocidad, número de imágenes por segundo, calidad de la imagen, colores, etc.) para presentar la LSE en la pantalla de un ordenador. Con este fin, se desarrollaron diversas herramientas, todas ellas adaptadas especialmente para su uso por personas tanto sordas como oyentes. Estas herramientas presentan como característica común una plena integración perfecta de Lengua de Signos en su interfaz, permitiendo además el intercambio de información con Lengua de Signos a través de las herramientas, como complemento al texto escrito. El sistema fue transferido a la Fundación de la CNSE en 2003 donde han venido usándolo principalmente como herramienta auxiliar para realizar teleformación a personas sordas.

- SUGRIN (Superficie Gráfica para Invidentes):

El proyecto SUGRIN pretendía estudiar la viabilidad de construcción de una superficie táctil para representar gráficos, de tal forma que los invidentes pudieran pasar de la representación unidimensional del lenguaje Braille a una representación bidimensional de figuras y dibujos sencillos. Un primer aspecto del estudio se concentró en el análisis de diversas posibilidades para tratar la información del color. Como sustitutivos, se pensó en la utilización de un mayor relieve dependiendo del color o representar los distintos colores con diferencias de temperatura. Otro punto en el que se centró el trabajo consistía en la resolución necesaria para que una persona ciega pudiera percibir con la suficiente nitidez la figura representada en la superficie. Por último, se definieron las interfaces y los protocolos de comunicación con el ordenador, el tamaño necesario de la superficie, el diseño eléctrico y otros parámetros de su construcción y funcionamiento.

- MINDI (Modelo de Interfaz para Discapacitados Invidentes):

El proyecto MINDI [26], que comenzó en 1992, fue la primera aproximación conocida hacia la obtención de un estándar de interfaz universal. Se investigó en las particularidades que debía poseer una interfaz textual y se definió su modo de funcionamiento, estableciendo las características que debía poseer para que cualquier usuario con algún tipo de deficiencia visual pudiera acceder a la información presente en la interfaz, mediante la utilización de un revisor de pantallas (que enviaría la información al usuario a través de síntesis de voz o línea Braille) o un magnificador de pantallas.

- INSOIN (Interfaz Software para Invidentes):

Las investigaciones en el campo de la adaptación de interfaces para invidentes comenzaron con el proyecto INSOIN [27]. Este proyecto consistía en investigar la forma de adaptar para ciegos un editor gráfico de textos que se ejecutaba sobre MS-DOS, pero que presentaba una interfaz plenamente

gráfica. Para ello se tuvo que diseñar un OCR residente en memoria que obtenía la información de la pantalla y era enviada a las adaptaciones tiflotécnicas. El proyecto sentó las bases para la interpretación de la información que podía estar presente en pantalla, identificando los distintos tipos de elementos y proporcionando información semántica sobre su contenido.

- WINDI (Windows para Invidentes):

Para que un ciego pueda utilizar los modernos entornos habituales en cualquier ordenador personal, como MS-Windows, es necesaria su adaptación mediante síntesis de voz o línea Braille. Con esta meta como principal objetivo, se empezó a investigar en cómo poder adaptar el entorno Windows 3.1. El proceso seguido consistió primero en realizar una identificación de los principales elementos de Windows para después intentar comprender su funcionamiento y saber cómo se podía obtener toda la información posible desde un programa externo. El proyecto se denominó WINDI (Windows para Invidentes) [28]. El objetivo de este proyecto era también definir una normativa de desarrollo para aplicaciones Windows, de forma que puedan ser manejadas por cualquier usuario (invidentes, discapacitados físicos, etc.). Como hecho destacable está que WINDI ha servido para producir un modelo conceptual de los elementos básicos del entorno, que fue utilizado como documento de referencia en el CTN139-SC8-GT1 de AENOR para la producción de la norma experimental de interfaces software accesibles para personas con discapacidad.

- RV (Reconocimiento de Voz):

Una de las posibles interfaces de entrada que sería muy útil para que los ciegos o personas con movilidad reducida en las manos pudieran utilizar un ordenador lo constituye el reconocimiento de voz. En este sentido, se inició en SETIAM una nueva línea de investigación que se centró en dos fases. En primer lugar, se analizaron distintos sistemas comerciales de reconocimiento de voz, con el fin de estudiar su adecuación para su uso por ciegos, así como sus principales características de funcionamiento. Fruto de este estudio, se determinó que ninguno de ellos se adecuaba plenamente para su uso por ciegos por la interfaz que presentaban y por el no demasiado éxito en el reconocimiento. En una segunda fase posterior, se decidió construir un sistema que integrara un motor de reconocimiento de voz con una interfaz adecuada para ciegos. No obstante, tras la evaluación del primer prototipo se decidió suspender la investigación debido a los malos resultados en el reconocimiento de voz que se obtenían con los motores existentes hasta la fecha.

Algunos ejemplos de los proyectos mencionados se muestran en las siguientes capturas de pantalla (ver Figura 11 y Figura 12).

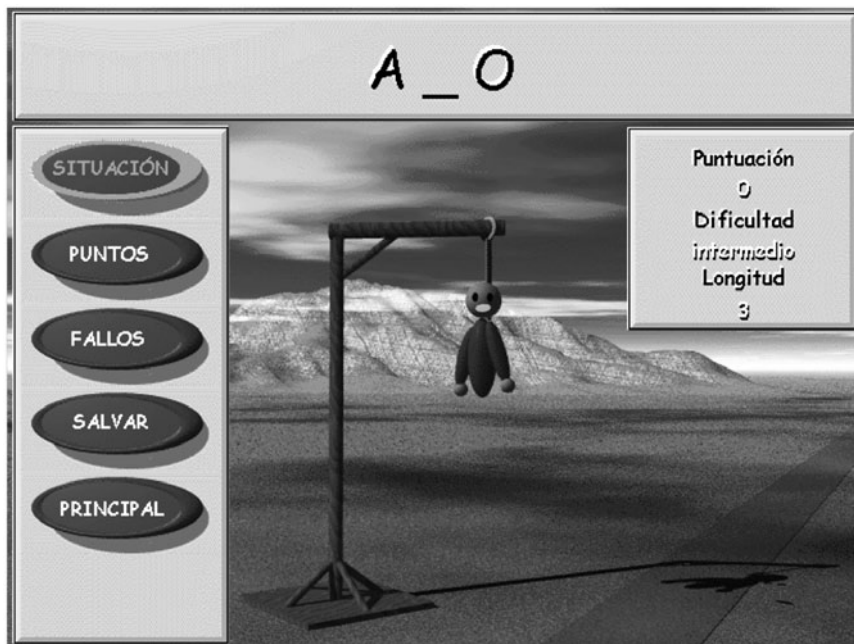


Figura 11. Captura de pantalla del Juego del Ahorcado.

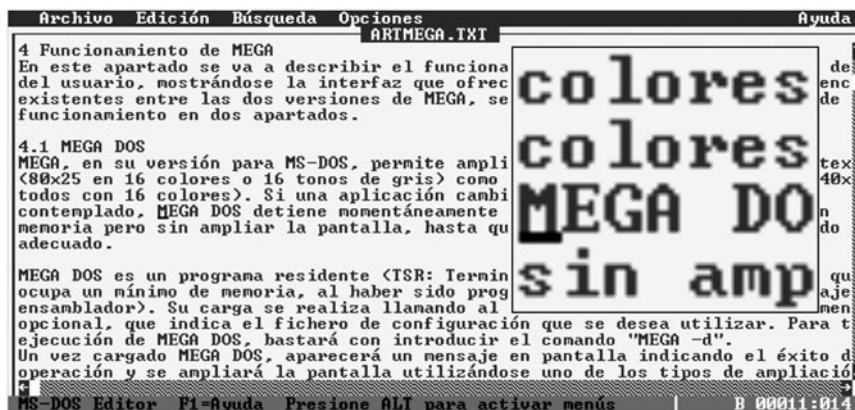


Figura 12. Captura de pantalla del Juego de Mega.



## ***Diseño para Todos en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones***

**Objetivo:** Primero, la definición de requisitos de accesibilidad en TIC, es decir, aplicar la experiencia adquirida en el desarrollo de software accesible para la definición de requisitos de accesibilidad en el ámbito TIC, publicados preferentemente como normas técnicas. Segundo, es importante la evaluación de la accesibilidad para trabajar en métodos para la evaluación de esos requisitos, porque es necesario y porque esta evaluación no es trivial, requiere de la participación de expertos y soporte de herramientas informáticas y por la asesoría en accesibilidad web. Y tercero, la formación en diseño para todos, dentro del currículo formativo de las Universidades, los Organismos Públicos y las Entidades privadas.

### **Proyectos:**

- Normalización:

El principal objetivo de los trabajos englobados bajo este nombre es la participación en la elaboración de las normas técnicas oficiales de accesibilidad al ordenador y la Web, dada la amplia experiencia de SETIAM en estos temas. Por ello, hasta cuatro investigadores de SETIAM han sido vocales en distintos Grupos de Trabajo (GT) del Subcomité (SC) 8 (Sistemas y Dispositivos para los Grupos de la Tercera Edad y Discapacidad) del Comité Técnico de Normalización (CTN) 139 (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para la Salud) de AENOR. De esta manera, los trabajos iniciales desarrollados en el Grupo de Trabajo 1 dieron como resultado en 1998 las normas experimentales que han quedado recientemente obsoletas y han sido sustituidas por las normas técnicas definitivas. En el Grupo de Trabajo 2 (Normalización de Interfaces de Usuario de Aplicaciones Informáticas para Personas con Discapacidad), durante los años 2002 y 2003 se estuvo trabajando en la elaboración y redacción de 2 normas técnicas y el trabajo prosiguió en 2008 y 2009 para la actualización de una de ellas. En el Grupo de Trabajo 3 (Accesibilidad en Internet para Personas Mayores y con Discapacidad), durante los años 2003 y 2004 se estuvo trabajando en la elaboración y redacción de una norma técnica. Hasta la publicación de la norma técnica de accesibilidad para contenidos en la Web, los legisladores españoles no disponían de ningún documento en el que basarse para exigir la accesibilidad de la Web, como ocurrió con la popularmente conocida Ley de Internet. Finalmente, en el ámbito internacional, desde SETIAM también se ha colaborado en la elaboración de nuevas normativas.

- Evaluación de la Accesibilidad Web:

Evaluar la accesibilidad de una página web es una tarea compleja. Requiere no sólo de conocimientos y experiencia en diversas áreas técnicas sino también de un dominio de los procedimientos para revisar cada punto de control de las directrices de accesibilidad. Tanto las personas con elevados conocimientos técnicos sobre la revisión de la accesibilidad como los principiantes que desean revisar una página en la web o verificar la calidad de su propio trabajo tienen una necesidad en común: una herramienta que facilite la revisión semi-automática de la accesibilidad. Existen herramientas automáticas y semi-automáticas de revisión que efectúan un análisis y generan un diagnóstico del estado de la accesibilidad de las páginas [29]. Pero ninguna herramienta puede reemplazar la labor de un revisor humano y determinar fielmente la accesibilidad de un sitio Web. Evaluar el cumplimiento de las pautas de accesibilidad es un proceso en el cual las herramientas sólo pueden ayudar a los revisores, reduciendo los pasos necesarios para completar su evaluación.

- Internet (estudio accesibilidad):

Este proyecto consistía en la evaluación de la accesibilidad de sitios Web españoles, tanto públicos como privados, con el fin de estudiar el nivel de accesibilidad a las Webs españolas. El proyecto permitió definir una metodología práctica de evaluación, teniendo en cuenta tanto aspectos objetivos como subjetivos. Para el estudio se seleccionaron más de 140 sitios Web elegidos entre los más votados, en las distintas categorías, en los premios Best de Internet. Los resultados arrojaron un desolador panorama, puesto que prácticamente ningún sitio alcanzaba un mínimo nivel de accesibilidad.

Algunos ejemplos de los proyectos mencionados se muestran en las siguientes capturas de pantalla (ver Figura 13 y Figura 14).

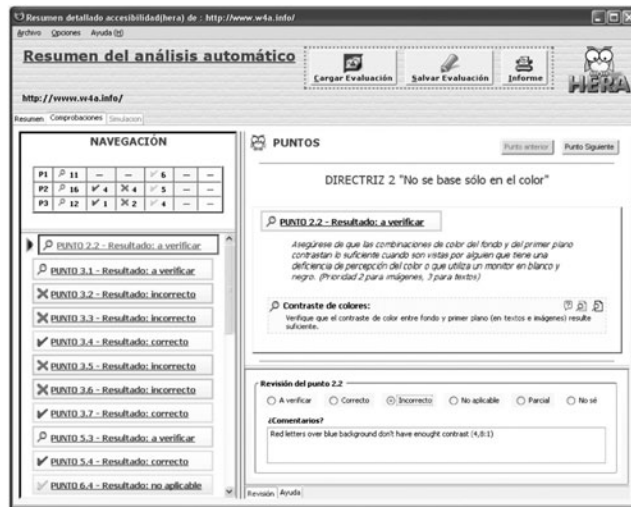


Figura 13. Captura de pantalla de la herramienta HERA para la evaluación de accesibilidad Web.

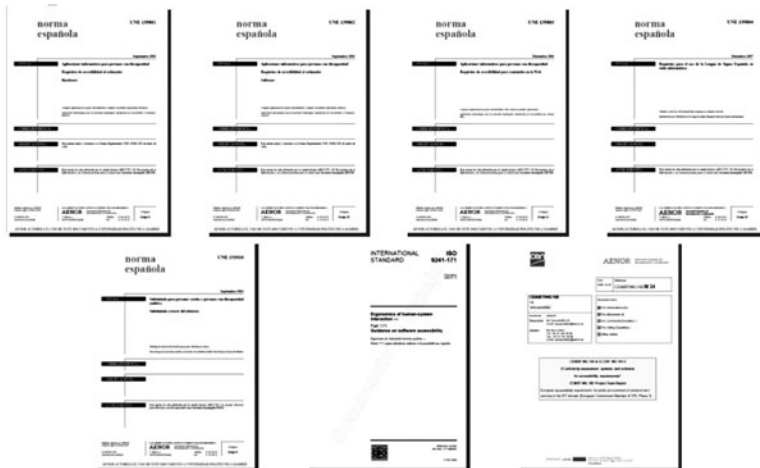


Figura 14. Normativa web: varias normas españolas e internacionales.

# FORMACIÓN EN ACCESIBILIDAD

## 1. Asignaturas (ver Figura 15):

- Ingeniería Informática
- Grado en Ingeniería Informática
- Máster en TI
- Máster en Ingeniería Informática
- Máster en Software y Sistemas

*Figura 15.  
Asignaturas con formación  
en accesibilidad.*

**DISEÑO PARA TODOS. DISEÑO WEB ACCESIBLE**

**INTRODUCCIÓN**

Este sitio contiene la información necesaria acerca de la asignatura de Diseño para Todos, Diseño Web Accesible. Es una asignatura de libre elección prevista para alumnos de cuarto o quinto curso de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid.

Se entiende por "Diseño para Todos" todo aquello relacionado con la creación de sistemas (de cualquier tipo) que puedan ser utilizados por cualquier persona, independientemente de sus características personales (edad, sexo, cultura, características físicas...) y de si tiene algún tipo de discapacidad.

El "Diseño para Todos" es, por definición, útil para todas las personas, puesto que permite mejorar sustancialmente la usabilidad. Además, todos podemos necesitar algún día de estas técnicas, debido a que se aplican también para facilitar el uso de sistemas por las personas mayores.

El "Diseño Web Accesible" pretende establecer las técnicas y mecanismos para permitir que un sitio Web pueda ser utilizado por cualquier persona, independientemente de su discapacidad.

Estos temas son de gran relevancia, como queda constatado por algunos hechos recientes:

- En diciembre de 2007 se aprobó la Ley 54/2007, de Medidas de Impulso de la Sociedad de la Información (DSI 29-12-2007). Por un lado, esta ley indica claramente que la accesibilidad de las páginas web de la administración pública está sujeta al régimen de infracciones y sanciones (Ley 49/2007). Por otro lado, la obligación de hacer accesibles los sitios web se amplía al sector privado, en concreto a las empresas que presten servicios al público en general de especial trascendencia económica.
- En diciembre de 2007 se aprobó la Ley 49/2007, por la que se establece el régimen de infracciones y sanciones en materia de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad (DSI 27-12-2007). En esta ley se definen sanciones que pueden llegar hasta 1.000.000 de euros.
- En noviembre de 2007 se aprobó el Real Decreto 1494/2007 por el que se aprueba el Reglamento sobre las condiciones básicas para el acceso de las personas con discapacidad a las tecnologías, productos y servicios informáticos para el acceso de la información y medios de comunicación social (DSI 21-11-2007). Este Reglamento obliga a las administraciones públicas a que sus páginas web sean accesibles de acuerdo con el nivel 2 de la norma española UNE 139803:2006 antes del 2009.
- 2007 fue el Año Europeo de la Igualdad de Oportunidades para Todos, con un mensaje claro: que todas las personas, sin distinción de sexo, origen étnico o racial, religión o convicciones, discapacidad, edad ni orientación sexual, tienen derecho al mismo trato.
- 2004 fue el Año Internacional de la Discapacidad, con el que se pretende concienciar a la sociedad sobre los problemas de esta colectiva de personas.
- La Ley Orgánica 1/2002, de 2 de febrero, de Igualdad de Oportunidades, No Discriminación y Accesibilidad Universal de las Personas con Discapacidad, BOE 3-12-2002, fija varias fases: 1ª a primera de 2006 el Gobierno deberá haber establecido los criterios básicos de accesibilidad para las Tecnologías de la Sociedad de la Información, 2ª en 2010 todos los nuevos productos y servicios de la Sociedad de la Información deberán ser accesibles, 3ª en 2014 todos los productos y servicios de la Sociedad de la Información deberán ser accesibles.
- 2003 fue el Año Europeo de la Discapacidad.
- La Ley 33/2003 (Ley 34/2002), de 11 de julio, de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, BOE 12-7-2002, en su disposición adicional 3ª (que hace referencia a la accesibilidad para las personas con discapacidad) de edad avanzada a la información proporcionada por medios electrónicos), obliga a las Administraciones Públicas a tener sus sitios accesibles para todos antes de 2006.
- En el ámbito europeo existen numerosas normas e iniciativas en este sentido: como las iniciativas europeas (see Information Society for All) 2002 y 2005 y la estrategia 2010), puesto que se habla de un 20% de la población europea afectada por algún tipo de discapacidad.

## 2. Cursos internacionales (ver Figura 16):

- ATHENS
- BEST

*Figura 16.  
Cursos internacionales con  
formación en accesibilidad.*

**Accessible Web Design**

March 2009 ATHENS Course

Computer Science School, Technical University of Madrid, Course UPM-14

Speakers | News | Schedule | Room location | CEAPAT | Documents | Links

**Speakers**

- José Luis Fuentes Castro, Lecturer, Computer Science School, UPM.
- Luis Martínez Romareda, Lecturer, Computer Science School UPM, Course Coordinator (Co-pp)
- Cristóbal Rodríguez Porroño, Director of CEAPAT, Ministry of Labour and Social Affairs, Invited speaker and host for the 3rd day.
- Javier Román-Liu Cabrero, Independent Living Forum, Invited Speaker.

**News**

- March, 13th
  - We have published the WCAG 2.0 checklist in Excel and Open Office formats. See [Documents](#).
- March, 13th
  - We have made a minor change in the schedule for Wednesday. There will be one more hour of WCAG 2.0 (2nd day).
  - We wish you nice traveling to Spain. See you on Monday!
- March, 4th
  - Welcome to the web page of the "Accessible Web design" ATHENS course.
  - We have confirmation of the rooms that will be used during the course (see the provisional schedule).
  - Note for the first day: the course will start at 10:00 outside of the UPM, at CEAPAT. See below the [information](#) on CEAPAT.
  - Requests
    - The computers available in the computing room have an automatic installation behaviour (every time a computer is restarted user data is deleted). We suggest that either you bring with you a USB drive or use an on-line disk service to make backups of your daily work.
    - The School has wireless Internet access available for those of you that are planning to come with your notebooks. But it is a restricted access and we will need to know who wants to use this connection. If interested, please send us an email with subject "ATHENS, UPM-14, WiFi".

**Schedule**

- Monday, 16 (at CEAPAT)
  - 10:00 - 10:15: Welcome to CEAPAT (by Cristóbal Rodríguez Porroño)
  - 10:15 - 10:40: Presentation of CEAPAT (by Cristóbal Rodríguez Porroño)
  - 10:40 - 11:00: Presentation of the course, Distribution of materials.
  - 11:00 - 11:30: Coffee break.
  - 11:30 - 12:30: Functional diversity and Independent Living (by Javier Román-Liu Cabrero)
  - 12:30 - 13:30: Accessibility guidelines and standards (by Cristóbal Rodríguez Porroño)
  - 13:30 - 14:30: Q&A to the Course, including an exposition of Assistive Technology
  - 14:30 - 15:30: Lunch.
- Tuesday, 17
  - 10:00 - 11:00 (at UPM): WAG Introduction to WCAG 2.0.
  - 11:00 - 14:00 (at UPM): WCAG 2.0 principles, guidelines and success criteria.

## 3. Cursos nacionales (en colaboración con Sidar) (ver Figura 17):

- INAP
- MITyC
- Agencia Tributaria
- ...

*Figura 17.  
Cursos nacionales con formación  
en accesibilidad.*

**SID@R**

Introducción al Diseño y Revisión de la Accesibilidad Web

Fundación Sider - fundacion@sider.org

## CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del capítulo aquí expuesto se derivan en tres ámbitos importantes, como son, el fin social, el fin investigador y el fin educativo. Así, tenemos:

**Productos Transferidos (Fin Social):** En la relación de actividades anterior se ha podido observar cómo todos los proyectos que se han finalizado en SETIAM han sido objeto de transferencia a los usuarios destinatarios. Éste era uno de los grandes objetivos de CETTICO en su creación: acercar el mundo universitario, con su capacidad innovadora, a los problemas reales y conseguir un flujo natural de intercambio de experiencias, sobre todo en:

- Proyectos de I+D+T
- Colaboración con los usuarios
- Colaboración con distintos organismos

**Resultados Científicos (Fin Investigador):** La innovación científica y tecnológica es un concepto muy difícil de medir, puesto que se presenta de muy diversas formas: productos, herramientas, soluciones, modelos, métodos, etc. Muchas veces la calidad científica o técnica de un proyecto pasa desapercibida para el usuario normal, que sólo advierte que el producto “hace lo que tiene que hacer”. Sin embargo, el resultado final suele ser producto de un esfuerzo innovador por parte de un grupo de investigadores:

- Creación de tecnología propia
- Cooperación entre las líneas de investigación
- Artículos en congresos y revistas especializadas

**Personal Formado (Fin Educativo):** El objetivo formador de CETTICO se ha concretado en dos vertientes: la preparación de nuevos investigadores a través de los proyectos de I+D y el fomento de la educación universitaria integrada. Esto ha producido:

- Más de 200 alumnos
- Formación de personas con discapacidad
- 100% de integración laboral

Para finalizar, se muestra un listado de algunos de los productos transferidos fruto de las actividades de I+D en el ámbito de la accesibilidad:

- *Traductor de Braille Simbólico* ONCE - 04
- *Enciclopedia ONCE-Larousse* ONCE - 03
- *Red Sorda* Fundación CNSE - 03

- 
- *Diccionario de Lengua de Signos-Básico* CNSE - 01
  - *Evaluación en el Acceso al Ordenador* IMSERSO - 01
  - *Instaladores para Ciegos* ONCE - 00-01
  - *Interpretación de Isocinéticos para el Deporte* CSD - 00
  - *Mega 2000* ONCE - 00
  - *Diccionario de Lengua de Signos-Neologismos* CNSE - 01
  - *Diccionarios Bilingües para Ciegos* ONCE - 98-99
  - *Mega 98/NT* ONCE - 99
  - *Aprendizaje de Lecto-Escritura (Blancanieves)* MEC - 99
  - *El Ahorcado para Ciegos* ONCE - 99
  - *Adaptación de Puestos de Trabajo a Ciegos* ONCE - 98-01
  - *Diccionarios Bilingües Parlantes* Larousse - 97-98
  - *Interpretación de Isocinéticos para ciegos* Esc. Fisioterapia 98
  - *Diccionario para Invidentes de la RAE* ONCE - 98
  - *Lector de Documentación para Ciegos* ONCE - 98
  - *Dicc. Enciclopédico Larousse Electrónico* Larousse Planeta 97
  - *TifloWin* ONCE - 97
  - *Periódico para Invidentes* ONCE - 96-02
  - *Adapta* ONCE - 96-98
  - *Diccionario para Invidentes Larousse Electrónico* ONCE - 96
  - *Mega (DOS-Windows)* ONCE - 95-97
  - *Sist. para el tratamiento Homeopático del glaucoma* ONCE 93
  - *Interfaz Software para Invidentes* ONCE - 93
  - *Edición en Braille* ONCE - 91-96

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Alonso, F.; de Antonio, A.; Fuertes, J. L.; Montes, C.: “Text Editing in Braille for the Blind (EDIE)”. *Actas 4º Convegno Nazionale Informatica, Didattica e Disabilità*, vol. III, págs. 867-872. Nápoles. 9-11 noviembre, 1995.
- [2] Luna, S.: “Proyecto EPA: Sistema de Creación y Mantenimiento de Enciclopedias Hipertextuales”. TFC, Facultad Informática de la UPM, 1993.
- [3] Alonso, F.; Frutos, S.; Fuertes, J. L.; Martínez, L. A.; Montes, C.; Sánchez, A.: “Un Diccionario Automático Bilingüe para Invidentes (DABIN)”. *Integración* nº 25, págs. 14-31. Octubre, 1997.
- [4] Frutos, S.; González, A. L.; Minchero, A.; Nieto, M. J.: “Diccionario de la Lengua de Signos Española (DILSE)”. *Actas Congreso Iberoamericano Iberdiscap 2000*, págs. 55-58. Madrid. 18-20 octubre, 2000.
- [5] Alonso, F.; Barreiro, J. M.; Caraça-Valente, J. P.; López, G.; Montes, C.; Navajo, R. J.: “An Electronic Newspaper for the Blind”. *Proc. XV IFIP World Computer Congress, Computers and Assistive Technology ICCHP '98*. Viena (Austria) y Budapest (Hungria). 31 agosto – 4 septiembre, 1998.
- [6] Pardo, M.: “Proyecto TBS: Traductor de Braille Simbólico”. TFC, Facultad Informática de la UPM, 2001.
- [7] López, J. R.: “Proyecto WINLEE: Modelado, Diseño e Implementación de la Interfaz de Usuario Adaptada para Invidentes”. TFC, Facultad Informática de la UPM Diciembre, 2000.
- [8] Bustos, C.: “Proyecto ROCA: Sistema de Segmentado de Caracteres Orientado a Objetos”. TFC, Facultad Informática de la UPM Septiembre, 1997.
- [9] Gil, R.: “Proyecto Ruiseñor: Desarrollo de un Sistema de Composición Musical para Personas Ciegas”. TFC, Facultad Informática de la UPM Noviembre, 1998.
- [10] Alonso, F.; de Antonio, A.; Fuertes, J. L.; Montes, C.: “Teaching Communication Skills to Hearing Impaired Children with an Intelligent Multimedia System”. *IEEE Multimedia*, vol. 2, nº 4, págs. 55-67. Winter, 1995.

- [11] De la Flor, L.: “Proyecto TUTOR: Componentes Adaptables para la Interacción con el Usuario en Sistemas Inteligentes de Tutoría”. Abril, 2000.
- [12] Frutos, S.; González, A. L.; Santos, A.; Varela, J. I.: “Sistema de Acceso al Lenguaje Escrito (ALES)”. *Actas Congreso Iberoamericano Iberdiscap 2000*, págs. 25-28. Madrid. 18-20 octubre, 2000.
- [13] Moreno, P.: “Arquitectura de Control Genérica basada en Pizarras con Tolerancia a Negociación Multinivel”. TFC, Facultad Informática de la UPM Abril, 2000.
- [14] Alonso, F.; Frutos, S.; Fuertes, J. L.; Martínez, L.; Montes, C.: “ALBOR. An Internet-Based Advisory KBS with a Multi-Agent Architecture”. *Proc. International Conference on Advances in Infrastructure for Electronic Business, Science, and Education on the Internet (SSGRR 2001)*. L’Aquila (Italia). 6-12 agosto, 2001.
- [15] Barreiro, J. M.; Caraça-Valente, J. P.; del Olmo, J.; López, A.; Montes, C.: “ISODEPOR: Sistema Inteligente para la Interpretación de una Máquina de Isocinéticos”. *Resúmenes del IV Congreso Internacional de Entrenamiento Deportivo*. Tecnología y Entrenamiento. León. 2-4 octubre, 1997.
- [16] García, L.: “Programa de Subtitulado para Televisión en Directo”. TFC, Facultad Informática de la UPM Enero, 2003.
- [17] Alonso, F.; Gómez, A.; López, G.; Montes, C.: “An Expert System for Homeopathic Glaucoma Treatment”. *Expert Systems with Applications*, vol. 8, nº 1, págs. 89-99. 1994.
- [18] Lorenzo, J. M.: “SETFI: Sistema Experto para Tratamientos Fisioterapéuticos”. Enero, 1994.
- [19] Palacios, L. F.: “HAMLET: Sistema Experto de Asesoramiento Educativo-Profesional”. Facultad de Informática, Universidad Politécnica de Madrid, Abril, 1994.
- [20] Alonso, F.; Caraça-Valente, J. P.; Fuertes, J. L.; Martínez, L. A.; Montes, C.; Muñoz, J. A.: “SESAMO: Un Sistema Experto para la Adaptación de Puestos de Trabajo para Personas Ciegas”. *Integración*, nº 27, págs. 18-32. Junio, 1998.
- [21] Palenzuela, V.: “Proyecto SICU: Funcionalidades Básicas v1”. Julio, 2000.



- [22] Alonso, F.; de Antonio, A.; Fuertes, J. L.; Montes, C.; Segovia, J.: “Talking Calculator System (SICABE)”. *Actas 4º Convegno Nazionale Informatica, Didattica e Disabilità*, vol. III, págs. 849-854. Nápoles. Noviembre, 1995.
- [23] Ortega, P.: “Juegos Educativos para Ciegos: El Ahorcado”. Septiembre, 1999.
- [24] Alonso, F.; Barreiro, J. M.; Fuertes, J. L.; Martínez, L. A.; Montes, C.: “La Magnificación de Pantallas como Ayuda a los Deficientes Visuales: el Sistema MEGA”. *Integración* nº 23, págs. 40-59. Febrero, 1997.
- [25] Fuertes, J. L.; González, Á. L.; Ruiz, C.: “El Puente entre las Personas Sordas y la Sociedad de la Información”, *Proc. VI Congreso Nacional de Informática Educativa- Simposio Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Educación (SINTICE’2005)*, págs. 293-300, Granada, 14-16 septiembre, 2005.
- [26] Borrero, F. J. “MINDI: Modelo de Interfaz para Discapacitados”. Octubre, 1994.
- [27] Usón, F. J.: “INSOIN: Interfaz Software para Invidentes”. Julio, 1995.
- [28] Alonso, C.: “WINDI: Windows para Invidentes. Adaptación Tiflotécnica de los Elementos Estándar de Windows”. Mayo, 1996.
- [29] Fuertes, J. L.; González, R.; Gutiérrez, E.; Martínez, L.: “Hera-FFX: a Firefox add-on for semi-automatic web accessibility evaluation”. *International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A 2009)*. Madrid, España, 20-21 abril, 2009.
- [30] Caja, J. A.: “Estudio de la Accesibilidad Web en los Sitios Españoles”. Abril, 2004.
- [31] Benavidez, C.; Fuertes, J. L.; Gutiérrez, E.; Martínez, L.: “Teaching Web Accessibility with Contramano and Hera”. *Lecture Notes on Computer Science*, 4061, 341-348 (ISSN: 03029743). 2006.