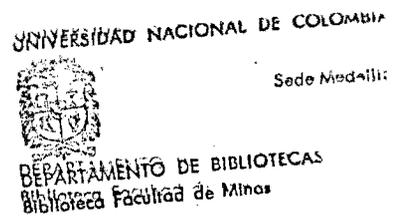


**MODELO INTEGRADO HIPERMEDIA Y BASADO EN CONOCIMIENTO DE  
APOYO AL DESARROLLO DE APLICACIONES INFORMATICAS  
VOLUMEN 1**



**JAIME A. GUZMAN L.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE MINAS  
MAESTRIA EN INGENIERIA DE SISTEMAS  
MEDELLIN**

**1997**

**MODELO INTEGRADO HIPERMEDIA Y BASADO EN CONOCIMIENTO DE  
APOYO AL DESARROLLO DE APLICACIONES INFORMATICAS  
VOLUMEN 1**

**JAIME A. GUZMAN L.**

**Tesis para optar al título de  
Maestría en Ingeniería de Sistemas**

**Director**

**DEMETRIO A. OVALLE C.**

**Ingeniero de Sistemas**

**Ph.D. en Informática**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE MINAS  
MAESTRIA EN INGENIERIA DE SISTEMAS  
MEDELLIN**

**1997**

97



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE MEDELLIN

FACULTAD DE MINAS

Medellín, Marzo 13 de 1997

Señores  
**CONSEJO DE FACULTAD**  
Facultad de Minas  
Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín  
La Sede

Honorables Miembros del Consejo:

Los suscritos miembros del jurado calificador de la Tesis de Maestría en Ingeniería de Sistemas, titulada: **“Modelo Integrado Hipermedia y Basado en Conocimientos de Apoyo al Desarrollo de Aplicaciones Informáticas”** realizada por el Ing. Jaime Alberto Guzmán Luna, con carnet 9354557, solicitamos reciba la mención de **MERITORIA**, basándonos en los siguientes criterios:

- El trabajo se fundamenta en una revisión crítica muy completa de la literatura disponible del estado del arte en las áreas del conocimiento de la investigación, a saber: Sistemas Hipermediales, Sistemas Basados en Conocimientos y Sistemas Híbridos Intelimedia.
- La investigación tiene un carácter innovador y original pues propone una metodología de diseño y desarrollo de **Sistemas Intelimedia**. Dichos sistemas, según se pudo corroborar mediante búsquedas intensas en **INTERNET**, utilizando dos de los principales motores de búsqueda (*Altavista.Digital.Com* y *WebCrawler*) aún se encuentran en su etapa experimental y se aplican a la solución de problemas específicos, sin que se haya tratado de brindar alguna metodología que estandarice los procesos de desarrollo de tales sistemas.
- Adicionalmente, la metodología propuesta fue validada con un **prototipo intelimedia**, el cual mostró resultados excelentes en su desempeño, llegando a ser imperceptible para el Usuario la transición del Sistema Hipermedia al Sistema Basado en Conocimientos, debido a su alto grado de Integración.

CB482961

- Finalmente, cabe señalar que la continuación de este trabajo de Tesis de Maestría fue propuesta como tema de Tesis Doctoral en el Departamento de Informática y Computación de la **Universidad Politécnica de Valencia**, España, para ser realizado por el Ing. Guzmán Luna, quien se encuentra actualmente matriculado en esta Universidad, en el programa de Doctorado en Informática con énfasis en Programación Declarativa e Ingeniería de la Programación.

Cordialmente,



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
COLOMBIA  
FACULTAD DE  
INGENIERIA Y  
CIENCIAS EXACTAS

Prof. Demetrio A. Ovalle C. , Ph.D.  
Postgrado en Ingeniería de Sistemas  
Depto de Sistemas y Administración  
Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín  
Director de Tesis



Prof. Isaac Dyner R., Ph.D.  
Depto de Sistemas y Administración  
Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín  
Jurado



Prof. Gilles Imbeau, Ph.D.  
Profesor Canadiense Visitante  
Depto de Sistemas e Informática  
Universidad EAFIT  
Jurado

A mi esposa

Olga Higuera Villate

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa su agradecimiento a:

Demetrio Arturo Ovalle C., Ingeniero de Sistemas Ph. D. en Informática y Director de la Investigación, por sus valiosas orientaciones.

Jorge Hernán Arango, Ingeniero Civil, Jefe del Departamento de Plantas Hidroeléctricas de Integral S. A., por su constante apoyo durante la realización de los estudios correspondientes a la Maestría y su respectivo trabajo de investigación.

Carlos E. Guzmán L., Médico General, por su valiosa asesoría médica, la cual fue fundamental para la realización del sistema SIDA-EXPERT.

Gloria Guzmán L., Ingeniera Sanitaria, por su ayuda en la edición de este trabajo.

## **CONTENIDO**

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>INTRODUCCION</b>  | <b>1</b>    |
| <b>1. SISTEMAS BASADOS EN CONOCIMIENTOS</b>                            | <b>4</b>    |
| <b>1.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS BASADOS EN CONOCIMIENTOS</b> | <b>4</b>    |
| <b>1.2 DEFINICION DE UN SISTEMA BASADO EN CONOCIMIENTOS</b>            | <b>6</b>    |
| <b>1.3 COMPONENTES DE LOS SBCs</b>                                     | <b>8</b>    |
| 1.3.1 La Base de Conocimientos   | 9           |
| 1.3.2 El Mecanismo o Motor de Inferencias                              | 10          |
| 1.3.3 El módulo de Explicación y Justificación del Razonamiento        | 11          |
| 1.3.4 El módulo de Adquisición del Conocimiento                        | 11          |
| 1.3.5 La interfaz Usuario/Sistema                                      | 11          |
| 1.3.6 El Módulo de Comunicación  | 12          |
| <b>1.4 LOS SBC Y LOS SISTEMAS EXPERTOS</b>                             | <b>12</b>   |
| <b>1.5 DISEÑO DE UN SBC</b>  | <b>13</b>   |
| <b>1.6 AREAS DE APLICACION DE LOS SBC</b>                              | <b>14</b>   |
| 1.6.1 Diagnóstico  | 15          |

|   |           |
|---|-----------|
| 1.6.2 Predicción  | 16        |
| 1.6.3 Planeación  | 16        |
| 1.6.4 Interpretación  | 17        |
| 1.6.5 Monitoreo y control   | 18        |
| 1.6.6 Educación y/o entrenamiento   | 19        |
| 1.6.7 Configuración   | 20        |
| 1.6.8 Diseño  | 20        |
| <b>1.7 CONCLUSIONES</b>   | <b>21</b> |
| <br>  |           |
| <b>2. MULTIMEDIA</b>  | <b>24</b> |
| <br>  |           |
| <b>2.1 ENFOQUES DE LA MULTIMEDIA</b>  | <b>24</b> |
| 2.1.1 Enfoque del hardware y software Multimedia sin criterio                                   | 24        |
| 2.1.2 Enfoque Multimedia con criterio como herramienta para transmitir información.             | 25        |
| 2.1.3 Enfoque Multimedia con criterio desde la perspectiva de administración de la información. | 25        |
| <b>2.2 MEDIOS</b>   | <b>25</b> |
| 2.2.1 Texto   | 26        |
| 2.2.2 Imagen  | 27        |
| 2.2.3 Animación   | 29        |
| 2.2.4 Sonido  | 30        |
| 2.2.5 Video   | 30        |
| <b>2.3 CARACTERISTICAS DE LA INFORMACION MULTIMEDIA</b>   | <b>32</b> |
| <b>2.4 PLATAFORMAS PARA MULTIMEDIA</b>  | <b>33</b> |
| 2.4.1 Apple - Macintosh:  | 33        |
| 2.4.2 <i>Comodore</i> - Amiga   | 33        |
| 2.4.3 MPC (Multimedia PC)   | 34        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.4.4 IBM - Ultimedia  | 34        |
| <b>2.5 CONCLUSIONES</b>  | <b>34</b> |
| <br>   |           |
| <b>3. HIPERMEDIA</b>   | <b>37</b> |
| <br>   |           |
| <b>3.1 HIPERTEXTO</b>  | <b>38</b> |
| <b>3.2 CLASIFICACION DE LA HIPERMEDIA</b>  | <b>38</b> |
| <b>3.3 ARQUITECTURA DE LA HIPERMEDIA</b>   | <b>41</b> |
| 3.3.1 Nodos  | 42        |
| 3.3.2 Enlaces  | 43        |
| <b>3.4 ORGANIZACION DE LA HIPERMEDIA</b>   | <b>45</b> |
| <b>3.5 SISTEMAS DE NAVEGACION HIPERMEDIA</b>   | <b>46</b> |
| 3.5.1 Examinadores   | 46        |
| 3.5.2 Filtros  | 47        |
| 3.5.3 Las señales de recuerdo  | 47        |
| <b>3.6 MODELOS DE REFERENCIA PARA APLICACIONES HIPERMEDIA</b>                              | <b>48</b> |
| 3.6.1 El modelo de hipertexto dexter   | 48        |
| 3.6.2 El modelo <i>World-Wide Web</i>  | 52        |
| <b>3.7 DISEÑO DE SISTEMAS HIPERMEDIA</b>   | <b>55</b> |
| 3.7.1 Metodología manejadora de relaciones (RMM)   | 55        |
| 3.7.2 Método de diseño hipermedial orientado a objetos (OOHDM)                             | 57        |
| 3.7.3 Método basado en los conceptos y modelos de procesos<br>de la ingeniería de software | 59        |
| <b>3.8 APLICACIONES DE LA HIPERMEDIA</b>   | <b>62</b> |
| 3.8.1 Documentación en línea   | 62        |
| 3.8.2 Entrenamiento y educación  | 62        |
| 3.8.3 Ilustraciones y anotaciones  | 63        |
| 3.8.4 Guías, catálogos de productos, etc.  | 63        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.8.5 Administración de la información Multimedia                            | 63        |
| <b>3.9 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE HIPERMEDIA</b>                     | <b>64</b> |
| 3.9.1 Plataforma IBM PC  | 64        |
| 3.9.2 Plataforma Macintosh   | 69        |
| <b>3.10 CONCLUSIONES</b>   | <b>73</b> |
| <br>   |           |
| <b>4. INTELIMEDIA</b>  | <b>76</b> |
| <br>   |           |
| <b>4.1 MODELOS DE INTEGRACION</b>  | <b>76</b> |
| 4.1.1 Arquitectura Independiente.  | 77        |
| 4.1.2 Arquitectura Traslacional.   | 77        |
| 4.1.3 Arquitectura de Acoplamiento Débil.                                    | 77        |
| 4.1.4 Arquitectura de Acoplamiento Fuerte.                                   | 77        |
| 4.1.5 Arquitectura de Integración Total.                                     | 78        |
| <b>4.2 ORIENTACION DE LA INTEGRACION</b>                                     | <b>78</b> |
| 4.2.1 El SBC con apoyo Hipermedial.  | 79        |
| 4.2.2 El Sistema Hipermedial con apoyo de un Sistema Basado en conocimientos | 80        |
| 4.2.3 Los sistemas mutuamente apoyados.                                      | 84        |
| <b>4.3 EVOLUCION HISTORICA DE LOS MODELOS DE INTEGRACION</b>                 | <b>85</b> |
| 4.3.1 Sistemas separados (Fase 1).   | 85        |
| 4.3.2 Integración de los SBC y los sistemas multimediales (Fase 2)           | 86        |
| 4.3.3 Integración de los SBC y la hipermedia (Fase 3)                        | 88        |
| 4.3.4 Integración intelimedia (Fase 4).                                      | 90        |
| <b>4.4 CONCLUSIONES</b>  | <b>92</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>5. METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS INTELIMEDIA</b>               | <b>95</b>  |
| <b>5.1 FASE 1: ANALISIS E IDENTIFICACION DEL PROBLEMA</b>                      | <b>96</b>  |
| 5.1.1 Las necesidades iniciales del usuario                                    | 97         |
| 5.1.2 La planificación del proyecto  | 98         |
| <b>5.2 FASE 2: DEFINICION DE REQUERIMIENTOS</b>                                | <b>100</b> |
| <b>5.3 FASE 3: ADQUISICION DEL CONOCIMIENTO</b>                                | <b>102</b> |
| 5.3.1 Adquisición del conocimiento mediante la experiencia                     | 103        |
| 5.3.2 Adquisición del conocimiento mediante la documentación                   | 103        |
| <b>5.4 FASE 4: DISEÑO DEL SISTEMA INTELIMEDIA</b>                              | <b>104</b> |
| 5.4.1 Selección de la orientación y el modelo de integración intelimedia       | 105        |
| 5.4.2 Diseño de la estructura hipermedial                                      | 106        |
| 5.4.3 Diseño de la estructura de razonamiento                                  | 106        |
| 5.4.4 Integración de la estructura hipermedial y la estructura de razonamiento | 108        |
| 5.4.5 Diseño de la interfaz del usuario  | 108        |
| <b>5.5 FASE 5: SELECCION DE LAS HERRAMIENTAS DE DESARROLLO</b>                 | <b>109</b> |
| 5.5.1 El ambiente de la aplicación   | 110        |
| 5.5.2 El ambiente de desarrollo  | 111        |
| 5.5.3 El ambiente del usuario  | 113        |
| 5.5.4 El ambiente de ejecución   | 115        |
| 5.5.5 Resumen de los criterios para la selección de una herramienta            | 115        |
| <b>5.6 FASE 6: CONSTRUCCION DEL SISTEMA</b>                                    | <b>116</b> |
| 5.6.1 Elaboración del prototipo intelimedia                                    | 118        |
| 5.6.2 Desarrollo del sistema intelimedia                                       | 120        |
| <b>5.7 FASE 7: VALIDACION Y VERIFICACION</b>                                   | <b>121</b> |
| <b>5.8 FASE 8: MANTENIMIENTO DEL SISTEMA INTELIMEDIA</b>                       | <b>121</b> |
| <b>5.9 CONCLUSIONES</b>  | <b>122</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>6. SIDA-EXPERT: SISTEMA INTELIMEDIA PARA INFORMACION Y DIAGNOSTICO DEL VIH-SIDA</b> | <b>124</b> |
| <b>6.1 FASE 1: IDENTIFICACION DEL PROBLEMA</b>   | <b>124</b> |
| 6.1.1 Las necesidades iniciales del usuario  | 124        |
| 6.1.2 Planificación del proyecto   | 126        |
| <b>6.2 FASE 2: DEFINICION DE REQUERIMIENTOS</b>  | <b>128</b> |
| 6.2.1 Requerimientos funcionales   | 128        |
| 6.2.2 Requerimientos de interacción.   | 129        |
| 6.2.3 Requerimientos de desarrollo y operación del sistema                             | 129        |
| 6.2.4 Requerimientos de calidad  | 131        |
| <b>6.3 FASE 3: ADQUISICION DEL CONOCIMIENTO</b>  | <b>132</b> |
| <b>6.4 FASE 4: DISEÑO DEL SISTEMA INTELIMEDIA</b>                                      | <b>133</b> |
| 6.4.1 Definición de la orientación y del modelo de integración                         | 133        |
| 6.4.2 Diseño de la estructura hipermedial  | 137        |
| 6.4.3 Diseño de la estructura de razonamiento  | 145        |
| 6.4.4 Integración de la estructura hipermedial y la estructura de razonamiento.        | 152        |
| 6.4.5 Diseño de la interfaz usuario-sistema.   | 154        |
| <b>6.5 FASE 5: SELECCION DE LAS HERRAMIENTAS DE DESARROLLO</b>                         | <b>160</b> |
| <b>6.6 FASE 6: ELABORACION DEL PROTOTIPO: SIDA-EXPERT</b>                              | <b>161</b> |
| 6.6.2 Implementación de los módulos 1 y 3  | 162        |
| 6.6.2 Implementación del módulo 2  | 175        |
| 6.6.3 Implementación de las unidades y enlaces de integración de segundo orden         | 192        |
| 6.6.4 Dificultades y aciertos en el desarrollo del prototipo.                          | 194        |
| <b>6.7 FASE 7: VALIDACION Y VERIFICACION</b>   | <b>196</b> |
| 6.7.1 Utilidad del prototipo   | 197        |
| 6.7.2 Completitud del prototipo  | 197        |
| 6.7.3 Amigabilidad del prototipo   | 197        |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 6.7.4 Eficiencia del prototipo | 197 |
| 6.8 CONCLUSIONES               | 198 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>7. CONCLUSIONES GENERALES Y TRABAJO FUTURO</b> | <b>200</b> |
|---|------------|

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 7.1 CONCLUSIONES GENERALES | 200 |
|----------------------------|-----|

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 7.2 TRABAJO FUTURO | 205 |
|--------------------|-----|

|                     |            |
|---------------------|------------|
| <b>BIBLIOGRAFIA</b> | <b>207</b> |
|---------------------|------------|

**ANEXOS**

**VOLUMEN 2**

## LISTA DE FIGURAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>Figura 1.1</b> Ramas de la Inteligencia Artificial.                                     | 5           |
| <b>Figura 1.2</b> Transición del procesamiento de datos al procesamiento de conocimientos. | 6           |
| <b>Figura 1.3</b> Sistema Basado en Conocimientos  | 8           |
| <b>Figura 1.4</b> Relación entre los Sistemas en Inteligencia Artificial.                  | 12          |
| <br>   |             |
| <b>Figura 2.1</b> Algunos mecanismos utilizados en Multimedia.                             | 26          |
| <b>Figura 2.2</b> El texto en la Multimedia.   | 26          |
| <b>Figura 2.3</b> La imagen en Multimedia  | 27          |
| <b>Figura 2.4</b> Digitalizador manual   | 28          |
| <b>Figura 2.5</b> Cámara fotográfica electrónica.  | 28          |
| <b>Figura 2.6</b> Tableta digitalizadora.  | 29          |
| <b>Figura 2.7</b> Animación en la Multimedia   | 29          |
| <b>Figura 2.8</b> El Sonido en la Multimedia   | 30          |
| <b>Figura 2.9</b> El video en la Multimedia.   | 31          |
| <br>   |             |
| <b>Figura 3-1</b> La Hipermedia y su relación con otras disciplinas computacionales        | 38          |
| <b>Figura 3-2</b> Componentes básicos de un modelo Hipermedia.                             | 42          |
| <b>Figura 3-3</b> Tipos de organización Hipermedia.  | 45          |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 3-4.</b> Ilustración de un Examinador.  | 47  |
| <b>Figura 3-5</b> Modelo de objetos de un hiperdocumento de acuerdo al modelo HRM. (Hypermedia Reference Model) | 60  |
| <b>Figura 4.1</b> Modelo de un SBC apoyado por un Sistema Hipermedial.  | 80  |
| <b>Figura 4.2</b> Modelo de un Sistema Hipermedial apoyado por un SBC   | 81  |
| <b>Figura 4.3</b> Modelo de un sistema mutuamente apoyado para un sistema de información o una base de datos.   | 84  |
| <b>Figura 4.4</b> Evolución de la integración de los SBC, Multimedia e Hipermedia.                              | 86  |
| <b>Figura 5.1</b> Metodología para el desarrollo de sistemas intelimedia  | 96  |
| <b>Figura 5.2</b> Fuentes del conocimiento: estáticas (documentación) y dinámicas (experiencia)                 | 102 |
| <b>Figura 5.3</b> Etapas de la fase de diseño del sistema intelimedia   | 105 |
| <b>Figura 5.4</b> Etapas de la fase de construcción del sistema intelimedia                                     | 117 |
| <b>Figura 6.1</b> Cronograma inicial del proyecto   | 126 |
| <b>Figura 6.2</b> Cronograma final del proyecto   | 127 |
| <b>Figura 6.3</b> Arquitectura del sistema intelimedia SIDA-EXPERT.   | 135 |
| <b>Figura 6.4</b> Modelo conceptual del módulo 1  | 139 |
| <b>Figura 6.5</b> Subgrafos de las secciones temáticas para el módulo 1   | 141 |
| <b>Figura 6.6</b> Grafo hipermedial del módulo SIDA   | 143 |
| <b>Figura 6.7</b> Modelo conceptual del modulo Grupo de Investigación UN-GIDIA                                  | 144 |
| <b>Figura 6.8</b> Grafo hipermedial sobre el Grupo UN-GIDIA.  | 145 |
| <b>Figura 6.9</b> Arbol del conocimiento inferencial para el sistema de diagnóstico médico.                     | 147 |
| <b>Figura 6.10</b> Estructuras auxiliares de integración para el Modulo 2.                                      | 154 |

|                    |   |     |
|--------------------|---|-----|
| <b>Figura 6.11</b> | Sistema SIDA-EXPERT. Enlaces de integración de segundo orden y unidad de información hipermedial auxiliar de integración. | 155 |
| <b>Figura 6.12</b> | Modelo para las unidades de información del módulo 1  | 157 |
| <b>Figura 6.13</b> | Modelo para las unidades de información del módulo 3  | 157 |
| <b>Figura 6.14</b> | Modelo de las unidades de preguntas y diagnóstico del módulo 2  | 158 |
| <b>Figura 6.15</b> | Modelo de las unidades de integración y portada del sistema   | 158 |
| <b>Figura 6.16</b> | Modelo general de la Interfaz usuario-sistema del módulo 1  | 160 |
| <b>Figura 6.17</b> | Página inicial módulo de información sobre el SIDA.   | 167 |
| <b>Figura 6.18</b> | Menú principal del módulo 1 acerca del VIH-Sida   | 167 |
| <b>Figura 6.19</b> | Nodo típico del sistema.  | 168 |
| <b>Figura 6.20</b> | Nodo inicial del módulo UN-GIDIA.   | 169 |
| <b>Figura 6.21</b> | Página típica del módulo UN-GIDIA..   | 169 |
| <b>Figura 6.22</b> | Menú de páginas seleccionadas.  | 173 |
| <b>Figura 6.23</b> | Nodo de ayuda rápida.   | 174 |
| <b>Figura 6.24</b> | Funcionamiento del módulo de diagnóstico.   | 176 |
| <b>Figura 6.25</b> | Página “Test” de preguntas y respuestas del SBC   | 182 |
| <b>Figura 6.26</b> | Página de conclusiones del módulo de diagnóstico  | 188 |
| <b>Figura 6.27</b> | Página ‘Portada” del módulo 2   | 191 |
| <b>Figura 6.28</b> | Página “Portada” del sistema SIDA-EXPERT  | 193 |
| <b>Figura 6.29</b> | Menú principal del sistema SIDA-EXPERT  | 194 |

## TABLAS

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| <b>Tabla 1.1</b> Diferencias entre un Sistema informático tradicional y un SBCs                     | 7           |
| <b>Tabla 3.1</b> Características principales de herramientas hipermediales                          | 65          |
| <b>Tabla 3.2</b> Características principales de plataforma Macintosh                                | 70          |
| <b>Tabla 5.1</b> Criterios para la selección de herramientas de desarrollo de sistemas intelimedia. | 116         |
| <b>Tabla 6.1</b> Intercambio de datos y ordenes entre la página “test” y SBC                        | 187         |
| <b>Tabla 6.2</b> Intercambio de datos y ordenes entre la página “diagnóstico” y el SBC              | 190         |
| <b>Tabla 6.3</b> Intercambio de datos y ordenes entre página “portada” y el SBC                     | 191         |

## LISTA DE ANEXOS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
|  | VOLUMEN 2   |
| Anexo 1. El conocimiento relacional  | 1           |
| Anexo 2. El conocimiento inferencial   | 39          |
| Anexo 3. Intercambio dinámico de información (DDE)                                 | 45          |
| Anexo 4 Programación en el Multimedia ToolBook mediante el lenguaje<br>Open Srcipt | 58          |
| Anexo 5. Programación en el Level5 Object mediante el lenguaje PRL                 | 121         |
| Anexo 6 Herramientas de desarrollo   | 154         |

## INTRODUCCION

Las tecnologías Multimedia, Hipermedia y los Sistemas Basados en Conocimientos (SBC) aunque surgieron hace más 20 años como tecnologías independientes, solamente después de los 90 y a nivel investigativo, se están haciendo los esfuerzos necesarios para converger sus caminos, permitiendo así el desarrollo de los sistemas intelimedia. En estos sistemas, el potencial de cada tecnología complementa a la otra superando sus limitaciones individuales inherentes, con el objetivo de crear aplicaciones informáticas que implementen medios más efectivos para la divulgación de la información al igual que actúen como mecanismos de apoyo a la toma de decisiones.

Aunque en la actualidad el desarrollo de sistemas intelimedia está aún en etapa experimental [Nicolson, 91], la realización de aplicaciones en este campo requieren de una serie de técnicas específicas al igual que la intervención de un equipo de productores que necesitan ser manejados y coordinados durante un determinado periodo de tiempo. Es por esto que el desarrollo de sistemas formales y la elaboración de derroteros para la administración de esta clase de proyectos son necesarios con el fin de garantizar que los productos intelimedia logren sus objetivos y sus aplicaciones sean realizadas a tiempo y dentro del presupuesto establecido. Las técnicas tradicionales de la ingeniería de software a pesar de que pueden modelar ciertos procesos del desarrollo de los sistemas intelimedia y brindar a su vez los beneficios de sus técnicas formales de diseño, no son las más adecuadas, ya que estas no tienen en cuenta los aspectos estéticos y cognoscitivos que son básicos para el desarrollo de esta clase de sistemas. Es por lo anterior, que el objetivo de este trabajo

de investigación es el estudiar las potencialidades y beneficios de las tecnologías hipertexto y SBC, con el fin de evaluar las diferentes propuestas de integración para la conformación de sistemas inteligentes y poder así proponer una metodología para su desarrollo la cual será validada mediante su aplicación en el desarrollo de un prototipo específico, todo esto con el fin de brindar una guía a los futuros desarrolladores de esta clase de sistemas para que aseguren la calidad en sus aplicaciones y logren una buena administración en esta clase de proyectos.

El desarrollo de esta investigación se realizó de la siguiente manera: Se estudió el marco teórico de las tecnologías Hipertexto y SBC analizando sus potencialidades y beneficios con el fin de luego estudiar los aspectos relacionados con los sistemas Inteligencia. Después se procedió a proponer una metodología para el desarrollo de estos sistemas inteligencia, realizándose por último una validación de la misma mediante el desarrollo de una aplicación específica.

A continuación se dará una descripción corta de las partes que conforman este trabajo de investigación.

En el capítulo 1, se investiga la noción de los Sistemas Basados en Conocimientos (SBC) para lo cual se estudiaron sus componentes, se planteó una metodología genérica para el desarrollo de aplicaciones implementadas mediante esta tecnología y por último, se estudiaron algunas aplicaciones de estos sistemas.

En el capítulo 2, se discute la tecnología Multimedia. Para ello se estudiaron los diferentes enfoques en que se aplica esta tecnología, qué medios se emplean para representar la información, qué características debe poseer una unidad de información de este tipo y cuales son las plataformas principales donde se puede ejecutar esta tecnología.

En el capítulo 3, se presenta la tecnología hipermedia. Allí se tratan aspectos relacionados con su clasificación, su arquitectura y finalmente, con los elementos que la componen. Luego, se plantearon dos modelos de referencia que contrasta en su conceptualización acerca de la hipermedia. Por último, se exponen algunas metodologías propuestas por varios autores para el desarrollo de aplicaciones correspondientes a esta tecnología y se presentan algunas herramientas de desarrollo que permiten la implementación de aplicaciones hipermediales.

El capítulo 4, es dedicado a los sistemas intelimedia. Aquí se tratan los modelos y orientación de la integración de esta clase de sistemas. Finalmente, se realiza una evolución histórica de los modelos de integración que muestran las características en el pasado, presente y el futuro para estos sistemas.

En el capítulo 5, se propone una metodología para el desarrollo de los sistemas intelimedia, la cual se basa en los procesos tradicionales de la ingeniería de software y junto con la integración de las características particulares de cada una de las tecnologías involucradas.

El capítulo 6, recapitula y describe las fases y etapas que se llevaron a cabo para la validación de la metodología propuesta durante el desarrollo de un sistema intelimedia particular.

Finalmente el capítulo 7, presenta las conclusiones y perspectivas a que se llegó en este trabajo de investigación.

## 1. SISTEMAS BASADOS EN CONOCIMIENTOS

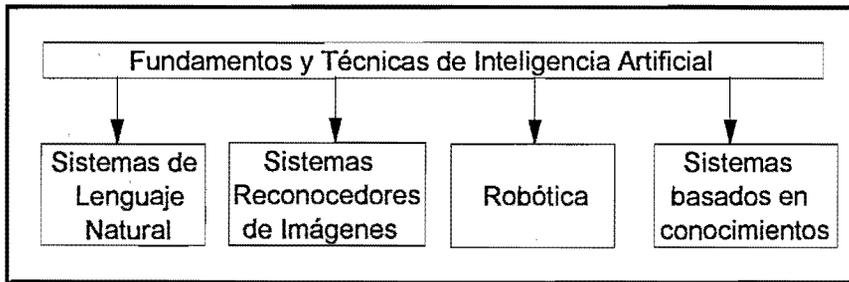
### 1.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS BASADOS EN CONOCIMIENTOS

Hace mas de 25 años se empezó a llevar a cabo en diversos centros de investigación una fuerte actividad orientada a la comprensión de la inteligencia y el diseño de máquinas inteligentes surgiendo un nuevo campo de investigación en el desarrollo de la ciencia computacional llamado Inteligencia Artificial. La Inteligencia Artificial se define como la ciencia que estudia y simula las actividades intelectuales del hombre tales como manipulación, razonamiento, percepción, aprendizaje, creación, etc. [Charniak, 85].

Por lo anterior, la Inteligencia Artificial no se debe ver solamente desde el punto de vista de la Informática, ya que con sólo esta visión no se podría explicar el comportamiento humano ante la solución de problemas [Nebendahl, 88]. Por lo tanto además de la Informática existen otros campos que influyen sobre la Inteligencia Artificial, entre los cuales tenemos: la Lingüística, la Psicología y la Filosofía.

Dentro de la Inteligencia Artificial existen cuatro ramas de investigación que se distinguen por su gran desarrollo, las cuales son: Los sistemas de lenguaje natural,

los sistemas reconocedores de imágenes, la robótica y los sistemas basados en conocimientos (figura 1.1)



**Figura 1.1** Ramas de la Inteligencia Artificial.

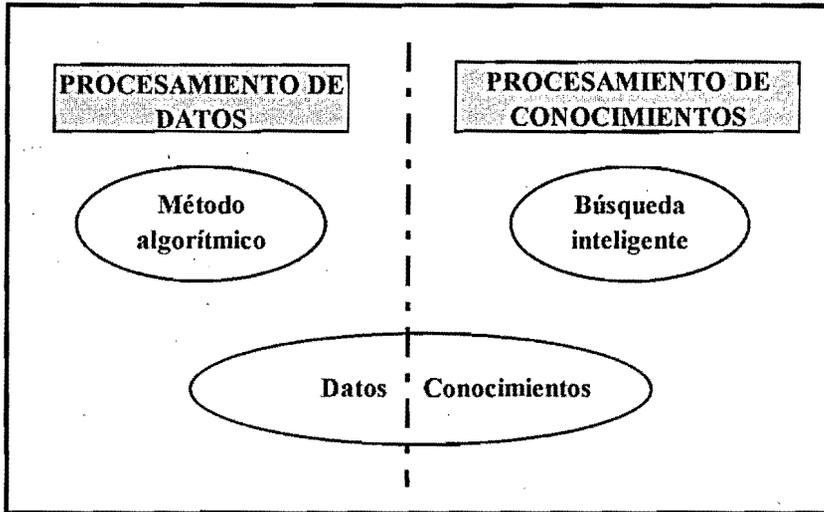
Los sistemas del lenguaje natural tienen como objetivo disponer en la máquina de capacidades ligadas a la comprensión inteligente del lenguaje y facilitar la comunicación entre el hombre y la máquina. Los sistemas más desarrollados hasta ahora son los sistemas de diálogo y los sistemas para la comprensión de textos.

Los sistemas reconocedores de imágenes buscan reconocer el significado de las imágenes con la ayuda de procesos que buscan distinguir sombras, contornos y límites de color mediante técnicas proporcionadas por la inteligencia artificial.

En el campo de la robótica se intenta lograr que el comportamiento de los robots sea más inteligente ya que en la actualidad desempeñan actividades monótonas y repetitivas y tienen poca reacción a los imprevistos. Dentro de los temas que trata esta rama tenemos: la solución espacial de problemas, la optimización de procesos de movimiento y coordinación, el tratamiento de señales sensoriales y el desarrollo de sistemas de planificación que coordinan informaciones espaciales [Luger, 92].

En el campo de los sistemas basados en conocimientos la inteligencia artificial se ha encargado de modelar y solucionar los problemas que por lo complejos, no han sido bien definidos y solucionados por las técnicas informáticas tradicionales, realizando

modelos heurísticos en lugar de modelos algorítmicos, con lo cual encaran más apropiadamente la representación y solución de ellos (figura 1.2). Este es el tema principal del presente capítulo.



**Figura 1.2** Transición del procesamiento de datos al procesamiento de conocimientos.

## 1.2 DEFINICION DE UN SISTEMA BASADO EN CONOCIMIENTOS

Un Sistema Basado en Conocimientos (SBC) es un sistema computacional que usa conocimientos y mecanismos de razonamiento (tales como la inferencia) en la solución de problemas complejos que requieren normalmente el uso del conocimiento humano para su solución. Estos sistemas poseen una estructura donde el conocimiento está separado de los mecanismos utilizados para extraerlo.

Los SBCs se aplican donde haya conocimientos especializados y no resulte posible o rentable una solución convencional de procesamiento de datos [Townsend, 86]. Las técnicas computacionales tradicionales emplean simplemente algoritmos y no exhiben "inteligencia". Estos algoritmos crean un procedimiento de solución

específico y requieren de un conjunto de datos, usando además, una serie de pasos definidos por el programador. Los SBCs en comparación, son más flexibles y adaptativos ya que manejan el conocimiento y el poder de asociación y la inferencia, dirigiendo la orientación del programa hacia resultados útiles. Los SBCs se deben utilizar cuando los algoritmos y las probabilidades se muestran ineficaces para describir o resolver un problema (naturaleza del problema) o cuando mostrándose eficaces éstos métodos, estamos interesados en explorar las características de los SBCs debido a la potencialidad de su metodología [Bielawsky, 91]. En la Tabla 1.1 se representan la principales diferencias entre un sistema informático tradicional y un SBC.

|   | SISTEMA<br>INFORMATICO<br>TRADICIONAL | SBCs Y SISTEMAS<br>EXPERTOS           |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| CONOCIMIENTO                                | En el programa e implícito            | En el programa e independiente        |
| TIPO DE DATOS                               | Númericos                             | Simbólicos y Numérico                 |
| RESOLUCION                                  | Combinatoria                          | Heurística                            |
| DEF. DEL PROBLEMA                           | Procedimental                         | Declarativa                           |
| CONTROL                                     | Dependiente, secuencial               | Independiente, no secuencial          |
| CLASES DE<br>CONOCIMIENTOS                  | Precisos                              | Imprecisos, Inexactos,<br>Incompletos |
| MODIFICACIONES                              | Raras                                 | Frecuentes                            |
| EXPLICACIONES DE LAS<br>ACCIONES REALIZADAS | No                                    | Sí                                    |
| SOLUCION                                    | Óptima                                | Satisfactoria                         |
| JUSTIFICACION DEL<br>RAZONAMIENTO           | No                                    | Si                                    |
| RESOLUCION                                  | Específico                            | Area limitada                         |
| COMUNICACION                                | En programa                           | Independiente                         |

**Tabla 1.1** Diferencias entre un Sistema informático tradicional y un SBCs

[Sánchez, 90].

### 1.3 COMPONENTES DE LOS SBCs

Los componentes principales de un SBCs son:

- La base de conocimientos (BC).
- Esquemas de representación de conocimientos.
- La base de hechos.
- El mecanismo o motor de inferencias.
- El módulo de explicación.
- El módulo de adquisición del conocimiento.
- La interfaz Usuario/Sistema.

En la figura 1.3 se observa un modelo estándar de arquitectura de un SBC, el cual está conformado por los componentes enunciados anteriormente y en el cual se detallan las relaciones entre los mismos. A continuación describirán estos componentes.

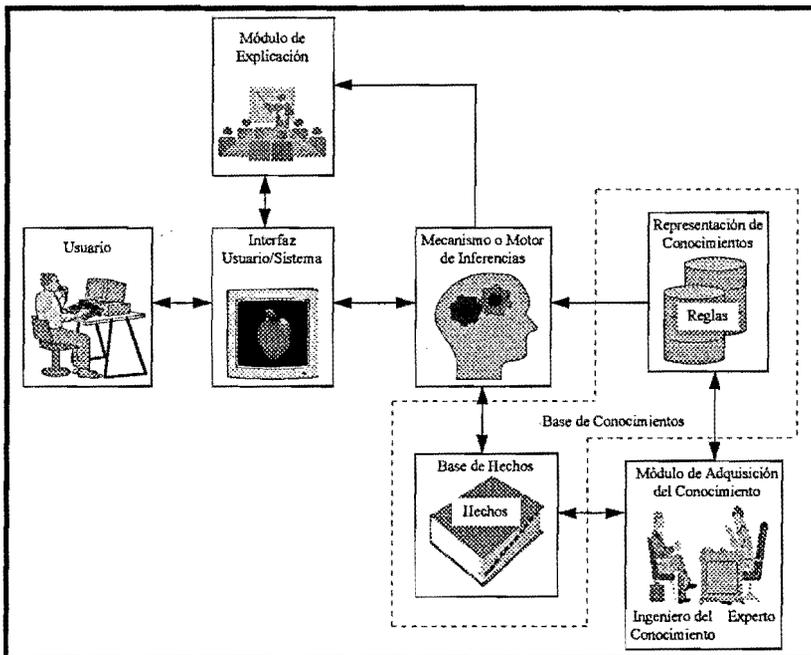


Figura 1.3 Sistema Basado en Conocimientos

### 1.3.1 La Base de Conocimientos

La base de conocimientos (BC) es un módulo que contiene todos los hechos, reglas y procedimientos del dominio de aplicación que son necesarios para la solución del problema. Este se compone de dos partes que son:

**1.3.1.1. Esquemas de Representación de Conocimientos.** Para el procesamiento y la manipulación del conocimiento, es necesario formalizarlo y estructurarlo para lo cual se han desarrollado mecanismos de representación del conocimiento que conforman este módulo y ofrecen un apoyo eficiente en la estructuración y el procesamiento del saber [Rolston, 90]. Entre los principales tenemos:

- **Las reglas de producción.** Se basan en la lógica de predicados.
- **Las redes semánticas.** Las cuales son una representación gráfica del saber sobre objetos y sus relaciones.
- **Los Marcos.** Son estructuras prototípicas para la representación de objetos.
- **Cálculo de predicados.** Es la deducción lógica de resultados. Mediante el cumplimiento de determinadas condiciones se puede extraer una deducción lógica.

**1.3.1.2. La Base de Hechos.** La base de hechos (BH) es el conjunto de información que conforma el universo de los SBCs y en base a ellos y mediante la experiencia acumulada en las estructura de representación de conocimientos el SBC busca las conclusiones.

Se denomina hechos a la información que es invariable de una a otra resolución

Esta BH se clasifica en:

- **Monótonas.** En estas los hechos son estáticos y no cambian durante la solución del problema.
- **No monótonas.** En esta los hechos existentes son modificados o borrados de la base de hechos.

### 1.3.2 El Mecanismo o Motor de Inferencias

Es la unidad lógica con la que se selecciona, decide, interpreta y aplica el conocimiento almacenado en la estructura de representación de conocimientos sobre la base de hechos (BH) con el fin de obtener la solución buscada, según un método fijo de solución de problemas que está configurado imitando el procedimiento humano para este fin. Una solución se produce mediante la aplicación de reglas sobre los hechos presentes.

El mecanismo de inferencia consiste de dos componentes: El componente de inferencia el cual examina los hechos existentes en la base de hechos y las reglas en la base de reglas adicionando nuevos hechos a la base de hechos cuando sea posible y el componente de control que determina en qué orden las reglas son exploradas y ejecutadas (orden de la inferencia).

En general, existen tres formas de razonamiento en el mecanismo de inferencia para la solución de problemas, los cuales son:

**1.3.2.1. El razonamiento hacia adelante.** En este se toman los hechos iniciales para la búsqueda de una conclusión.

**1.3.2.2. El razonamiento hacia atrás.** En este caso el mecanismo de inferencia toma primero una conclusión y luego otra hasta que encuentre que los hechos que la soportan se hallan en la base de hechos.

**1.3.2.3. El razonamiento híbrido.** En este caso existe una combinación de los dos enfoques anteriores durante el proceso de ejecución del motor de inferencias.

### **1.3.3 El módulo de Explicación y Justificación del Razonamiento**

Un SBCs debe tener un módulo que explique cómo fueron encontradas las conclusiones a partir de un determinado razonamiento. Este debe estar siempre disponible como una consulta en cualquier punto de la ejecución del sistema. Con este, la exactitud de los datos, la información y el conocimiento podrá ser controlada. Adicionalmente este módulo debe ser capaz de describir la razón del por qué le está solicitando una información al usuario.

### **1.3.4 El módulo de Adquisición del Conocimiento**

Este realiza varias funciones entre las que tenemos esencialmente la adquisición del conocimiento que permite la inclusión del conocimiento humano en la BC. Esta función la realiza en la construcción del SBCs, al igual que el mantenimiento del sistema final con el fin de modificar e incrementar la BCs de una forma sencilla. Otra función de este módulo consiste en realizar labores de configuración del sistema logrando mediante ésta configurar el motor de inferencia de acuerdo con los requerimientos del usuario.

### **1.3.5 La interfaz Usuario/Sistema**

Mediante ésta se establece la forma como el SBCs se presentará ante el usuario. Con esta se realiza la entrada de datos, entrada de opciones en procesos de selección, demanda de explicaciones y ayudas, consulta de información y conocimientos almacenados y por supuesto despliegue de salidas de soluciones. La Interfaz debe ser de fácil manejo, debe evitar en lo posible la entrada de datos erróneos, debe

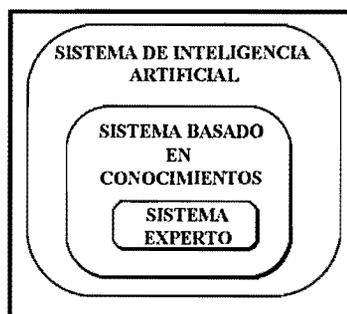
presentar en una forma clara los resultados al usuario y por último las preguntas y explicaciones deben ser comprensibles.

### 1.3.6 El Módulo de Comunicación

Este se encarga de la comunicación del Sistema con otras aplicaciones exteriores. Esas otras aplicaciones pueden estar realizadas mediante esquemas procedimentales, declarativos o funcionales. La comunicación se puede realizar directamente a través del paso de parámetros o indirectamente, a través de archivos.

## 1.4 LOS SBC Y LOS SISTEMAS EXPERTOS

Los Sistemas Expertos (SE) son una clase de los SBCs cuya principal característica es que requieren del conocimiento obtenido por un experto dentro de su especialidad (el cual está estrechamente delimitado a un tema específico). Este conocimiento no se encuentra almacenado en los libros o artículos especializados, sino que utilizan una cantidad de información y conocimiento heurístico del experto obtenido a través de los años de experiencia en esa especialidad, con lo cual se utilizan estrategias empíricas que conllevan a encontrar una correcta solución. Los Sistemas Expertos encuentran una aplicación allí donde se requiera de conocimientos especializados y de la experiencia (figura 1.4).



**Figura 1.4** Relación entre los Sistemas en Inteligencia Artificial.

## 1.5 DISEÑO DE UN SBC

A lo largo de la literatura sobre los SBC se encuentran varias metodologías para el desarrollo de esta clase de sistemas [Castillo, 89]. A continuación se recopilan los pasos mas importantes de estas con el fin de entender su proceso de desarrollo. Estos pasos son:

1. Definición del problema a resolver.
2. Adquisición del conocimiento.
3. Diseño del SBC
4. Selección de la herramienta.
5. Desarrollo de un prototipo.
6. Evaluación y pruebas del prototipo.
7. Refinamiento y generalización.
8. Mantenimiento.

El comienzo consiste en definir correctamente el problema a resolver. No se debe bajo ningún concepto, escatimarse tiempo en esta etapa en la que debe trabajarse con rigor y precisión, pues todo el tiempo empleado en este nivel será ahorrado con creces en lo que sigue. La experiencia demuestra que es una etapa muy importante en el diseño de un SBC y que se le dedica un tiempo muy por debajo del necesario.

Una vez que el problema está inicialmente definido, se procede la adquisición del conocimiento experto mediante la búsqueda de un especialista humano en el campo del problema a resolver. La extracción de este conocimiento se realiza mediante mecanismos como la entrevista o la observación entre otras. También se utilizan otras fuentes de conocimiento como las bases de datos o experiencias que reemplazan el papel del experto.

La tercera fase es el diseño del SBC en el que se incluyen las estructuras para almacenamiento del conocimiento, el motor de inferencia, los sistemas de explicación, la interfaz con el usuario, etc.

Una vez realizado el diseño del SBC se está en condiciones de elegir la herramienta en la cual se va a implementar el sistema. Es importante estudiar correctamente las herramientas destinadas existentes en el medio para escoger la mas apropiada a sistema diseñado con el fin de representar más fácilmente el diseño del sistema.

Con las herramientas escogidas en la etapa anterior, se procede al desarrollo del prototipo y a la prueba del mismo, en un ciclo que se repite hasta que se consiguen los resultados esperados. Luego de esta fase sigue el refinamiento y generalización en la que se van puliendo los defectos e incluyendo nuevos casos no contemplados en el diseño original.

La última fase es de suma importancia si se quiere llegar a un producto de calidad y con éxito comercial. En esta fase se deben atender las demandas de los clientes, resolviendo sus problemas, contestando a sus preguntas, corrigiendo errores y actualizando el sistema con los nuevos avances que se vayan produciendo.

## **1.6 AREAS DE APLICACION DE LOS SBC**

Las áreas de aplicación de los SBC se pueden agrupar en varias categorías: diagnóstico, predicción, planeación, interpretación, monitoreo y control, educación y/o entrenamiento, configuración y diseño [Hayes, 83] [Townsend, 86].

### 1.6.1 Diagnóstico

Los sistemas de diagnóstico son utilizados para identificar las causas internas que provocan un problema, avería o disfunción a partir de una serie de datos o síntomas que son consecuencia de la misma y que son observables. En esta clase de aplicación se incluyen los diagnósticos médicos, electrónicos, mecánicos, y diagnóstico de la correctitud y lo robustez del software, entre otros.

Los sistemas de diagnóstico típicos usan dos formas de búsqueda de un diagnóstico. La primera consiste en seleccionar el mejor diagnóstico que explique la disfunción, entre un conjunto de diagnósticos predefinidos, y la segunda, consiste en construir uno, a partir de los síntomas detectados.

En general, en la realización de los sistemas de diagnóstico, los SE encuentran varias dificultades [Sánchez, 90], entre las cuales tenemos:

- Manifestaciones nuevas. Es decir, síntomas, que no se habían presentado con anterioridad.
- Causas nuevas.
- Manifestaciones debidas a varias causas a la vez. Son necesarias a veces varias reparaciones y éstas deben hacerse con un cierto orden.
- Datos inaccesibles, costosos o de obtención peligrosa.
- Relaciones no biyectivas entre los datos y las causas. Así, pueden haber distintas causas que presentan los mismos síntomas y/o una causa que puede presentar diversos síntomas.

Un ejemplo de un sistema en esta área es el muy conocido Sistema MYCIN, el cual es un diagnosticador médico cuya función consiste en aconsejar a los médicos en la investigación y determinación de diagnósticos en el campo de las enfermedades

infecciosas de la sangre. Este sistema utiliza reglas de producción para la representación del conocimiento y realiza el razonamiento hacia atrás. En este Sistema, cuando el motor de inferencia quiere evaluar un objetivo, comienza por una fase de restricción basada en los contextos mediante metarreglas y a continuación filtra todas las reglas que contienen este objetivo en su conclusión. Desarrolla entonces los objetivos en una búsqueda vertical. Activará, a menos que tenga certeza total en una de ellas, todas las reglas que pueden aplicarse. La búsqueda es exhaustiva, pero está guiada por las metarreglas. Si no puede establecer el valor de un objetivo, entonces solicita al usuario que le suministre el valor en cuestión [Benchimol, 90].

### **1.6.2 Predicción**

Dichos Sistemas Basados en Conocimientos (SBCs) son utilizados para predecir resultados futuros de un estado dado. Algunos casos que corresponden a esta área son las predicciones atmosféricas, demográficas, de tráfico y estimaciones de cosechas.

Un ejemplo de estos SBCs es el ADEPT el cual es un SE desarrollado para la industria militar que ayuda al análisis de evaluativo en el campo de batalla con el fin de proveer interpretaciones tácticas de reportes de sensores inteligentes. El sistema usa estos reportes para generar en pantalla una localización de los combates en el campo de batalla. El conocimiento militar y la experiencia son codificados como reglas que conciernen al cómo y al por qué las fuerzas enemigas operan, y la interpretación de las tácticas que realizan [Townsend, 86].

### **1.6.3 Planeación**

En este campo los SBCs son usados para realizar planes específicos o secuencias de acciones cuando muchas variables intervienen. Está compuesto por un simulador y

un sistema de control. El efecto final es la ordenación de un conjunto de acciones con el fin de conseguir un objetivo global.

Estos sistemas se especializan en solucionar problemas de diseño concernientes a objetos que realizan funciones, planeándoles dichas funciones. Estos incluyen también programas automáticos para robots, proyectos, rutas, comunicación, experimentos, y problemas de planeación militar. Los sistemas de planeación emplean modelos de comportamiento de agentes para inferir los efectos de las actividades planeadas por agentes externos enemigos.

Un ejemplo particular es el Control Routing, el cual es un Sistema Experto para la asignación de los aviones y la configuración de los asientos en cada vuelo por parte de la compañía Iberia [Sánchez, 90].

#### **1.6.4 Interpretación**

Los SBCs son usados en este campo para establecer ciertas conclusiones de datos de entrada obtenidos por sensores o introducidos por el usuario. Estos utilizan dos tipos de interpretación [Sánchez, 90]:

**1.6.4.1. Análisis.** En esta los SBCs realizan la interpretación de los datos mediante la separación o distinción de las partes que forman el todo.

**1.6.4.2. Síntesis.** En ésta los SBCs realizan la interpretación de los datos mediante la combinación de los mismos.

Un ejemplo particular de este tipo de aplicación es el Sistema PROSPECTOR desarrollado por SRI international en 1979, el cual ha sido programado con el conocimiento de nueve expertos de amplia experiencia en las exploraciones

geológicas para localizar depósitos de minerales preciosos. En este el conocimiento es representado por redes semánticas y es adquirido a través del KAS (Knowledge Acquisition System) [Hayes, 83].

### 1.6.5 Monitoreo y control

Los SBCs pueden ser usados como sistemas de monitoreo inteligentes tomando decisiones para lo cual usan datos de muchas fuentes de entrada. Los sistemas de control son complejos debido al número de funciones que deben manejar y al gran número de factores a considerar. Esta complejidad es una de las razones que apuntan al uso del conocimiento y por lo tanto a la utilización de SBCs en estos procesos. Estos sistemas se aplican en las plantas nucleares, para el control del tráfico aéreo, e igualmente para el monitoreo médico.

Los SBCs de control pueden ser abiertos, si en el mismo la retroalimentación o el paso de un proceso lo realiza el operador, o cerrados, si no tiene que intervenir el operador en ningún paso del mismo. De otro lado, estos sistemas de control según el tiempo de respuesta pueden ser de control diferido o de control en tiempo real.

Un ejemplo particular de este tipo de aplicación es el *Ventilator Manager* (VM) el cual fue desarrollado en la universidad de Stanford en 1979, el cual es un SBCs diseñado para el monitoreo de los procesos respiratorios de pacientes en una emergencia cardiaca. Dentro de las funciones que realiza están las de detectar errores posibles en los datos suministrados por los equipos médicos, reconocer eventos y sugerir acciones correctivas a corto plazo, resumir las condiciones del paciente y considerar objetivos a largo plazo y sugerir terapias médicas para lograrlos, además realiza una serie de evaluaciones y expectativas sobre la condición futura del paciente. Este es un sistema en tiempo real [Sánchez, 90].

### 1.6.6 Educación y/o entrenamiento

Todos los SBCs son en sí mismos sistemas utilizables para la enseñanza, ya que explican los procesos que realizan y justifican su comportamiento.

La creación de aplicaciones de enseñanza/aprendizaje, no en cuanto a los contenidos sino en cuanto a la forma de enseñarlos, ha sido un objetivo desde el inicio de la creación de estos sistemas. Es por esto que con la aplicación de los SBCs se puede diagnosticar las causas de los problemas de aprendizaje de un alumno y recomendar un tratamiento que podría llevar a cabo el maestro o directamente el SBCs.

Un SBCs aplicado a la enseñanza se denomina Sistema Tutorial Inteligente (STI) y debe contener los módulos siguientes: Un módulo de diagnóstico, un módulo del alumno, un módulo didáctico, un módulo de corrección o tratamiento y un módulo que contenga la Base de Conocimiento del tema que debe enseñar. Los STI incorporan diagnóstico y subsistemas de seguimiento al estudiante con el objetivo de analizar su comportamiento de aprendizaje. Estos sistemas comienzan por construir una descripción hipotética del conocimiento con el que interpretará la conducta del estudiante. Ellos identifican los problemas en el conocimiento del estudiante y recomiendan un remedio apropiado. Finalmente, planean una interacción con un tutorial para remediar el conocimiento del estudiante. que especifican la dirección del estudiante como el interés del sistema.

Un ejemplo particular de este tipo de STI, es el sistema GUIDON (Clancey 1976-1985), el cual explica con fines educativos como el sistema de diagnóstico médico Mycin (ver numeral 1.6.1) realiza un deformado diagnóstico. Para tal fin posee una serie de conocimientos acerca de su funcionamiento, los cuales están almacenados en unas doscientas reglas tutoriales, mediante las cuales guía al estudiante para que conozca en un punto concreto del diagnóstico realizado por el Mycin como este realiza una determinada seducción.

### **1.6.7 Configuración**

En este campo los SBCs ayudan a la configuración de equipos y sistemas bajo demanda. Se aplican los SBCs en este tipo de tareas por ser complejas, costosas y emplear un conocimiento incremental. El problema que surge debido al gran número de configuraciones posibles y las interacciones que hay que considerar para cada uno de los componentes, cuando un cliente pide una configuración que cubra exactamente sus necesidades, lo cual es muy complejo para cualquier proveedor de computadores.

Un ejemplo de un SBCs en este campo es el XCON de la Universidad Carnegie Mellon , el cual está destinado para la configuración de redes de computadores VAX11 de Digital según los deseos individuales del cliente; ya que el abanico de productos de este tipo de computadores que se ofrecen en el mercado es amplio, y la configuración completa y correcta de un sistema de estas características es un problema de gran complejidad.

Las funciones que desempeña este SBCs son fundamentalmente dos: Conjuga los componentes solicitados por el cliente de forma conveniente y razonable y verifica que los componentes del sistema especificados sean compatibles y completos. Entonces es capaz de comprobar y completar los pedidos entrantes mucho más rápido y mejor que las personas encargadas hasta ahora de esta labor [Townsend, 86].

### **1.6.8 Diseño**

En este campo, los SBCs proponen soluciones apoyadas en la Base del Conocimiento que contiene y es capaz de explicarlas, proponer alternativas y detalla las ventajas e inconvenientes de cada solución. En este campo los SBCs desarrollan

configuraciones de objetos que satisfacen las restricciones del problema de diseño. Tales problemas abarcan el diseño de circuitos, diseños de construcción y elaboración de los presupuestos de los mismos. Los SBCs de diseño construyen descripciones de objetos en varias relaciones una con la otra y verifica que estas configuraciones satisfagan el estado de las restricciones. Adicionalmente, muchos de estos sistemas intentan minimizar una función objetivo que mide costos y otras propiedades importantes del diseño.

En la actualidad, existen un gran número de programas de diseño asistido por computador (CAD), en los que el computador facilita mucho las tareas de diseño. Estos sistemas CAD permiten el acceso rápido a bibliotecas cuyos elementos pueden intervenir en un diseño para su consulta o incorporación al modelo en desarrollo. En este campo existe un sistema llamado EQUINOX, fabricado por Schlumberger, la cual es una interfaz que se le adiciona a los sistemas CAD/CAM existentes, con el fin de apoyarlos con conocimiento experto almacenado en el SBCs para asesorar un diseño determinado [Sánchez, 90].

## 1.7 CONCLUSIONES

Al analizar los SBCs, hemos encontrado que estos han evolucionado notablemente desde su origen mejorando las técnicas que implementan los mecanismos de razonamiento al igual que sus herramientas de desarrollo. Es así como hoy en día, encontramos una proliferación de entornos de desarrollo (Shell) destinados a esta clase de sistemas, en los cuales el motor de inferencia ya está implementado, disminuyendo así ampliamente el trabajo del desarrollador en su fase de implementación, ya que su principal tarea consiste en formalizar y completar la base de conocimientos que compone el SBC. Lo anterior le permite dedicarle más tiempo a la adquisición del conocimiento y a su interpretación lo que se traduce en el

mejoramiento de la calidad de estos sistemas y en la disminución de los costos de desarrollo. Por lo anterior y sumados a la disminución en los precios de estas herramientas, ha ocasionado que en la actualidad se aumente el número de nuevas aplicaciones SBCs por año.

Aunque existen muchas áreas de aplicación para los SBCs, hemos encontrado que actualmente hay una tendencia a utilizarlos en dos áreas específicas: El diagnóstico y la educación. Debido a la intención de nuestra investigación creemos que el utilizar los SBCs en el área de diagnóstico nos brindará la oportunidad explorar sus capacidades de implementar razonamiento en la solución de problemas.

En la bibliografía existente en la actualidad acerca de los SBCs existen muchas metodologías para su desarrollo, las cuales como se pudo encontrar en esta investigación, están íntimamente relacionadas con la ingeniería del software, siendo disímiles en los procesos de adquisición e interpretación del conocimiento inferencial los cuales son guiados particularmente por los derroteros de la ingeniería del conocimiento (ampliación de la ingeniería de software y dedicada a la construcción de sistemas inteligentes).

En los últimos años se ha venido trabajando en el objetivo de hacer que los SBC sean más interactivos con el usuario. Para ello se ha buscado su integración con una variedad de medios estáticos y dinámicos mediante el uso de la multimedia, lográndose realizar aplicaciones más interactivas destinadas a diferentes fines tales como presentaciones, educación, entrenamiento o diagnóstico entre otras. A pesar de lo anterior, creemos que esto no pasa de ser una simple mejora en la interfaz usuario-sistema sin que aún se logre alcanzar un desarrollo en los SBC que le permitan ser una tecnología que además de implementar mecanismos de razonamiento para la toma de decisiones, sea capaz de satisfacer los nuevos

requerimientos para una adecuada administración y divulgación de la información en sus diferentes formatos de presentación.

En el siguiente capítulo presentaremos los diferentes mecanismos de representación Multimedia y las características principales de su información multimedial con el fin de tener una idea de como se pueden implementar dichos medios estáticos y dinámicos citados anteriormente.

## **2. MULTIMEDIA**

No hay una definición universalmente aceptada de Multimedia [**Ragusa, 92**], sin embargo para nuestro propósito podemos definirla como la tecnología basada en el uso del computador, que permite la presentación de múltiples medios de información (texto, sonido, animación y video) separada o simultáneamente.

Mediante el uso de la Multimedia se pretende comunicar en una forma más natural al usuario con el computador, mediante los diversos sentidos del humano logrando así, una comunicación más intuitiva y espontánea; lo que aumenta la atención, entendimiento y retención de la información por parte de éste.

### **2.1 ENFOQUES DE LA MULTIMEDIA**

Partiendo de la definición de Multimedia y analizándola con detenimiento en el campo de la Informática, se pueden dar tres enfoques diferentes con el fin de construir Sistemas de tipo Multimedia. [**Solorzano, 91**]

#### **2.1.1 Enfoque del hardware y software Multimedia sin criterio**

Dicho enfoque consiste en asociar el término Multimedia al conjunto de herramientas de hardware y software con el fin de representar la información en sus diferentes formas, sin otorgarle a estas herramientas una aplicación específica. Este es el enfoque comercial en el cual se busca determinar cuales elementos del tipo hardware y software deben ser anexados al computador para representar la información.

### **2.1.2 Enfoque Multimedia con criterio como herramienta para transmitir información.**

En este enfoque se presenta el término Multimedia asociado a una aplicación específica la cual está relacionada al uso de los diferentes medios de información. En este enfoque se relaciona el término Multimedia como un mecanismo de información que ayuda a una aplicación determinada.

### **2.1.3 Enfoque Multimedia con criterio desde la perspectiva de administración de la información.**

Este último presenta el término Multimedia como un enfoque de administrador de la información, representada por los diferentes medios (texto, sonido, video, etc.). Desde este punto de vista, se busca acceder más eficiente y rápidamente la información Multimedial.

## **2.2 MEDIOS**

Los medios son los mecanismos que permiten cumplir el objetivo de transmitir al usuario un mensaje o interactuar con él en tiempo real, aprovechando las características multisensoriales del mismo. [U. Cauca, 95]

Los medios más utilizados son: [Jamsa, 93]

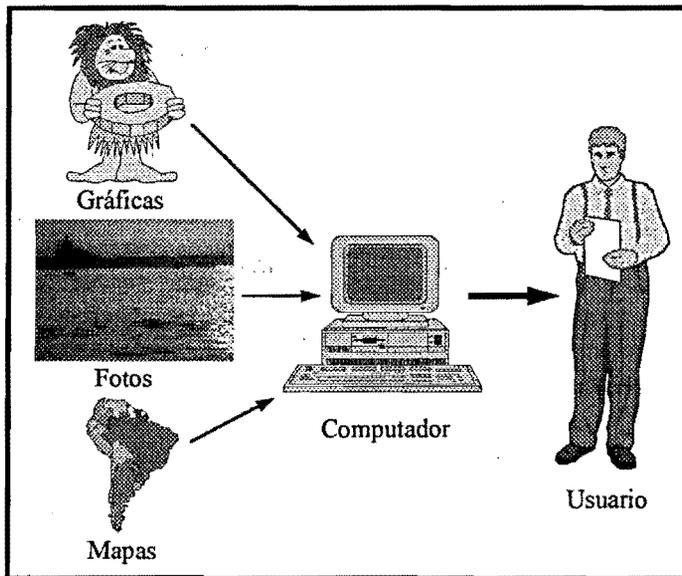
- Texto
- Imagen
- Animación
- Sonido
- Video



## 2.2.2 Imagen

Las imágenes comunican ideas y ayudan a clarificar conceptos con un mayor impacto que un texto debido a que el cerebro no hace conversión previa de las imágenes, como lo hace con un texto en el cual tiene que reconocer la semántica del mismo para interpretar el mensaje.

Las imágenes pueden ser gráficas, fotografías, mapas, etc.



**Figura 2.3** La imagen en Multimedia

Algunos de los dispositivos que se utilizan para manejar las imágenes son entre otros, los siguientes:

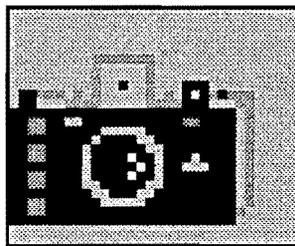
**2.2.2.1. Digitalizador.** Toma una imagen en el papel y la convierte a una imagen en la memoria del computador que posteriormente se puede mostrar en la pantalla o imprimirse en papel. El digitalizador es un dispositivo semejante a una fotocopiadora, el cual traduce la imagen en unos (1) y ceros (0) y el computador la procesa y almacena. La fidelidad de la copia depende de la resolución y tamaño del digitalizador. Dos tipos de digitalizadores existen, los manuales que leen parcialmente la información de una hoja de papel. De otra parte, los digitalizadores e

página entera, tales como el HP Scanjet II, capturan completamente la información contenida en una hoja de papel y la almacena en una matriz de pixeles.



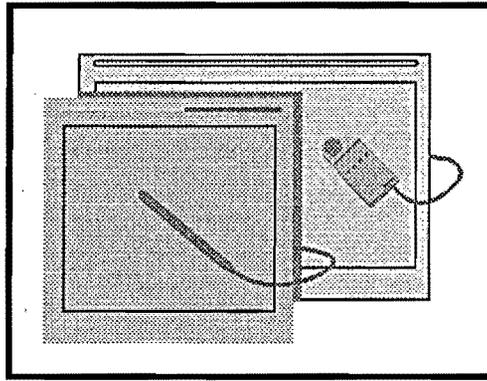
**Figura 2.4** Digitalizador manual

**2.2.2.2. Cámaras fotográficas electrónicas.** Se utilizan para la captura de imágenes inmóviles. Estas en lugar de rollo utilizan un disco compacto para grabar las imágenes como imágenes electrónicas; este disco compacto puede ser usado directamente en el computador.



**Figura 2.5** Cámara fotográfica electrónica.

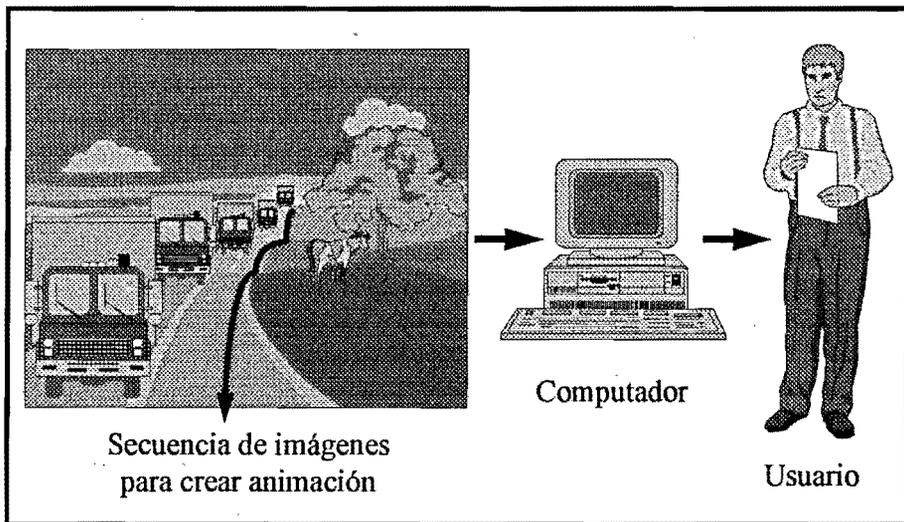
**2.2.2.3. Tabla digitalizadora.** Es usada para la digitalización de planos geométricos, arquitectónicos e ingenieriles, o mapas geológicos o de diseño gráfico. Se clasifica según el tamaño y el grado de sensibilidad.



**Figura 2.6** Tableta digitalizadora.

### 2.2.3 Animación

Es una secuencia de cuadros, en los cuales algunos de los parámetros involucrados en la interpretación varían con el tiempo. Este medio es menos costoso que el video.



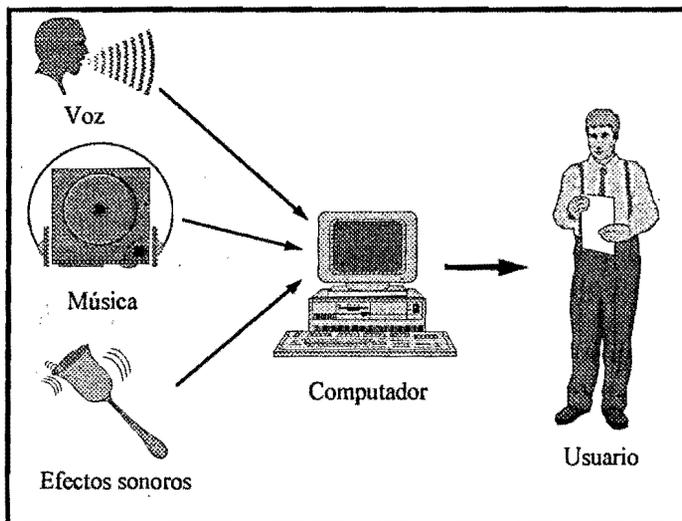
**Figura 2.7** Animación en la Multimedia

En la realización de la animación se utiliza un software especializado basado en el principio de las películas, es decir en pequeños cambios en la posición y tamaño del objeto, a través de una secuencia de cuadros los cuales al ser pasados uno tras otro rápidamente dan una sensación de movimiento. En los sistemas de desarrollo multimedial se requiere que la producción de las animaciones sea interactiva para que el usuario pueda cambiar parámetros y observar los efectos inmediatamente.

### 2.2.4 Sonido

El sonido es otro medio que forma parte integral en las aplicaciones Multimedia. Es así como la música, la voz y los efectos sonoros son tan importantes para la comunicación como la información visual.

Algunas formas de obtener sonido en un computador es a través de dispositivos tales como el micrófono, el MIDI (**Musical Instrument Digital Interface**) y el CD (**Compact Disk o Disco Compacto**).



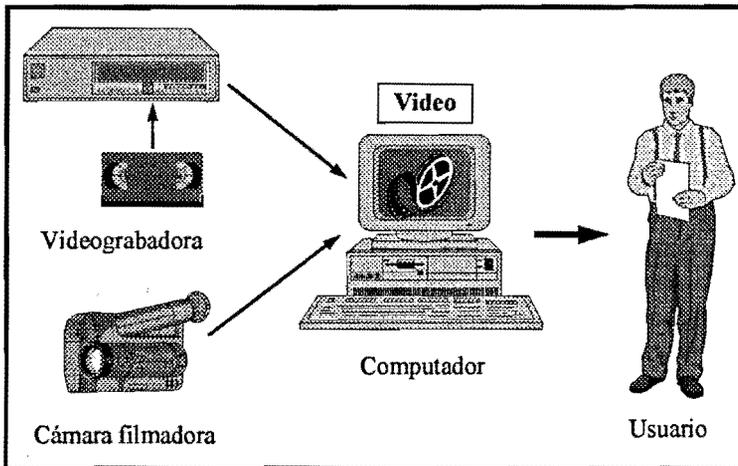
**Figura 2.8** El Sonido en la Multimedia

El sonido puede ser capturado e incorporado a las distintas aplicaciones de Multimedia a través de los diferentes dispositivos antes mencionados mediante la utilización de una tarjeta de sonido la cual tiene la responsabilidad de reproducir, grabar y sintetizar el sonido.

### 2.2.5 Video

Es el medio ideal para mostrar conceptos que no se pueden mostrar a través de imágenes estáticas, tales como los eventos que cambian rápidamente en el tiempo y en el espacio. El video es en la actualidad una tecnología que trata con imágenes

generadas electrónicamente. Este debe ser representado digitalmente para que pueda ser integrado en el computador como un tipo de dato.



**Figura 2.9** El video en la Multimedia.

Entre las ventajas del video digital tenemos:

- Copias de completa fidelidad.
- Es de acceso rápido.

Entre las desventajas tenemos:

- Enorme espacio para almacenamiento.
- En la actualidad no existe un estándar disponible para integrar el video con el computador y tomar completa ventaja de su potencialidad.

Algunos dispositivos para el ingreso de imágenes de video son:

- Cámaras filmadoras: Son usadas en la captura de imágenes en movimiento con sonido incorporado. Se pueden utilizar cámaras comunes. Para llevar el material al computador se requiere de una interfaz especial.
- Videgrabadora - VCR Video Cassette Recorder: el cual es un equipo para reproducir y grabar cintas de video. Tiene la desventaja de que es muy lento en el acceso de los cuadros (imágenes).

### 2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACION MULTIMEDIA

Una información multimedial posee ciertas características que las distinguen de los demás tipos de información. Estas características pueden ser agrupadas en las siguientes categorías [Aberer, 92]:

- **Tipos de datos.** En adición a los tradicionales tipos de datos alfanuméricos, los datos multimedia incluyen imágenes, gráficas, texto, audio, video, animaciones y muchas combinaciones de estos tipos de datos.
- **Formatos del dato.** Cada uno de los anteriores tipos de datos multimediales se presentan en diferentes formas y formatos.
- **Tamaño del dato.** El tamaño del dato de cualquier objeto de un dato multimedia puede ser cualquiera, desde un byte hasta unos megabytes. Más aún, el tamaño puede variar dinámicamente.
- **Dato temporal.** Un dato multimedial también introduce el aspecto de relaciones temporales entre el dato de audio y video. La sincronización debe ser hecha asegurando una presentación legible.

Estas características conllevan a algunos temas importantes respecto al almacenamiento, transmisión, procesado y representación de la información Multimedia. [Rakow, 95].

Se ha observado además que la adopción de una metodología orientada a objetos puede conllevar a mejores resultados al desarrollar sistemas multimedia [Klas, 90] [Woelk, 86]. También la adopción de la tecnología de bases de datos en un sistema multimedia puede proveer varios servicios útiles, incluyendo:

1. Transparencia de los aspectos físicos de almacenamiento.
2. Acceso asociativo a través de índices.
3. Consistencia de datos a través de métodos de acceso definidos.
4. Facilidades de consulta con acceso descriptivo.
5. Acceso multiusuario a través de un control concurrente.

## **2.4 PLATAFORMAS PARA MULTIMEDIA**

Se entiende como plataforma para Multimedia el ambiente que permite el manejo de los medios y la integración de dispositivos en un computador.

En la actualidad existen varias plataformas para multimedia en el mercado entre las cuales tenemos [Ramírez, 94]:

### **2.4.1 Apple - Macintosh:**

Fue introducida en 1984 como el primer computador de consumo masivo con una interfaz gráfica. Este no tiene una interfaz para línea de comandos.

Casi todo su software, es muy uniforme en cuanto a su aspecto, estilo y operación. Fue el primero que realizó trabajos en Multimedia. Una muestra de esto es el *Hypercard* el cual fue el primer programa de Hipermedia en ser difundido. Esta plataforma es en la actualidad una de las más comerciales.

### **2.4.2 Comodore - Amiga**

Fue introducida en 1985. Se consideró en esa época como el mejor computador para manejar texto, gráficas, sonido y video. Sincroniza en tiempo real la información dinámica como audio y animación.

El procesador Amiga puede manejar hasta 4 canales de sonido estereofónico. Fue el primer computador Multimedia en el mercado.

### **2.4.3 MPC (Multimedia PC)**

Respaldada por el éxito de Windows, Microsoft junto con otras empresas decidieron especificar un estándar con especificaciones mínimas llamado Multimedia PC. Es así como los computadores personales compatibles se han convertido en el estándar del mercado en los últimos años ofreciendo a demás un gran desarrollo en el campo de la Multimedia. Es en la actualidad, junto con la plataforma Macintosh, una de las comerciales.

Entre los requerimientos de MPC tenemos: Soporte de Audio Digital, Variedad de velocidades, Interfaz MIDI. Reproducción de animaciones, Windows 3.1 o superior.

### **2.4.4 IBM - Ultimedia**

IBM e Intel se unieron y crearon su propia plataforma Multimedia la cual llamaron Ultimedia. Esta plataforma requiere tanto de software como de hardware para la realización de aplicaciones Multimedia. Consiste en un *kernel* de audio - video para trabajar en tiempo real las aplicaciones de PC y de comunicaciones como teleconferencia y correo electrónico.

## **2.5 CONCLUSIONES**

Al estudiar el significado del término multimedia, encontramos que este ha sido utilizado con una amplitud muy diferente según el enfoque que los autores hayan querido darle. En nuestra investigación enfocaremos el término multimedia hacia la transmisión de la información. Para ello, utilizaremos las diferentes formas de representación de la multimedia como son el texto, la imagen, la animación, el

sonido y el video para conformar la información multimedial utilizada en la aplicación que realizaremos en este trabajo de investigación.

Debido a las características propias de la información hipermedial, estudiadas en este capítulo, su manipulación presenta varias limitaciones: la enorme cantidad de datos a ser manejados simultáneamente ocasiona que el ancho de banda para la transmisión de la información en la CPU, la memoria y los dispositivos de entrada y salida muchas veces no sean los más adecuados; no existen actualmente estándares totalmente definidos y aceptados para su representación por lo cual su interoperabilidad entre varios sistemas es limitada; En la transmisión de la información multimedial los protocolos de comunicación en tiempo real muchas veces no se adecuan para los grandes volúmenes de datos; en el almacenamiento de la información y su manipulación es necesario tener en cuenta los procesos de compresión y descompresión lo cual complica su implementación. A pesar de lo anterior, hemos encontrado que la multimedia actualmente se ha difundido rápidamente en diferentes campos como son la educación en la cual acelera el aprendizaje, en la telecomunicaciones permitiendo las teleconferencias, en las empresas permitiendo kioscos interactivos para ventas y en las aplicaciones de software permitiendo el manejo interactivo de la interfaz con el usuario, además es empleada en la generación de tecnologías de punta como la realidad virtual.

Actualmente existen varias plataformas para la implementación de la multimedia las cuales poseen características que las hacen diferentes a las demás. Esto ha ocasionado la creación de convertidores entre plataformas. Nosotros concentraremos nuestros esfuerzos en el uso de la plataforma "Multimedia PC" ya que es la más generalizada en nuestro mercado con lo cual nos permitirá que nuestra aplicación llegue a más usuarios. Adicionalmente a esto, creemos que la herramienta Multimedia ToolBook v. 3.0, la cual corre bajo esta clase de arquitectura es una de la más recomendadas para tener en cuenta en el desarrollo de nuestra aplicación

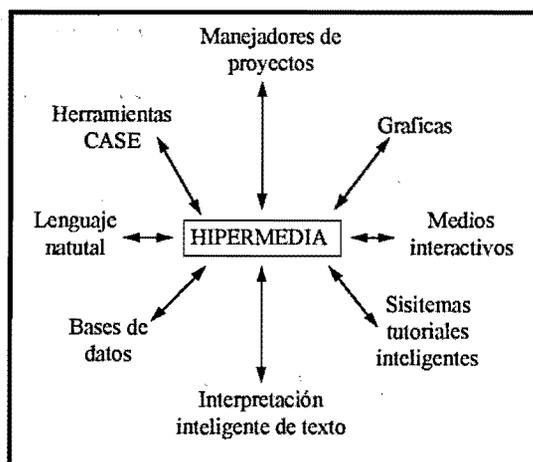
Intelimedia ya que esta nos permite desarrollar un agradable ambiente hipermedial con bajos costos.

Por último, al analizar el término multimedia nos encontramos que este no se puede relacionar por sí solo como un mecanismo que permita el manejo de la información en sus diversas representaciones a través de relaciones lógicas, pues hablar de múltiples medios no es una idea que implique en sí misma ni por significado, la asociación de ellos. Por lo anterior, es necesario estudiar nuevos mecanismos que nos permitan realizar no solamente la representación y transmisión del conocimiento, sino que sean capaz de relacionar dicha información almacenada con el fin de poder administrarla. Es por esto que en el siguiente capítulo se estudiará la tecnología Hipermedia, la cual, a través de su modelo teórico (nodos y enlaces), implementa las relaciones lógicas entre los múltiples medios a través de vínculos no lineales entre estos, logrando así su administración.

### 3. HIPERMEDIA

Básicamente, la Hipermedia es un sistema para la representación y administración de la información alrededor de una red de nodos multimediales interconectados mediante enlaces. Es así como esta tecnología hipermedial es el producto de una combinación de la Multimedia y una red computacional en la cual la multimedia mediante el uso de las herramientas multimediales provee la riqueza en la expresión de la información a manejar (presentación de texto, gráficas, sonido, animación, vídeo etc.), mientras la red computacional provee la infraestructura que soporta la navegación no lineal a través de los nodos multimediales con el fin de establecer las relaciones lógicas existentes entre esta a través de un estilo elegante.

La historia de la Hipermedia comienza hace 50 años, cuando Vannevar Bush [Bush, 45] propone un sistema, llamado “memex” para el almacenamiento y rápida recuperación del conocimiento de un repositorio de información. Este sistema fue diseñado al rededor del concepto de asociación. Desde entonces la idea se ha desarrollado hasta lo que hoy conocemos como la Hipermedia, la cual tiende a su vez a integrarse con otras tecnologías y disciplinas computacionales entre las cuales están las bases de datos, el procesamiento del lenguaje natural, los sistemas tutoriales inteligentes, las herramientas CASE y manejadores de proyectos, entre otros. (Ver figura 3.1).



**Figura 3-1** La Hipermedia y su relación con otras disciplinas computacionales

### 3.1 HIPERTEXTO

El hipertexto<sup>1</sup> se puede definir en términos generales como la lectura y escritura no secuencial de textos. sobre un libro digital en donde ciertas palabras tienen profundidad y así se enlazan con otros textos.

Antes del Hipertexto, la forma más común de obtener información de un texto era en forma secuencial. Con el Hipertexto, el texto es modelado al igual que en la Hipermedia en forma de nodos y enlaces. Se puede considerar que el Hipertexto es un caso particular de la Hipermedia [Woodhead, 90]

### 3.2 CLASIFICACION DE LA HIPERMEDIA

La literatura provee varias vías para clasificar los sistemas hipermediales. Estas clasificaciones pueden ayudar a evaluar las diferentes propiedades de las áreas de aplicación de estos sistemas. Las clasificaciones, realizadas en diferentes épocas,

<sup>1</sup> El término Hipertexto fue concebido por Theodor Holme Nelson.

reflejan el estado del arte en la investigación de estos sistemas en su tiempo. A continuación se revisarán tres de estas clasificaciones.

Conklin, introduce la primera clasificación de los sistemas hipermediales, [Conklin, 87]. Para él los sistemas hipermediales se dividen en:

- **Sistemas macroliterarios.** Son grandes bibliotecas en línea con mecanismos que manejan enlaces interdocumentales.
- **Herramientas para la exploración de problemas.** Son herramientas que soportan conocimiento no estructurado, solucionan problemas y sirven para diseño.
- **Sistemas Browsing.** Son sistemas a pequeña escala, donde la facilidad de manejo es crucial.
- **Hipertexto en general.** Son sistemas contruidos para experimentar con la tecnología hipertextual.

La segunda clasificación, esta orientada a la aplicación de la hipermedia, la cual consiste en cinco clases [Leggett, 90]. Esta clasificación fue desarrollada canalizando y categorizando los diferentes sistemas disponibles en ese momento.

- **Literario.** Esta clase de sistemas enfatiza en las relaciones existentes entre los nodos de información. Para esta, los enlaces son muy importantes.
- **Estructural.** Los sistemas estructurales tienen pocos tipos de asociaciones para modelar las relaciones entre los nodos. La habilidad para expresar la estructura del dominio es la principal característica de este tipo de sistema.

- Presentacional. Es similar a la clase estructural con el requisito adicional de que separa los componentes del autor y el de consulta.
- Colaborativa. Esta clase combina las propiedades de la clase literaria y la clase estructural. Estos sistemas a demás, son sistemas distribuidos y dan importancia a la seguridad de la información.
- Explorativos. Son una clase colaborativa enriquecida mediante la adición de una interfaz del usuario orientada al espacio. Este “espacio” le permite al usuario organizar los elementos y las abstracciones de información utilizando una metáfora conocida como la del libro, tarjetas, etc.

La tercera clasificación se basa en el área de aplicación de los sistemas hipertextos siendo su clasificación de la siguiente manera [Rada, 91].

- Hipertexto de volumen pequeño. Son documentos independientes con enlaces explícitos a lo largo de sus componentes.
- Hipertexto de volumen grande. Son sistemas que manejan bases de datos de documentos enlazados entre si, los cuales poseen la habilidad de almacenar y recuperar rápidamente estos documentos.
- Hipertexto colaborativo. Estos sistemas enfatizan en el trabajo colaborativo soportado por computador (CSCW) por medio del hipertexto [Greif, 88].
- Hipertexto inteligente. Son sistemas hipertextuales a los que se le introducen métodos de inteligencia artificial lo que permite crear sistemas más inteligentes.

### 3.3 ARQUITECTURA DE LA HIPERMEDIA

Aunque los diseños de modelos Hipermediales pueden variar substancialmente ya que no existe un sistema estandarizado, dos propiedades esenciales de “memex” continúan siendo fundamentales en los sistemas hipermediales modernos. Estas son:

1. El proceso de unir dos unidades de información dándole realce al paradigma “nodo y enlace”.
2. La selección por asociación, con lo cual se resalta el mecanismo de enlaces que permite navegar por una red de nodos bajo la dirección del usuario [Busch, 45].

Un sistema Hipermedial esta compuesto en su forma básica por *nodos* (conceptos) y *enlaces* (relaciones) (figura 3.2). A parte de esta arquitectura nodo-enlace, los sistemas hipermediales no tienen una estructura regular [Nielse, 90].

Algunos autores de sistemas hipermediales, a demás de los anteriores componentes básicos enumeran los siguientes [Balasubramanian, 94]:

1. Una *interfaz gráfica del usuario*, con examinadores (*browsers*) y diagramas que presentan una visión general de la red de nodos, para ayudar a los usuarios a navegar a través de la red.
2. Un *sistema autor*, con herramientas para crear y manejar nodos (de múltiples medios) y enlaces.
3. Los tradicionales *mecanismos para recobrar información*, tales como los buscadores (*searches*), buscadores de autor (*author searches*), etc.
4. Un *mecanismo de hypermedia*, para manejar la información con nodos y enlaces.

5. Un sistema de almacenamiento, el cual puede ser un archivo del sistema o una base de conocimiento o un tradicional sistema manejador de bases de datos (DBMS).

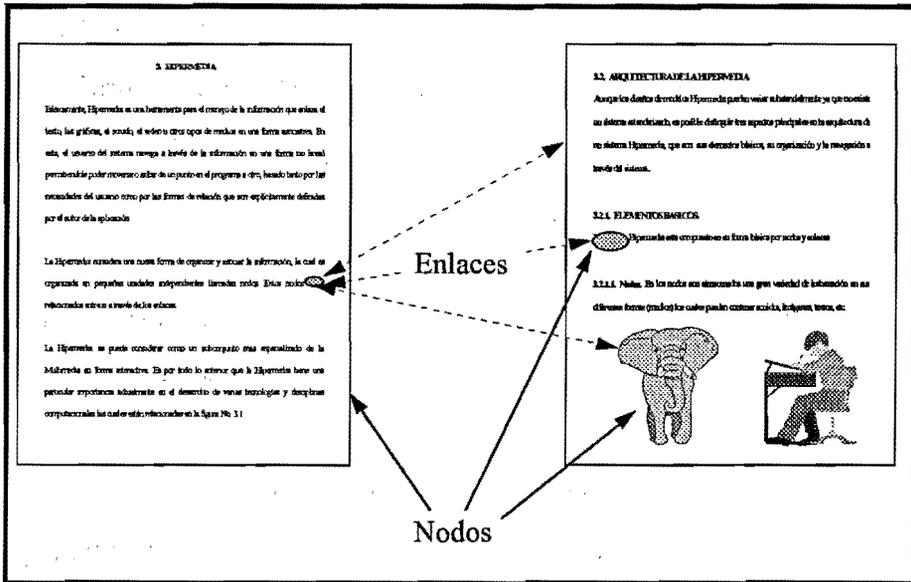


Figura 3-2 Componentes básicos de un modelo Hipermedia.

A continuación se estudiará más a fondo los nodos y enlaces que son los componentes centrales de un sistema hipermedial.

### 3.3.1 Nodos

En los nodos se almacena gran variedad de información en sus diferentes formas (medios) los cuales pueden contener sonidos, imágenes, textos, animaciones, videos, etc. [Solorzano, 91].

Los nodos de acuerdo a su contenido se pueden clasificar básicamente en :

- **Nodos Texto.** Segmentos de texto o documentos completos.
- **Nodos Imagen.** Las imágenes pueden ser dibujos, fotografías, videos estáticos o con movimiento.

- **Nodos Sonido.** Los sonidos representan un tipo de información no interpretada pero que puede ser asociada a otros tipos de nodos.
- **Nodos Mixtos.** Son nodos que combinan textos, imágenes y sonidos. Muchas veces la información puede ser representada en combinación de varios nodos enlazados o con un solo nodo mixto.
- **Nodos Botones.** Un nodo botón ejecuta un procedimiento. Los nodos botones son usados para realizar acciones de la aplicación y permiten que la Hipermedia actúe como un programa de alto nivel o una interfaz de base de datos.
- **Nodos Indices.** Estos contienen un solo término índice, generalmente tienen enlaces que apuntan a una definición del concepto representado por el término índice o enlaces que apuntan a términos relacionados o sinónimos.

### 3.3.2 Enlaces

Estos suministran las asociaciones entre los nodos.

Los enlaces de acuerdo a su dirección se pueden clasificar en unidireccionales o bidireccionales.

□ **Enlaces Unidireccionales.** Estos enlaces son los que unen dos nodos en un solo sentido. Estos se clasifican en:

- **Secuenciales.** Se emplean para ejecutar secuencias de información entre los nodos. Son utilizados con propósitos de guía.
- **Referenciales.** Definen asociaciones “sueltas” entre la totalidad o parte de los nodos.

□ **Enlaces Bidireccionales.** Son los enlaces que unen dos nodos en ambas direcciones. Estos se clasifican en:

- **Asociadores.** Definen la relación entre dos nodos. Son utilizados con propósitos de semántica.
- **Estructurales.** Definen la relación entre un nodo Padre y un nodo Hijo. Se utilizan con propósito de presentación.

Además de la anterior clasificación, los enlaces se pueden clasificar de acuerdo a sus funciones [Solorzano, 91] en:

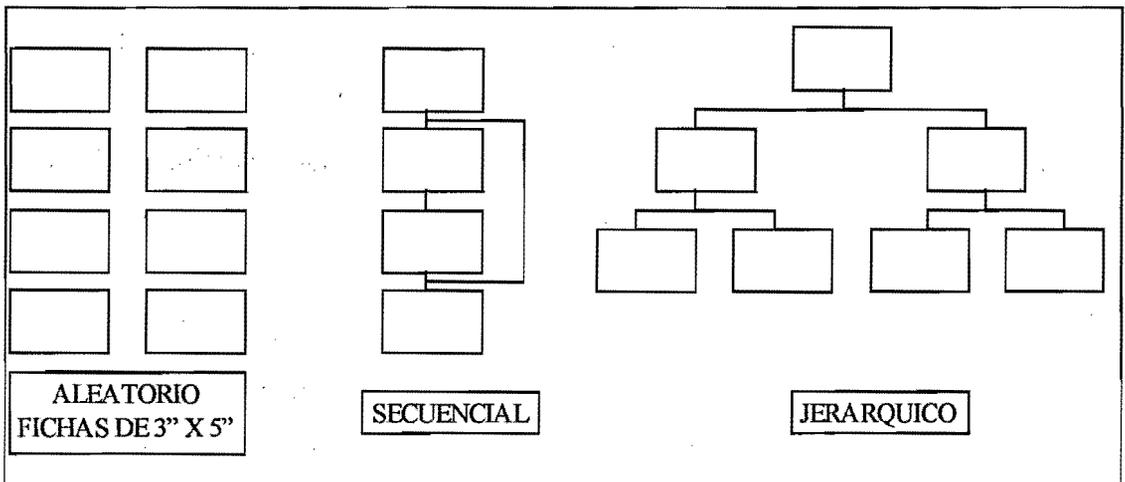
- **Enlace Moverse a.** Este enlace permite navegar a través de la aplicación hipertexto desplazándose de un nodo a otro.
- **Enlace Zoom.** Este enlace expande un nodo corriente en un nodo con información más detallada.
- **Enlace Pan.** Este enlace retorna una vista de nivel más alto dentro del sistema hipertexto, los enlaces Pan son generalmente el efecto inverso de los enlaces Zoom.
- **Enlace View.** Este enlace es usado con propósitos de seguridad y debe activarse o estar disponible en forma condicional de acuerdo con el tipo de usuario.
- **Enlace Índice.** Son usados para desplazar al usuario desde un nodo índice hacia el nodo indexado.

### 3.4 ORGANIZACION DE LA HIPERMEDIA

Muchos de los sistemas Hipermedia existentes en la actualidad, organizan su información mediante una de las siguientes formas [Biewlawski, 91]:

- **Información no estructurada.** Como en una colección al azar de fichas.
- **Organización secuencial de la información.** Como en una novela, donde cada página corresponde a un nodo del sistema hipermedial.
- **Organización jerárquica de la información.** Como en un organigrama de una organización.

En la figura. 3.3. se observa gráficamente las anteriores formas de organizar la información.



**Figura 3-3** Tipos de organización Hipermedia.

### 3.5 SISTEMAS DE NAVEGACION HIPERMEDIAL

La navegación a través de un sistema Hipermedial depende de cómo el sistema esté indexado y qué tipo de técnicas de búsqueda se usen [Bielawski, 91]. Muchas técnicas de recuperación de información usan identificadores de tarjetas, los cuales pueden ser ordenados alfabéticamente, ordenados de acuerdo al contexto, o también organizados jerárquicamente, secuencialmente o relacionamente. La mayoría de los sistemas Hipermediales usan un vocabulario especial, donde cada tarjeta hipermedial es clasificada por una palabra y entonces es mantenida por un índice de palabras claves. En todos los casos, a pesar de las técnicas usadas para etiquetar o indexar, los usuarios aun tienen problemas de navegación a través del sistema y requieren herramientas mas especializadas para solucionar este problema, tales como los Examinadores (Browsers), Filtros y las llamadas Señales de recuerdo (Bookmarks).

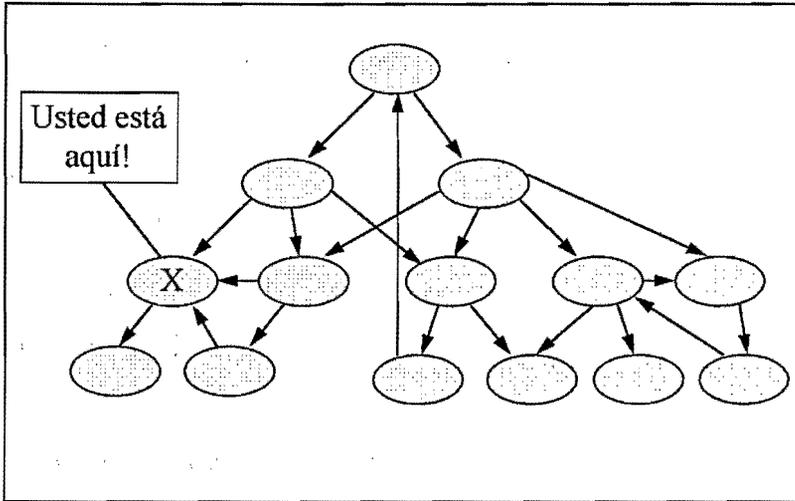
#### 3.5.1 Examinadores

Los examinadores (Browsers) ayudan al usuario en la navegación a través del sistema hipermedia, ya que esta herramienta lo orienta mostrándole la totalidad de la estructura del sistema y algunas veces, el lugar del sistema donde se encuentra. (Ver figura 3.4) Adicionalmente, los examinadores entonces permiten ver a través de la estructura del sistema y observar también la información contenida en el sistema.

Los examinadores se presentan en varias formas tales como listas de referencia de tarjetas, árboles y mapas. Los árboles o mapas presentan una visión gráfica del sistema Hipermedia, mostrándole al usuario su localización. Estos ayudan a la navegación mostrando la estructura del sistema y permite un acceso directo de la información. Los árboles presentan una estructura jerárquica o del tipo relacional, mientras que los mapas dan una sensación de lugar y proporcionan una estructura total e interconectada.

### 3.5.2 Filtros

Los Filtros ayudan a localizar una información determinada limitando la información relevante o indicando el contexto para la búsqueda. El fin principal de usar Filtros es el de restringir los patrones de búsqueda de acuerdo con las necesidades del usuario.



**Figura 3-4.** Ilustración de un Examinador.

Los Filtros se pueden presentar de varias formas. Por ejemplo, un sistema Hipermedia puede ser filtrado de acuerdo al tiempo, teniendo sólo acceso a la información manejada el último día. Otros filtros podrían tomar una lista de palabras claves o atributos de las tarjetas (tal como un tipo de gráfica especial) y limitar el rango de búsqueda.

### 3.5.3 Las señales de recuerdo

Otro dispositivo que ayuda en la navegación de los sistemas Hipermedia son las señales de recuerdo (Bookmark), las cuales son una especie de marcas que señalan un lugar en el sistema Hipermedia para uno o más nodos que han sido accedidos o llamados. Con este mecanismo, el usuario puede insertar marcas en un nodo que luego el sistema usará como punto de referencia para retornar a él. Es importante

restringir el uso de este dispositivo, ya que si existen muchas marcas en el sistema se perdería la importancia de la información marcada.

### 3.6 MODELOS DE REFERENCIA PARA APLICACIONES HIPERMEDIA

A continuación presentamos dos modelos de referencia para aplicaciones hipermmedia en los cuales se apoyan diversos autores para enunciar sus metodologías de desarrollo para esta clase de sistemas, con el fin de tener un modelo estándar. estos modelos son:

- El modelo de hipertexto Dexter.
- El modelo World-Wide Web.

Se eligieron estos dos porque representan el modelo hipermmedia desde dos filosofías diferentes. El primero, el modelo Dexter, presenta un enfoque "*Top-Down*", mientras el segundo, el modelo *World-Wide Web*, presenta mas bien una propuesta "*Bottom-up*". Este último es actualmente el más aplicado usado debido a su uso por la red Internet, pero se espera que con la salida de las librerías de código de dominio público para el modelo Dexter anunciada recientemente, quizás más aplicaciones usarán este modelo en un futuro muy cercano.

#### 3.6.1 El modelo de hipertexto dexter

El modelo de referencia de hipertexto Dexter [Gronbaek,94][Halasz,90] es el resultado de una serie de talleres realizados entre Octubre de 1988 y Julio de 1990. El modelo *Dexter* trata de integrar y formalizar aspectos encontrados en diferentes sistemas hipertextuales. Entre los sistemas estudiados están el Intermedia [Yankelovich,88], el KMS [Akscyn,87], el NoteCards [Halasz,92] y el Augment [Engelbart,82]. Los principales trabajos de investigación realizados en Estados Unidos fueron estudiados en estos talleres y sus arquitecturas tenidas en cuenta para

incluirlas en el estándar. El objetivo de este modelo es proveer a los investigadores un estándar para comparar los sistemas y desarrollar formatos intercambiables.

El modelo Dexter define tres capas conceptuales para los sistemas hipertextuales: La capa *run-time*, la capa *storage* y la capa *within-component*. Un importante aspecto del modelo es la definición de dos interfaces entre estas capas, la primera se llama *presentation specifications* que actúa entre la capa *run-time* y la capa *storage* y la segunda capa se llama *anchoring interfaz* que actúa entre la capa *storage* y la capa *within-component*. El centro de atención del modelo está en la capa *storage*, la cual modela la red de nodo-enlace del sistema hipermedia.

En el modelo Dexter el concepto de *componente* reemplaza al definido concepto de nodos. Los componentes son los objetos básicos de información provistos en la capa *storage* e interconectados por enlaces relacionales. La capa *storage* no intenta modelar la estructura interior de sus componentes. Los componentes son tratados como contenedores de información genérica. El modelo de la estructura de sus componentes esta abierta a otros estándares tales como ODA [ISO/IEC,93], SGML [Goldfarb,91], etc. Además componentes compuestos son introducidos en este modelo para proveer la estructuración jerárquica de los componentes atómicos.

Un tipo especial de componente es el componente *enlace*. Debido a la definición genérica de componentes, el modelo Dexter soporta enlaces computados como dinámicos. Los enlaces pueden ser unidireccionales o bidireccionales como también *multi-head* (de uno a muchos). Además los enlaces pueden ser punto final de enlaces. El concepto de "tipos" es soportado a través de atributos que son adicionados al componente enlace. Para direccionar localizaciones específicas dentro de un componente (lo cual no está definido en el modelo Dexter) el componente enlace lo delega sobre la interfaz *anchoring* quien interactua entre la capa *storage* y la capa *within-component*. *Anchoring* provee de un mecanismo para direccionar localizaciones específicas (enlaces punto a punto) dentro cualquier tipo de

componentes conocidos por el sistema. El *Anchor* consiste de dos partes, un identificador de *anchoring*, el cual es único a lo largo del universo del discurso ( no solamente dentro del alcance de un hipertexto) y un valor de anchor, el cual define la actual región del anchor dentro del componente.

La capa *run-time* captura el aspecto dinámico del sistema hipertexto. Esto incluye especialmente la presentación de componentes hypertextuales y los procesos de interacción con el usuario. La manera como un componente es presentado al usuario es codificada en la *presentacion specifications*. Ya que los enlaces son también componentes, su comportamiento puede también ser diseñado. El mismo enlace puede plantear diferentes "modos" de la destinación del componente dependiendo de la condición del usuario que invocó el enlace. Todo especificador de enlace indica una dirección del enlace de la forma "*FROM*", "*TO*", "*BIDIRECT*", o "*NONE*". Aún, la semántica de los enlaces no está definida explícitamente.

En adición al modelo de datos, Dexter también especifica un conjunto de operaciones en este modelo de datos. La función *resolver* es responsable de dar un único ID al componente, dado una especificación del componente. Este direccionamiento indirecto es usado para manejarlo con los cambios dinámicos de los IDs de los componentes, como por ejemplo, cuando los componentes son editados. En el caso más simple la especificación del componente es el ID del componente, en cuyo caso la función *resolver* es la función identidad. El ID del componente es entonces entregado a la función *accesor* del componente, la cual es responsable por identificar este ID dentro del objeto de dato asignado a este ID. Aún más, hay funciones para determinar la interconectividad de la red por operaciones *LinksTo* y *LinksToAnchor*. La primera se encarga de todos los enlaces a un componente dado mientras la segunda se encarga de todos los enlaces referentes a un anchor dado dentro de un componente.

El modelo de referencia de hipertexto Dexter ha sido presentado por Halasz y Schwartz en enero de 1990 en el NIST (National Institute of standards and technology, Gaithersbur,Md) en talleres sobre hipertexto. Desde entonces, muchas extensiones a este modelo original han sido propuestas. Estas son en respuesta a fallas en el modelo original que se pusieron en evidencia a través de su uso práctico. Existen dos de estas extensiones que valen la pena enunciar a continuación.

El Modelo de Hypermedia Amsterdam (AHM) [Hardman,94] trata de manejar las relaciones complejas de tiempo y presentación que ocurren en las presentaciones multimedia. En particular, el AHM extiende el modelo Dexter para adicionar atributos de presentación de alto nivel y el enlace *context*. EL AHM sigue en sus aspectos multimedia el modelo CMIF. Esto le permite a los autores especificar como piezas de información se relacionan con otras durante un periodo de tiempo. Este es un problema no trivial; los objetos dinámicos y estáticos traídos de fuentes distribuidas tienen que ser sincronizados. El modelo es capaz de definir los requerimientos para enlaces, tiempo y la semántica de representación global en un sistema hipermedia.

Una segunda extensión del modelo Dexter proviene de la universidad de Aarhus en Dinamarca. allí se está investigando sobre el trabajo cooperativo soportado por computador (CSCW) aplicados a grandes proyectos de ingeniería [Gronbaek,94]. El trabajo cooperativo acarrea varios nuevos requisitos para las aplicaciones hipermedia como son la comunicación y la coordinación explícita entre los trabajadores del equipo así como la coordinación implícita a través de los materiales compartidos. Para lograr esto, nuevas nociones tienen que ser incluidas al modelo tales como bases de datos compartidas, notificación de eventos, acceso abierto de diferentes plataformas y de diferentes aplicaciones ya desarrolladas. Entonces con el fin de desarrollar un sistema hipermedia cooperativo, se implementó el DeVise Hipermedia Architecture (DHM). Este, está basado en un sistema de objetos distribuido, el DHM introduce varios clientes y procesos de servicios acoplados al modelo Dexter. Estos

procesos pueden correr en diferentes plataformas y comunicarse sobre una red con cualquier otra.

### 3.6.2 El modelo *World-Wide Web*

El proyecto *World-Wide Web* (W3) fue iniciado por Tim Berners-Lee en 1990 mientras trabajaba para CERN en G3nova, Suiza. El ide3 un sistema que permitir3a toda clase de trabajo colaborativo bajo un proyecto com3n. La idea ha sido inspirada por el ambiente de CERN, donde una gran variedad de cient3ficos e ingenieros, frecuentemente distribuidos por todo el instituto, trabajaban juntos en un proyecto a gran escala en el campo de la f3sica. Para apoyar a esta gente en sus trabajos, se ten3an que generar documentos que fueran accesados desde sitios remotos mediante una forma transparente. Debido a esto surge este sistema el cual presenta las siguientes definiciones b3sicas. Primero, todos los 3tems que puedan ser consultados en este universo de informaci3n necesitan un 3nico identificador. El proyecto W3 realiza esto al introducir los URL (Uniform Resource Locators), el cual implementa un 3nico esquema de direccionamiento. Los URL son cadenas de caracteres que codifican un cierto protocolo, una cierta direcci3n en la red y una localizaci3n local de un objeto del universo de informaci3n junto con ciertos atributos para acceder el objeto (protocolo://direccion-Internet/Localizacion\_Local). Las diversas formas de interpretar esta cadena de caracteres a trav3s de diferentes protocolos garantizan una expansi3n para las futuras aplicaciones. Hoy en d3a hay URL para servicios de noticias (NNTP protocolo), para archivos FTP, para bases de datos WAIS, para email, etc.

Adicionalmente, un protocolo de comunicaci3n de redes, llamado HyperText Transfer Protocolo (HTTP), permite a los servidores comunicarse con los clientes con alto rendimiento. Actualmente ning3n hipertexto es transferido por s3 mismo, pero la informaci3n que permite como hipertexto salta de una manera eficiente. La informaci3n real puede ser texto plano, im3genes, v3deo, o cualquier otra clase de informaci3n. El anterior protocolo es utilizado para transmitir informaci3n en

diferentes formatos. Para obtener esto, el cliente envía un requerimiento con una lista ordenada de formatos que él puede manejar. El servidor responde en un apropiado formato. Nuevos formatos pueden ser adicionados al protocolo en cualquier tiempo.

Es importante aclarar que el protocolo HTTP es apatriado. Esto significa que una conexión entre el servidor y el cliente es mantenida justamente durante la duración de la operación. Las operaciones previas hechas por el mismo cliente no se tienen en cuenta cuando se evalúa los URL de cualquier objeto. Los requerimientos URL están compuestos de un método (una operación codificada) y un URL. Ejemplos de estos métodos son el "GET", "PUT" o "POST", los cuales son usados para diferentes propósitos. el método GET es usado para requerir objetos; el método PUT es definido para una actualización *fron-end*, mientras que el método POST une nuevos documentos a los ya existentes. Los servidores están configurados para cierto conjunto de métodos sobre ciertos objetos. Entonces el uso de documentos puede ser restringido de acuerdo a ciertas necesidades.

Para intercambiar hipertexto entre los servidores y los clientes, *Web* define un lenguaje de intercambio básico llamado HTML (HyperText Markup Language). Este lenguaje es muy fácil para ser usado por la gente con el fin de construir hiperdocumentos. Este lenguaje define un conjunto de construcciones tales como encabezamientos, listas, menús, etc que pueden ser usados para producir documentos en línea. Los documentos pueden también soportar otra clase de medios diferente al texto tales como gráficas, vídeo o audio. Además de lo anterior, también define los elementos de "enlace" los cuales apuntan a partes específicas de otros documentos. Siempre que un enlace es seleccionado por un *click*, el cliente recupera el documento referido de un servidor particular. Los enlaces pueden apuntar a una información en cualquier formato. Siempre que el sitio local sea capaz de manejar la información, el hará uso de ella.

Al colocar *software* que posee las normas propuestas para formatos, protocolos, etc. al dominio público se realizó un gran acierto en el desarrollo de esta clase de sistemas. Es así como el *software* Mosaic de NCSA, el cual es un *browser*, ha influenciado ampliamente en la difusión de la *Web*. Primero se desarrolló para estaciones de trabajo UNIX y luego para Macintosh y PCs. Esta herramienta le brindó al usuario una interfaz independiente de la plataforma a usar, además el *browser* le brinda acceso a diferentes servidores utilizando diferentes protocolos de comunicación sin un reconocimiento explícito por el usuario. Es por esto que toda la información en internet se hace en un universo de información unificado. El simple paradigma de apunte y clic le permite a los usuarios inexpertos navegar a través de la información de la *Web*.

El aspecto de descentralizar las fuentes de información y aun ser capaz de ofrecer un punto de acceso central es la ventaja del paradigma del enlace. A través de la *World-Wide Web*, la información provista en forma distribuida puede ser traída en forma unida por medio de una página de entrada el cual apunta a varias localizaciones.

Para terminar es bueno analizar que el enfoque simplista de este modelo hipertexto induce por lo menos en su estado actual a algunas limitaciones en la expresión del modelo hipertexto que representa, entre las cuales encontramos que los enlaces son por definición unidireccionales. No existe posibilidad de buscar documento que apunten a cierto documento dando este documento. Esto endurece el proceso de mantenimiento de documentos. Debido a que la localización física de los documentos es codificada actualmente en la forma de URL, con lo cuales surgen los enlaces perdidos, que son el resultado de mover los recursos de información de un lugar a otro. No existe un método para informar a todos los enlaces acerca del cambio en la dirección de destino original. En el futuro se verá si nuevas extensiones a la propuesta original pueden vencer estas limitaciones.

### **3.7 DISEÑO DE SISTEMAS HIPERMEDIA**

El desarrollo de sistemas hipermedia es un proceso complejo que demanda el requerimiento de tiempo, creatividad y conocimiento de las tecnologías audiovisuales. Muchos de estos sistemas hipermediales han sido desarrollados hasta el momento utilizando diferentes métodos y técnicas no estandarizadas para esta clase de sistemas, los cuales presentan unas características muy propias a su tecnología que la diferencia de los demás. Es por esto que el diseño de métodos para el desarrollo de sistemas o aplicaciones hipermediales es una actividad prioritaria e indispensable para el avance de esta nueva tecnología. Solamente en los últimos años se han encaminado esfuerzos para definir unas metodologías para el desarrollo de esta clase de sistemas. Entre estos trabajos destacamos tres metodologías:

- Metodología manejadora de relaciones (RMM).
- Método de diseño hipermedial orientado a objetos (OOHDM).
- Método basado en los conceptos y modelos de procesos de la ingeniería de software.

A continuación se presentarán brevemente estas tres metodologías.

#### **3.7.1 Metodología manejadora de relaciones (RMM)**

Esta metodología fue propuesta para Isakowitz y otros, para el diseño e implementación de aplicaciones hipermedia. En esta metodología, la hipermedia es vista como un medio para manejar relaciones entre objetos de información [Isakowitz, 95].

El modelo de datos para el manejo de relaciones (RMDM), es el modelo de datos asociado al RMM, el cual provee un lenguaje para describir los objetos de información y los mecanismos de navegación en las aplicaciones hipermediales. Este modelo de datos es conveniente para las aplicaciones hipermediales más que para los

sistemas hipermediales los cuales son básicamente mecanismos de propósito general para soportar varias aplicaciones hipermediales. El RMM se concentra principalmente en las fases de diseño, desarrollo y construcción de estos sistemas hipermediales.

Los pasos en el RRM son:

- **Paso 1**

**El diseño de E-R.** En este paso, el dominio de la información para la aplicación es representado por medio de un diagrama de entidad relación (E-R). Las entidades importantes y sus relaciones en el dominio de la aplicación son estudiadas y organizadas. Muchas de estas serán nodos y enlaces al final de la implementación.

- **Paso 2**

**El diseño de las unidades.** En esta fase se determina de que manera la información existente en las entidades identificadas en el paso 1, serán presentadas al usuario. Las entidades son divididas en unidades significativas y organizadas en la red hipermedia. Una de las unidades es escogida como la *cabeza* de la entidad la cual servirá como el inicio por defecto de los enlaces al interior de la entidad. Otras unidades son interconectadas tomando el conocimiento del los correspondientes diagramas ER y luego los enlaces son etiquetados. Un diagrama ER+ es obtenido de un diagrama ER al llenar cada entidad con sus diagramas de diseño de sus unidades.

- **Paso 3**

**El diseño navegacional.** En este paso, la red navegacional es diseñada. Cada relación asociativa entre las entidades en el diagrama ER+ es identificada y es reemplazada, si es necesario de acuerdo a las necesidades del análisis de requerimientos, por una o más estructuras de acceso del MDMR. Tres elementos navegacionales, llamados Índices condicionales, excursiones guiadas condicionales y viajes guiados de índices condicionales son usados para establecer los enlaces entre las entidades. También,

estructuras de acceso de alto nivel son diseñadas para agrupar temas de interés. Al final de esta fase, el diagrama ER+ es transformado en un diagrama RMDM que describe todas las estructuras de acceso a ser implementadas en el sistema.

- **Paso 4**

**Diseño de la interfaz del usuario y construcción.** en esta fase se distinguen cuatro actividades de diseño.

**Paso 4.1. El diseño del protocolo de conversión.** En este se usa un conjunto de reglas para transformar cada elemento de el diagrama RMDM en un objeto dentro de la herramienta en que se implementará la aplicación.

**Paso 4.2. Diseño de la interfaz del usuario.** Este involucra el diseño de las pantallas para los objetos que aparecen en el diagrama del RMDM obtenido en la fase del diseño navegacional.

**Paso 4.3. Diseño del comportamiento en el tiempo de ejecución.** Este diseño esta relacionado sobre las decisiones acerca del recorrido de los enlaces y la implementación de los mecanismos navegacionales, históricos y de retorno propios de los sistemas hipermedia.

**Paso 4.4. Construcción y testeo.** Estos pasos son realizados mediante el enfoque de la tradicional ingeniería de software.

Existen en la actualidad algunos sistemas diseñados mediante esta metodología, como el RMCCase [Díaz, 95].

### **3.7.2 Método de diseño hipermedial orientado a objetos (OOHDM)**

Este método consta de un proceso de cuatro pasos los cuales son una mezcla de los estilos de desarrollo iterativo, incremental y del prototipo. [Rossi, 95] [Schwabe, 94]

[Schwabe, 95]. En cada paso un modelo es construido o enriquecido; y luego del último paso suficiente información es obtenida y estructurada para implementar la aplicación hipertexto. Durante cada paso el uso del enfoque sobre el modelo base es favorecido. El método está basado en el enfoque de la vista de información abstracta (ADV). Los cuatro pasos son.

- **Paso 1**

**Diseño conceptual.** En este paso, un modelo del dominio conceptual es construido usando cualquier método de diseño orientado a objetos, el cual es aumentado con algunos atributos primitivos de perspectivas y subsistemas. El producto de esta fase es un esquema de clases e instancias construido de subsistemas, clases y relaciones.

- **Paso 2**

**Diseño navegacional.** Durante este paso, las estructuras navegacionales son definidas en función del contexto navegacional que es inducido de las clases navegacionales como nodos, vínculos, índices y viajes guiados. Diferentes modelos navegacionales pueden ser construidos para un modelo conceptual.

- **Paso 3**

**Diseño de la interfaz abstracta.** El producto de este paso es el modelo de la interfaz abstracta, el cual refleja la percepción del usuario de la interfaz del usuario e incluye la aparición de diferentes objetos navegacionales, tales como, los objetos de interfaz los cuales activan la navegación, la sincronización de los objetos de la interfaz multimedia y las transformaciones que ocurren de la interfaz.

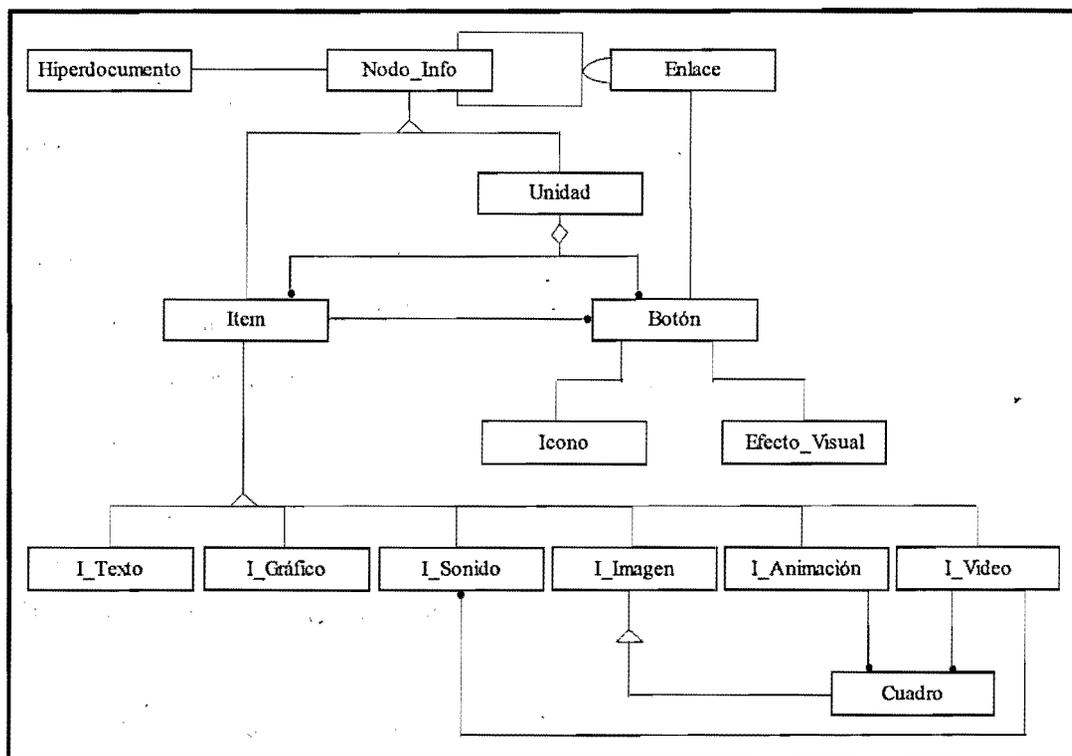
- **Paso 4**

**Implementación.** El actual sistema hipertextual diseñado, es implementado mediante la transformación de los modelos navegacionales y de la interfaz abstracta, en objetos concretos para usarlos en cualquier plataforma hipertexto disponible, tales como Hypercard, ToolBook, MacWeb, KMS, Guide o Microcosm entre otros.

### 3.7.3 Método basado en los conceptos y modelos de procesos de la ingeniería de software

Este método a diferencia de los anteriores, que solo se concentran en el diseño y la construcción de una aplicación hipertexto, cubre todo su ciclo de desarrollo basándose en los modelos de procesos y conceptos de la ingeniería de software [Montilva, 96]. Este método resulta de integrar tres modelos de procesos de software: el modelo de cascada, el modelo de prototipos y el modelo de reutilización de componentes [Pressman, 93].

El método utiliza un modelo de referencia hipertextual propio llamado "modelo de referencia hipertexto" (HRM) [Montilva, 93], el cual se fundamenta en los conceptos utilizados por el conocido Modelo Dexter expuesto anteriormente en este capítulo. Este modelo define formalmente un hipertexto utilizando gráficos dirigidos y describe sus componentes genéricos a través de un modelo de objetos [Rumbaugh, 91]. Es decir, para este modelo un hipertexto se define formalmente como un grafo dirigido  $G(N,E)$ , en el que  $N$  es un conjunto de nodos de información y  $E$  es un conjunto de arcos denominados enlaces, los cuales cada uno conecta dos nodos de  $N$ . Los nodos de información que conforman este hipertexto son de dos tipos: Una unidad de información o bien un ítem de información. La unidad de información describe una parte del dominio de la aplicación y se compone de un conjunto de ítems de información multimedia (texto, gráficos, imágenes, audio, videos, animaciones, etc.) y de un conjunto de botones los cuales están asociados a los enlaces que conectan una unidad fuente con otra unidad o ítem de destino. Un ítem de información es un objeto que contiene un dato de tipo multimedia. Estos datos se clasifican en estáticos (texto, gráficos e imágenes) y dinámicos (audio, video y animación). En la figura 3.5 se ilustra las clases de objetos que conforman un hipertexto de acuerdo al modelo HRM.



**Figura 3-5** Modelo de objetos de un hiperdocumento de acuerdo al modelo HRM.  
(Hypermedia Reference Model)

Este método se estructura en cinco fases, las cuales son:

• **Fase 1**

**Análisis del contexto del hiperdocumento.** Los objetivos de esta fase son conocer las necesidades iniciales del cliente y familiarizarse con el dominio de la aplicación. Esta fase consta de tres pasos.

- Análisis del problema.
- Definición del tema del sistema.
- Descripción del perfil del usuario.

- **Fase 2**

**definición de requerimientos.** En esta se establecen los requerimientos que debe satisfacer el hiperdocumento. Esta fase posee cuatro pasos.

- Especificación de los requerimientos funcionales.
- Especificación de los requerimientos de interacción.
- Especificación de los requerimientos de desarrollo.
- Especificación de los requerimientos de calidad

- **Fase 3**

**Diseño del hiperdocumento.** En esta fase se diseña la estructura del hiperdocumento, las unidades de información que componen dicha estructura y los ítems que conforman cada una de sus unidades. Además esta fase culmina con el desarrollo de un prototipo que sirve para validar el diseño del hiperdocumento.

Esta fase consta de 4 pasos.

- Diseño de la estructura.
- Diseño de las unidades de información.
- Diseño de los ítems de información.
- Desarrollo y evaluación del prototipo.

- **Fase 4**

**Producción del hiperdocumento.** En esta fase se procede a la implementación del diseño usando las herramientas de desarrollo seleccionadas al inicio de la fase 3. En esta se produce la captura, digitalización, edición y almacenamiento de los ítems de audio, fotografía, vídeo, animación y texto. La fase se divide en 3 pasos.

- Producción de ítems de información.

- Ensamblaje de ítems.
- Prueba del hiperdocumento.

#### • Fase 5

**Evaluación y documentación del hiperdocumento.** En esta se valida y corrige finalmente el hiperdocumento, a demás se elabora la documentación sobre estos y se graba en los medios exigidos por el cliente para producirse su entrega final. Esta fase cuenta de cuatro pasos.

- Validación del hiperdocumento.
- Manufactura del producto.
- Entrega del producto.

### 3.8 APLICACIONES DE LA HIPERMEDIA

El rango de las aplicaciones Hipermedia es muy amplio [Rossi, 91], algunas de las aplicaciones más comunes son las siguientes:

#### 3.8.1 Documentación en línea

Debido a que la Hipermedia ofrece la posibilidad de acceder la información en forma no lineal y de transferir el control del programa al usuario, lo hace perfecto para leer en línea manuales en varios niveles con gran eficiencia. Es debido a esto que se pueden incluir en un sistema de software ayudas en línea (*help*, manuales, etc.), donde la vinculación entre los documentos del manual sea vía botones hipermediales.

#### 3.8.2 Entrenamiento y educación

La Hipermedia se aplica a las aéreas de entrenamiento y educación debido a la flexibilidad que ofrece sobre los medios de tradicionales de enseñanza/aprendizaje asistidos por computador. Esta flexibilidad es reflejada en el acceso no lineal de la

información y una transferencia del control del programa autor al usuario lo que le permite navegar a través de la base de información según sus intereses. Un segundo beneficio del uso de la Hipermedia en este campo, es la habilidad que posee de animar al aprendiz a la exploración de conocimientos, acercándose a lo ideal de los sistemas de aprendizaje.

### **3.8.3 Ilustraciones y anotaciones**

Por la virtud de su soporte Multimedia, la Hipermedia permite un perfecto medio para adicionar anotaciones, ilustraciones, animaciones, videos y sonidos a la información textual, como en el caso de un sistema inteligente, lo que le permite mejorar la interfaz con el usuario.

### **3.8.4 Guías, catálogos de productos, etc.**

Otra aplicación de la Hipermedia consiste en la realización de una guía turística, donde el usuario pueda a través de un mapa obtener información en detalle sobre lugares, transportes, diversiones, etc. Otro ejemplo, dentro de este tipo de aplicaciones, son las guías para museos, en las cuales el usuario pueda “recorrer” él mismo, a partir de un plano, las diferentes salas y por ejemplo poder consultar por computador detalles de una obra específica.

### **3.8.5 Administración de la información Multimedia**

En este campo la Hipermedia es aplicable, ya que permite organizar la información representada en textos, bases de datos, imágenes, etc. Para esta aplicación cada nodo podrá contener información representada en alguno de los medios (o combinaciones entre ellos) y contener botones que relacionen estos nodos. Además la Hipermedia ofrece una nueva alternativa en las tareas de búsqueda mediante su acceso no lineal a la información del sistema y sus grandes alternativas de navegación.

### 3.9 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE HIPERMEDIA

Las dos plataformas que dominan el mercado en la actualidad para el desarrollo de sistemas hipermediales, son la IBM PC y la Apple Macintosh, para las cuales presentaremos a continuación, algunas de las principales herramientas comerciales para la creación de aplicaciones hipermediales y sus principales características. [Howell, 92].

#### 3.9.1 Plataforma IBM PC

Existen varias herramientas disponibles, pero las mas representativas son [Howell, 92].:

- TransText.
- Xtext.
- Hyper-Word.
- Hyperties
- HyperWriter.
- Guide.
- Folio VIEWS Professional.
- Multimedia Toolbook.

En la tabla 3.1 se resumen las principales características de las aplicaciones anteriormente enunciadas, se aprecia además, sus diferencias, con lo cual podemos conformar un apropiado criterio de selección de acuerdo a nuestras necesidades. A continuación se explicaran en detalle estas diferencias.

**3.9.1.1. TransText.** Es primariamente un procesador de palabras, que permite insertar enlaces a otros documentos. Algunas de sus principales características se presentan en la tabla 3.1.

| Soporta                  | Trans Text | Xtext | Hyper-Word | Hyperies | HyperW riter | Guide | Foto Vees profesional | Multimedia ToolBook |
|--------------------------|------------|-------|------------|----------|--------------|-------|-----------------------|---------------------|
| Mouse                    | no         | si    | si         | si       | si           | si    | si                    | si                  |
| Texto                    | si         | si    | si         | si       | si           | si    | si                    | si                  |
| Dibujos                  | si         | no    | no         | si       | si           | si    | si                    | si                  |
| Imágenes                 | si         | no    | no         | si       | si           | si    | si                    | si                  |
| Animación                | no         | no    | no         | no       | no           | no    | si                    | si                  |
| Sonido                   | no         | no    | no         | no       | si           | no    | no                    | si                  |
| Vídeo                    | no         | no    | no         | si       | si           | si    | si                    | si                  |
| Otras aplicaciones       | no         | no    | no         | si       | si           | si    | si                    | si                  |
| Lenguaje de programación | no         | no    | si         | no       | si           | si    | si                    | si                  |

**Tabla 3.1** Características principales de herramientas hipermediales

Esta herramienta provee algún soporte limitado para el enlace de imágenes y dibujos.

Posee algunas desventajas. La primera, es que no soporta *mouse*, lo que dificulta la navegación. La navegación que provee el TransText es primitiva y no se puede pretender aumentar porque no tiene un lenguaje de programación. Esto hace que el uso de TransText sea confuso y difícil.

**3.9.1.2. Xtext.** Algunas de sus características se muestran en la tabla 3.1. El software xText fue inicialmente creado como un sistema de ayuda en memoria residente. Este no soporta ninguna forma de medio diferente al texto. Sin embargo, tiene una ventaja sobre el Transtext y es que posee una presentación más simple. Hay sólo dos partes en el programa: el compilador y el intérprete. Toda la programación de una aplicación en el xText se puede hacer en su propio procesador. Presenta un soporte especial para el Microsoft Word 5.0 y el WordPerfect 5.0 además de poder leer archivos ASCII. Después de entrar el texto, la aplicación es compilada. Entonces el intérprete puede ser usado para mantener la navegación en la aplicación.

Como no posee un lenguaje de programación, no se puede ampliar la forma de la navegación.

**3.9.1.3. Hyper-Word.** El software Hyper-Word es un poco más sofisticado que los dos anteriores. Algunas de sus características principales se presentan en la tabla 3.1.

Esta herramienta es actualmente un descendiente de los procesadores de palabras con la habilidad de crear enlaces de Hipertextos.

A pesar que el Hyper-Word al igual que los anteriores, no soporta un medio diferente al texto, esta es la primera herramienta en ofrecer un lenguaje de programación. Esto le permite al autor de una aplicación personalizar esta herramienta.

El Hyper-Word soporta varios procesadores de palabras al igual que los archivos ASCII. Además éste usa el Mouse, pero requiere a veces del teclado para poder navegar.

**3.9.1.4. Hyperties.** La herramienta Hyperties (TIES, The Interactive Encyclopedia System) a diferencia de las anteriores, entra ya al mundo de la Hipermedia como se observa en las características que se presentan en la tabla 3.1.

Esta herramienta se originó en un proyecto de la universidad de Maryland. Es muy sencilla de usar, posee una metáfora que permite pasar de libros en papel a libros electrónicos muy fácilmente, a pesar de que posee una limitada facilidad para manejar el material Multimedia. Esta metáfora puede tener una portada, un prefacio, una tabla de contenido, una serie de artículos con ilustraciones y un índice. La navegación comienza con la tabla de contenido escogiendo el tema que se desea tratar.

**3.9.1.5. HyperWriter.** Algunas de sus características se presentan en la tabla 3.1.

Esta herramienta soporta todos los tipos de medios, excepto la animación. Posee su propio lenguaje de programación muy simple de usar aunque extremadamente

poderoso, lo que permite tener una interfaz para manejar aplicaciones desarrolladas en otras herramientas. Posee su propio procesador de palabras y acepta otros procesadores. También incluye un programa para la captura de gráficas y una variedad de metáforas de enlace.

Una de las principales características del HyperWriter es el mapa de enlace. Este es un mapa gráfico donde se ven todos los enlaces existentes en el sistema. Con éste, el lector puede navegar a través del sistema con la información que éste proporciona. El HyperWriter posee algunas otras características como son el uso de menús, cajas de diálogos y macros entre otras.

**3.9.1.6. Guide.** Es un producto que corre sobre Windows. Algunas de sus características se presentan en la tabla 3.1.

Esta herramienta da al autor de aplicaciones, la facilidad de crear una interfaz gráfica de buena calidad para el usuario y como está integrada con el ambiente Windows, puede acceder a todos los recursos provistos por este sistema tales como editores de texto, plantillas electrónicas, etc., mediante el uso del lenguaje de programación. Las facilidades para navegación son algo escasas, no posee mapas de enlaces, marcadores de páginas o señaladores ("*bookmarks*"), pero se pueden desarrollar a través del lenguaje de programación.

Guide posee su propio procesador de palabras, acepta textos ASCII; además posee un manejador gráfico. Guide acepta gráficas de varios formatos y posee un total control sobre las imágenes, incluyendo posición, tamaño y combinación con otras imágenes. Guide también soporta enlaces a y de imágenes gráficas.

**3.9.1.7. Folio VIEWS Profesional.** Esta es una herramienta profesional. Algunas de sus características están almacenadas en la tabla 3.1.

Esta herramienta tiene un método particular para organizar la información entrada en él. El documento del Folio VIEWS Profesional es llamado una infobase. La infobase contiene el texto, sonido, gráficas y animaciones organizados en bloques de información llamados folios. El autor de la aplicación tiene dos formas para crearla: una es construir la infobase mediante el uso del propio editor que posee el Folio VIEWS Professional; o realizar los archivos en un procesador de palabras para ser luego importados. Cuando los archivos son importados se les aplica un método de conversión. El más común es que cada párrafo del archivo es puesto en un folio, con el fin de poderlos manejar en su propio editor según las necesidades de la aplicación.

El Folio VIEWS Profesional tiene su propio lenguaje de programación y puede manejar otras aplicaciones. Presenta algunas desventajas tales como su limitada capacidad en la edición de las gráficas. El texto y las gráficas no se pueden combinar. La posición y el tamaño de una gráfica no puede ser cambiado una vez es entrada y además no se puede realizar un enlace desde una imagen a más de una localización en la infobase.

**3.9.1.8. Multimedia ToolBook.** Está catalogada como una herramienta profesional. Algunas de sus características principales se enumeran en la tabla 3.1

Esta herramienta trabaja bajo el ambiente Windows utilizando la metáfora de un libro para el desarrollo de las aplicaciones hipermediales. Implementando los enlaces a través de botones y “*Hot-words*” al igual que maneja complejos elementos multimediales como texto, imágenes, animaciones, sonido y vídeo entre otros. Además posee un lenguaje de programación llamado OpenScript con el cual puede realizar diferentes efectos utilizando los distintos medios además de poderse comunicar con otras aplicaciones que corran bajo el mismo ambiente Windows utilizando las tecnologías OLE y DDE típicas bajo este ambiente Windows.

El Multimedia ToolBook posee otras utilidades como correctores de ortografía, manejo de caracteres TrueType e implementa las aplicaciones de búsqueda y recobro de un texto en particular. De otro lado, permite a través de la utilidad Media Packager, distribuir sus aplicaciones hipermediales incluyéndoles los archivos *runtime*, los cuales son de libre distribución para su ejecución. Más detalles acerca de esta herramienta se verán en el capítulo 6.

### 3.9.2 Plataforma Macintosh

Al igual que en la anterior, en ésta existen varias herramientas disponibles, pero las más representativas son las siguientes [Howell, 92]:

- HyperCard.
- Supercard.
- Spinnaker Plus.
- MacroMind Director.
- Authorware Professional.
- Linx Industrial.

En la tabla 3.2 se resumen las principales características de las aplicaciones anteriormente enunciadas y que se detallan a continuación.

**3.9.2.1. HyperCard.** Fue el primer programa Hipermedia en ser difundido. Algunas de sus características se encuentran en la tabla 3.2.

El programa Hypercard permite manejar múltiples ventanas, personalizar los menús, crear o incorporar imágenes e incorporar sonidos en las aplicaciones con una gran facilidad. Posee una metáfora en la que cada tarjeta de una pila de tarjetas es considerada un nodo. Estos nodos pueden contener información en cualquier forma de los medios mostrados en la tabla anterior y puede ser enlazado a otro nodo por medio del Hypertalk que es el lenguaje de programación del Hypercard. La

animación es soportada por la capacidad que tiene de pasar las tarjetas rápidamente, más que por una herramienta destinada para tal fin. No posee un soporte para manejar un disco de vídeo y no tiene soporte para proyectar un vídeo en la pantalla. Estos problemas se pueden superar a través de los comandos externos (XCMDs) y las funciones externas (XFCNs), los cuales son programas escritos en lenguaje de alto nivel que pueden ser llamados desde una aplicación para realizar tareas que no es capaz de hacer el software Hypercard. Una de las desventajas es que no es capaz de realizar una aplicación que corra independiente al entorno de Hypercard; siempre se debe ejecutar primero el Hypercard para poder ejecutar la aplicación.

| Soporta                  | Hypercard | Supercard | Plus | MacroMind Director | Autohorware -Profesional | Linx-Industrial |
|--------------------------|-----------|-----------|------|--------------------|--------------------------|-----------------|
| Animación                | no        | si        | no   | si                 | si                       | no              |
| Gráficas                 | si        | si        | si   | si                 | si                       | si              |
| Vídeo                    | no        | no        | no   | si                 | no                       | si              |
| Sonido                   | si        | si        | si   | si                 | si                       | si              |
| Menús                    | si        | si        | no   | si                 | si                       | no              |
| XCMD y XFCN              | si        | si        | si   | si                 | si                       | no              |
| Depurador                | si        | si        | no   | si                 | si                       | no              |
| Múltiples ventanas       | si        | si        | no   | si                 | no                       | si              |
| Lenguaje de programación | si        | si        | si   | si                 | no                       | si              |
| Aplicación independiente | no        | si        | no   | si                 | si                       | no              |
| Versión IBM PC           | no        | no        | si   | si                 | si                       | no              |

**Tabla 3.2** Características principales de plataforma Macintosh

### 3.9.2.2. Supercard.

Algunas de sus características se presentan en la tabla 3.2

El software SuperCard fue creado por una pequeña compañía llamada Silicon Beach Software para competir con el software HyperCard. Es totalmente compatible con éste. Además presenta algunas características adicionales y mejoras respecto al HyperCard, tales como sus herramientas de dibujo, e integra el color a las imágenes al igual que soporta ya verdaderas animaciones.

El Supercard actualmente tiene su propio medio de animación y en su lenguaje de programación contiene comandos para controlar la acción en los efectos de animación. Una de sus principales diferencias respecto al HyperCard, es su capacidad para crear aplicaciones independientes del entorno del SuperCard. Así se pueden crear aplicaciones que se pueden distribuir libremente. Al igual que el Hypercard, el SuperCard no puede manejar un disco de vídeo y soportar un vídeo en la pantalla, pero también usa los comandos y funciones externas en una forma similar al HyperCard.

### 3.9.2.3. Plus. Algunas de las características del Plus, se muestran en tabla 3.2.

El software Plus soporta menos características que las anteriores herramientas. Su animación es similar a la del software HyperCard (por velocidad en el paso de las tarjetas). No puede crear aplicaciones independientes, pero a diferencia de los anteriores, éste tiene una versión “*runtime*” de distribución libre, con la cual se pueden ejecutar todas las aplicaciones. El software Plus al igual que los anteriores, no soporta el manejo de discos de vídeo, y el manejo del vídeo en la pantalla, pero lo soluciona en una forma similar a los anteriores, por medio de su lenguaje de programación.

El Plus presenta la característica de que existe una versión tanto para plataformas Macintosh como para plataformas IBM PC pudiéndose manejar así, las aplicaciones indistintamente en ambas plataformas.

### 3.9.2.4. MacroMind Director. Algunas de las características del MacroMind Director, se presentan en la tabla 3.2.

Como se puede observar en la tabla anterior, el MacroMind Director es capaz de soportar todos los medios incluyendo el Hipervideo. Esta herramienta soporta el vídeo en una ventana de la pantalla del Macintosh. Cualquier característica que el

MacroMind Director no tenga, puede ser adicionada a través del uso de su lenguaje de programación y usando además los comandos y funciones externas. Existe una versión IBM PC del programa que permite desarrollar aplicaciones a través de las diferentes plataformas. También tiene un poderoso soporte para animación y puede crear aplicaciones independientes.

Existen algunas aparentes desventajas con este software y que son las pocas herramientas de dibujo que maneja para crear sus propias gráficas y extrañamente, MacroMind Director no puede controlar directamente un disco de vídeo.

**3.9.2.5. Authorware Professional.** Algunas de sus principales características se presentan en la tabla 3.2.

EL Authorware Professional es una completa herramienta de autor con soporte para animación, modificación de sonido, controla un disco de vídeo y crea aplicaciones independientes. Presenta un sorprendente problema, y es que no tiene una herramienta de dibujo, ni un lenguaje de programación y no tiene un soporte para el manejo de múltiples ventanas. Es muy costoso, pero su versión académica es relativamente económica, lo cual lo hace una buena opción para el desarrollo de aplicaciones.

**3.9.2.6. Linx Industrial.** Algunas de sus características se muestran en la tabla 3.2

Esta herramienta presenta algunas características que no se enumeran en la tabla anterior. El Linx Industrial puede controlar hasta seis monitores simultáneamente y divide la pantalla de cada monitor en nueve zonas diferentes pudiendo mostrar en cada zona una imagen distinta. Esta herramienta es capaz de manejar tanto un controlador de disco de vídeo como su salida a una pantalla, característica que las anteriores herramientas no pueden hacer directamente. Desafortunadamente el Linx Industrial carece de algunas características básicas que poseen las herramientas

anteriores, tales como el no soportar herramientas propias para dibujo o coloreado, carecer de animación, comandos y funciones externas, depuradores y menús personalizables.

### 3.10 CONCLUSIONES

El análisis contenido en este capítulo nos muestra que la hipermedia es una tecnología apropiada para la presentación y el manejo de la información pero no posee mecanismos adecuados que implementen el razonamiento con el fin de permitir la toma de decisiones. La hipermedia posee la capacidad de manejar los múltiples medios de representación (texto, imagen, sonido, video) para brindar una mejor presentación de la información permitiendo además su administración mediante el modelo teórico de nodos y enlaces, el cual implementa los enlaces lógicos entre las unidades básicas de información.

Al hablar sobre las diferentes clasificaciones de los sistemas hipermediales expuestas en este capítulo, pensamos que en la clasificación de Coclín podemos de acuerdo a la intención de nuestra investigación, clasificar el uso de la hipermedia como un sistema macroliterario, el cual soporta el manejo de las unidades de información en forma no lineal. En la clasificación de Leggett, la clase explorativa promete asumir las capacidades necesarias para nuestra investigación ya que esta nos permitiría organizar los elementos y abstracciones de información logrando su adecuada administración mediante el uso de alguna metáfora conocida para tal fin. Si miramos la clasificación de Rada, la cual se orienta al área de aplicación, clasificaríamos la hipermedia como hipertexto inteligente, ya que nuestro interés es el de combinar la hipermedia con mecanismos que implementen razonamiento como es el caso de los SBC.

La selección del modelo hipermedia es muy importante para el diseño de esta clase de sistemas, ya que el modelo de referencia frecuentemente restringe la funcionalidad de la aplicación resultante. En este capítulo se describieron dos de los más importantes modelos de referencia, el modelo Dexter y el modelo World Wide Web. Estos se diferencian en la filosofía como representan el modelo Hipermedia. Mientras El modelo Dexter presenta un enfoque "Top-Down", el modelo World Wide Web, presenta más bien una propuesta "Bottom-Up". En nuestro caso, utilizaremos una variación del modelo Dexter llamado HRM (definido durante la exposición de la metodología basada en los conceptos y modelos de la ingeniería de software expuesta en este capítulo). La razón de escoger este modelo se basó en que su correspondiente metodología fue la escogida para implementar la tecnología hipermedia en la aplicación que realizaremos más adelante. Este modelo HRM, nos permitirá representar las características principales del modelo hipermedia brindándonos una generalidad e independencia con respecto a las herramientas de desarrollo.

En cuanto al desarrollo de sistemas hipermediales se encontró que estos sistemas pueden ser modelados hasta cierto grado mediante los procesos de la ingeniería de software los cuales brindan una mejor consistencia a las aplicaciones y proveen lineamientos generales para su desarrollo. Pero debido a que estos procesos no tienen en cuenta los aspectos cognoscitivos y estéticos que son fundamentales en el desarrollo de esta clase de aplicaciones, han surgido una serie de metodologías las cuales son más flexibles y permiten incorporar los aspectos creativos y estéticos propios de sus desarrolladores.

Al comparar las metodologías para el desarrollo de aplicaciones hipermediales citadas en este capítulo, encontramos lo siguiente: En el RMM y el OOHDM , los autores enfatizan en la necesidad de un iterativo e incremental ciclo de desarrollo para esta clase de aplicaciones; ellos también consideran que el diseño navegacional y el de la interfaz son importantes actividades. El OOHDM difiere del RMM en que el primero incluye el concepto de los contextos navegacionales y modela

explícitamente en la interfaz y en el estado navegacional de la aplicación, la interacción existente entre la interfaz y el usuario al igual que el efecto de cada evento generado por el usuario sobre el sistema. De otro lado, el método de modelos de procesos de software se diferencia con los dos anteriores en que este cubre todas las fases del ciclo de desarrollo de una aplicación hipermedia mientras los otros solo cubren la fase de diseño. Este modelo se asemeja al OOHDM en el uso de la orientación a objetos, pero a diferencia del OOHDM el método de modelos de procesos de software tiene en cuenta la evaluación y entrega de la aplicación para determinar su calidad.

Aunque cualquiera de los tres métodos anteriores sirven como base para el desarrollo de sistemas hipermediales, en la aplicación que se realizará, se escogió el método de modelos de procesos de software porque brinda la posibilidad de asegurar la calidad de nuestra aplicación en lo referente a la parte hipermedial.

Por último, a pesar que la Hipermedia ha sido utilizada individualmente en diferentes campos de aplicación (educación, guías, catálogos, etc.), la falta de implementar por si misma mecanismos de razonamiento para la creación de aplicaciones que abarquen el manejo de la información y la solución de problemas, ha ocasionado que se busque su combinación con otras tecnologías como es el caso de los SBC. En el siguiente capítulo estudiaremos los sistemas Intelimedia los cuales son el resultado de dicha combinación.

## 4. INTELIMEDIA

La Intelimedia se define como la integración total entre los Sistemas Basados en Conocimientos y los Sistemas Hipermediales conformando un sistema que contiene embebido la inteligencia para el manejo del conocimiento y la información en sus diferentes formas (textual, visual y auditiva), compartiéndolos y mostrándolos. En la Intelimedia se unen la no linealidad de la hipermedia, los métodos para el manejo de la información Multimedia, los enlaces asociativos de la Hipermedial, la representación del conocimiento y una interfaz con el usuario. La intelimedia es una extensión de la Hipermedial a la cual se le incorpora la inteligencia para ofrecer aplicaciones más ricas que los sistemas actualmente disponibles. [Ragusa, 94].

### 4.1 MODELOS DE INTEGRACION

Con la integración de las tecnologías de los Sistemas Basados en Conocimientos, la Multimedia y los sistemas Hipermedial, surgen diseños de arquitecturas que ofrecen ventajas sobre los sistemas tradicionales. A continuación describiremos cinco de las muchas posibles arquitecturas que están basadas en la integración Intelimedia. [Ragusa, 94] Estas son:

- Independiente.
- Traslacional.
- Acoplamiento Débil.
- Acoplamiento Fuerte.
- Integración Total.

#### **4.1.1 Arquitectura Independiente.**

En este tipo de arquitectura cada tecnología es usada independientemente para el desarrollo de una aplicación. Muchas aplicaciones han sido creadas usando independientemente ya sea la tecnología de los SBC o la tecnología Multimedia.

#### **4.1.2 Arquitectura Traslacional.**

Esta es una variación de la arquitectura anterior. En ésta una aplicación es desarrollada en una de las dos tecnologías (SBC o Multimedia) y después se migra a la otra tecnología, por ejemplo de los SBC a la Hipermedia. El orden en el desarrollo está dado por las necesidades particulares del usuario y los requerimientos del sistema final. Este tipo de arquitectura es el primer paso en la integración de estas dos tecnologías. Pocos ejemplos de aplicaciones han sido reportados.

#### **4.1.3 Arquitectura de Acoplamiento Débil.**

Esta se compone de dos módulos, uno basado en SBC y el otro en Hipermedia, en los cuales la comunicación entre ambos se realiza a través de un archivo de datos que los vincula. Para realizar esto, se utiliza la capacidad que poseen la mayoría de las herramientas de generación de SBC para exportar la información manejada por él a un archivo en un formato de base de datos para almacenarla y luego ser utilizada por el módulo basado en Hipermedia. Además de esto las herramientas SBC son capaces de importar archivos externos con lo cual el módulo del SBC importa información manejada y almacenada por el módulo Hipermedia con el fin de manipular su base de conocimientos.

#### **4.1.4 Arquitectura de Acoplamiento Fuerte.**

Una arquitectura de este tipo consiste en dos módulos independientes pero enlazados, uno del SBC y el otro del sistema Hipermedial. Aquí se eliminan los archivos intermediarios usados para la comunicación entre los módulos por la arquitectura anterior. En este tipo de arquitecturas la comunicación entre los módulos se realiza a

través de parámetros directos o mediante el paso de la información de un módulo a otro en forma directa. un ejemplo de esta arquitectura es una aplicación en la cual se aproveche la capacidad que tienen las herramientas de generación de SBC para llamar programas ejecutables directamente y retornar el control al SBC cuando el programa llamado es terminado.

En este tipo de arquitectura podemos tener un SBC que controle directamente la salida de un Sistema Hipermedia a la pantalla, por ejemplo para manejar imágenes, cuadros, caracteres, con la característica de no linealidad de los Sistemas Hipermediales, en apoyo de las necesidades del usuario del SBC

#### **4.1.5 Arquitectura de Integración Total.**

En esta arquitectura ambos sistemas están vinculados totalmente de tal modo que los elementos de los SBC e Hipermedia actúan conjuntamente, compartiendo la información y el conocimiento, permitiendo su comunicación a través de su estructura dual y un razonamiento cooperativo. En esta arquitectura el intercambio entre los elementos del sistema ocurren en tiempo real y en una forma transparente al usuario. Un ejemplo de esta arquitectura es un sistema tutorial inteligente en el cual por medio de múltiples medios, se incluyen las preguntas y demás información, para ser representadas al estudiante por el sistema hipermedia, mientras un SBC está monitoreando su progreso y prescribiendo soluciones.

## **4.2 ORIENTACION DE LA INTEGRACION**

Los beneficios de la integración de los SBC y los sistemas hipermediales en el diseño de un sistema específico y de sus funcionalidades dependen de su orientación. Desde el punto de vista del usuario existen tres orientaciones básicas de integración [Bielawski, 91]:

- El SBC con apoyo Hipermedial.
- El Sistema Hipermedial con apoyo de un SBC
- Los dos sistemas mutuamente apoyados.

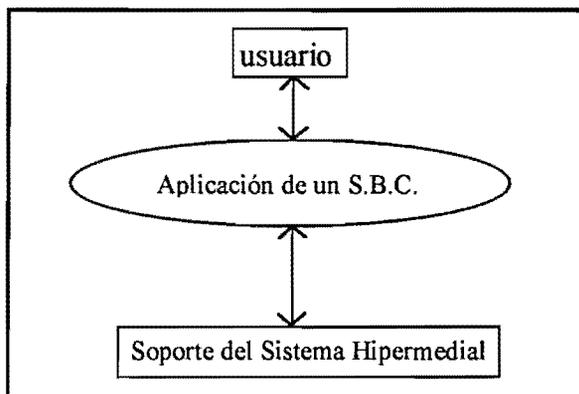
A continuación se dará una visión general de cada una de ellas.

#### **4.2.1 El SBC con apoyo Hipermedial.**

Esta orientación consiste primariamente en un SBC que emplea la Hipermedia en las tareas para la solución de problemas (ver figura 4.1). Un ejemplo de este tipo de integración es un Sistema de diagnóstico, donde los componentes del SBC y la Hipermedia trabajan independientemente pero se complementan. En esta orientación el SBC domina sobre todo el sistema llevando el control procedimental del programa. Este SBC realiza sus tareas a través de los mecanismos formales para la representación del conocimiento y la inferencia, tales como las reglas y árboles de decisión. El conocimiento y la inferencia que representan el corazón del sistema pueden ser obtenidos a través de las técnicas tradicionales del conocimiento y de la inducción. Luego que esta parte del Sistema Total es construido, los componentes de la Hipermedial enriquecen el programa en diferentes formas, tales como proveer una interfaz más amigable, flexible y visualmente más agradable al usuario, localizar una información determinada, proveer programas de navegación y ayudar en las tareas del SBC para asegurar una información más variada y completa que la contenida en una simple línea de texto.

Un ejemplo práctico de este tipo de integración, puede ser una aplicación para ventas que tenga un soporte Hipermedial para explorar el inventario de artículos de un almacén, donde los componentes del SBC realizan las recomendaciones. Este programa podría usar preguntas heurísticas basadas en reglas para guiar al usuario a través de muchas decisiones, dándole una recomendación para sus compras. La Hipermedia podría enriquecer la comunicación entre el SBC y el usuario, haciendo el programa más agradable y útil en todo sentido al realizar las funciones de una

interfaz interactiva con los componentes del SBC. Además la Hipermedia puede ser usada para realizar ayudas en línea, acceder a información crítica, proveer una explicación del proceso del razonamiento o mostrar el dominio en que trabaja el programa. En este último caso los componentes de la Hipermedial trabajan en unión con el SBC para ayudar a centrar al sistema sobre el objetivo específico aumentando el nivel de aplicación del razonamiento. En el ejemplo sobre el consejero de ventas, con esta funcionalidad anteriormente mencionada, los componentes de la Hipermedial pueden ayudar a localizar una clase particular de productos del inventario existente en el almacén.

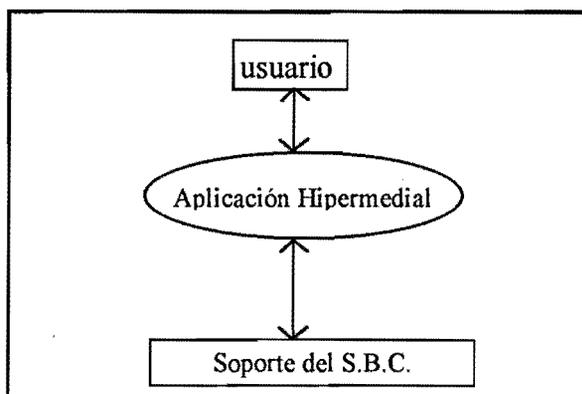


**Figura 4.1** Modelo de un SBC apoyado por un Sistema Hipermedial.

#### 4.2.2 El Sistema Hipermedial con apoyo de un Sistema Basado en conocimientos

Algunos autores se refieren a este tipo de orientación con el término de Hipermedia Inteligente [Herzog, 94] [Arents, 93] [Rada, 91] mientras otros lo conocen como la Hipermedia basada en el conocimiento [Nicolson, 91]. En esta orientación el sistema principal está basado en un sistema Hipermedial, pero contiene un componente de un SBC integrado o embebido (figura 4.2). En este caso una versión Hipermedial de un documento en línea, una colección de gráficas u otra clase de información enlazada conformarán los elementos y la estructura organizacional principal del sistema, acudiendo al componente del SBC para solucionar problemas relacionados

con el conocimiento heurístico o para ayudar a la recuperación de la información dentro de la aplicación.



**Figura 4.2** Modelo de un Sistema Hipermedial apoyado por un SBC

En cuanto a la solución de problemas relacionados con el conocimiento heurístico, el incorporar un SBC al sistema, permite incluir esta clase de conocimiento heurístico además de las habilidades de la inferencia que no se pueden representar en un sistema basado solamente en la hipermedia. Este SBC puede dentro del sistema, resolver problemas relacionados con el diagnóstico, la configuración y la clasificación entre otros, asociando la capacidad del SBC con cualquier nodo del componente hipermedial. Es así como los desarrolladores pueden entonces relacionar el componente SBC a un tema especial tratado por este nodo y poner a trabajar el SBC más efectivamente al limitar su campo de acción al tema relacionado con el nodo. De otro lado, el SBC puede elevar la eficiencia total del sistema mediante el apoyo a los mecanismos de organización y de control que dominan la presentación del componente hipermedial. En resumen, desde este punto de vista, el propósito de la incorporación de un SBC al sistema hipermedial, es entonces lograr producir un sistema que no solo suministre las bondades de la navegación y de expresión que poseen los sistemas hipermediales en forma individual, sino que a través del SBC se suministre el conocimiento basado en la experiencia de un experto, logrando reflejar

adecuadamente su habilidad de conocimiento y adopción de decisiones frente a un problema específico (ver capítulo 1).

En cuanto a la recuperación de la información, es recomendable hacer un estudio un poco más afondo del tema. Normalmente, la recuperación de la información es mirada como una división de la información del sistema hipermedial en un conjunto de la información recobrada y en un conjunto de la información NO recobrada. Teniendo en cuenta el paradigma básico de la hipermedia “nodo-enlace”, la recuperación de la información puede ser vista como una selección de un subconjunto llamado normalmente el conjunto resultante.

La recuperación de la información en un sistema hipermedial es descrita en la forma de consultas, que representan el interés de un usuario particular sobre un tema específico. En otras palabras, una consulta que debe ser expresada en un lenguaje que el sistema entienda, es una representación de las necesidades actuales del usuario en una forma particular. Es así como una consulta puede ser considerada en el sistema, como ítems virtuales de información con lo cual el sistema busca encontrar que ítems reales de la información del sistema son tan similares a estos ítems virtuales.

Normalmente, los modelos de recuperación de información son principalmente focalizados en los procesos de comparación. Existen 3 alternativas principales para este proceso de comparación: Los modelos de recuperación Booleanos, el del vector y el probabilístico. El modelo de recuperación Booleana, está basado en el principio de “coincidencia exacta” mientras los otros dos están basados en el concepto de “la mejor coincidencia”. Es importante recalcar que ninguno de los modelos anteriores toman en consideración una representación particular de los resultados de la consulta. Es así, como todos los modelos de recuperación convencional ven el resultado de la evaluación de la consulta como un conjunto de nodos donde la coincidencia es obtenida. El modelo “coincidencia exacta” no incorpora cualquier forma de clasificar la importancia del conjunto de documentos recuperados. Por media del modelo

“mejor coincidencia” los documentos pueden ser clasificados como de mayor a menor importancia respecto a una información necesitada. En otras palabras, los documentos recuperados pueden ser pesados en orden teniendo en cuenta su importancia relativa a una consulta particular.

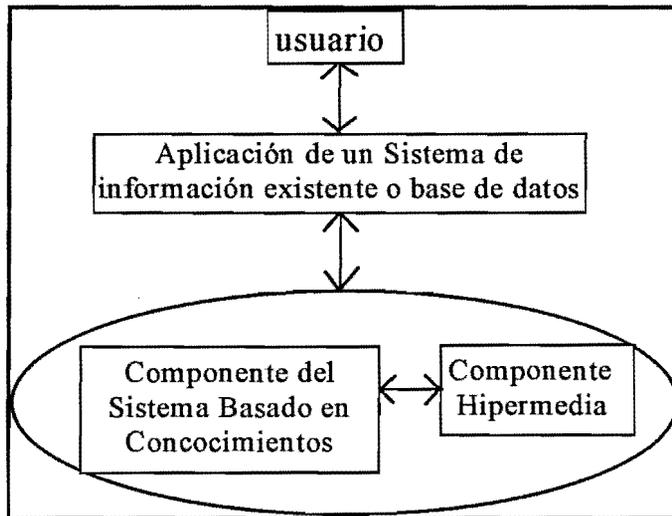
Entonces basándose en lo anterior, tenemos que el componente SBC en esta clase de sistemas, interactúa con el usuario y maneja las bases de datos y programas de recuperación de información basados en los métodos anteriormente descritos, con el fin de apoyar al usuario en la recuperación de una información particular sin tener que conocer explícitamente donde se encuentra dentro de la red, como sucede con los mecanismos de exploración *browsers* que son propios del sistema hipermedial. Es así como los documentos pueden ser estructurados, enlazados y filtrados con el fin de que la presentación del espacio de la información hipermedial se acomode a las necesidades del usuario. Para realizar esto, el SBC aporta su mecanismo formal para interpretar las necesidades del usuario y manejar algunos algoritmos que trasladen estas necesidades al espacio de la información hipermedial. Una gran cantidad de trabajos se han realizado hasta la fecha relacionados con la recuperación de la información [Salton, 83] [Ellis, 90].

Un ejemplo de este tipo de orientación podría ser un sistema para la creación de documentos “inteligentes” los cuales organicen la información sobre un tema determinado. En éste, la información se organiza jerárquicamente con las secciones y subsecciones necesarias. Con la utilización de la Hipermedial se provee un medio para realizar unidades de texto enlazadas mediante el concepto que proporciona la navegación no lineal de la Hipermedial. De otro lado, el SBC embebido en el sistema general, provee una alternativa para la búsqueda de la información contenida en los documentos que maneja el sistema, como también, información adicional de textos o gráficas que no están fundadas en el documento original. En este caso, las dos tecnologías están trabajando juntas para recuperar la información necesaria, con el fin de apoyar al usuario en los procesos decisión.

### 4.2.3 Los sistemas mutuamente apoyados.

En este tercer tipo de orientación, ambas tecnologías comparten igual dominio sobre el sistema, ejecutando cada una, diferentes tareas para soportar a la otra.

Una de las principales aplicaciones de este tipo de orientación es un sistema diseñado alrededor de una información existente tal como una base de datos o un sistema de información (ver figura 4.3). En este modelo la base de datos es el centro de la aplicación cuya información es almacenada en la memoria residente, en el disco duro o en un CD-ROM. Esta información está en forma de texto estructurado o datos, la cual es accesada directamente a través de operaciones de entrada y/o salida de archivos a través de programas especiales.



**Figura 4.3** Modelo de un sistema mutuamente apoyado para un sistema de información o una base de datos.

Al enlazar una base de datos a un SBC se obtiene un gran beneficio. El SBC puede por ejemplo, recuperar información crítica de la base de datos que es necesaria como soporte de una decisión. En tal caso, el SBC puede limitar el alcance de la búsqueda y rápidamente recuperar la información en una forma que hace al programa más eficiente que los sistemas de búsqueda tradicionales. En el futuro esta característica será necesaria debido a la cantidad de información almacenada en las grandes bases

de datos como la almacenada en un servidor, un CD-ROM o la información en línea de una red. Una vez recuperada esta información, puede ser fácilmente enlazada a los componentes Hipermediales del sistema y extender toda la flexibilidad y poder de comunicación del sistema dados por las características que poseen los componentes Hipermediales.

### **4.3 EVOLUCION HISTORICA DE LOS MODELOS DE INTEGRACION**

Es importante observar como ha sido, es y será el desarrollo de los sistemas basados en los diferentes modelos de integración. En la figura 4.4 se resume el pasado (Fase 1), presente (Fase 2), futuro cercano (Fase 3) y el futuro lejano (Fase 4) de estos modelos de integración [Ragusa, 94]. Es importante aclarar que no se puede incluir todas las posibles combinaciones de las diferentes tecnologías (SBC, Multimedia, Hipermedia e Intelimedia) dada su gran variedad, sino que se pretende dar una visión general de las consideraciones de diseño y posibles integraciones más representativas.

#### **4.3.1 Sistemas separados (Fase 1).**

En la figura 4.4. se identifican los modelos de los SBC y Multimedia representados en los tipos 1a. y 1b donde se observa el uso solitario de éstos, orientación que dominó en el pasado. Existen en la actualidad cientos de aplicaciones basadas en estos dos tipos de sistemas. En la figura 1c, se observa el modelo translacional, en el cual una aplicación es desarrollada inicialmente bajo una herramienta de las dos tecnologías y después se traslada su contenido y estructura a la otra tecnología. Estos tres tipos de modelos son importantes ya que fueron la base de los sistemas integrados.

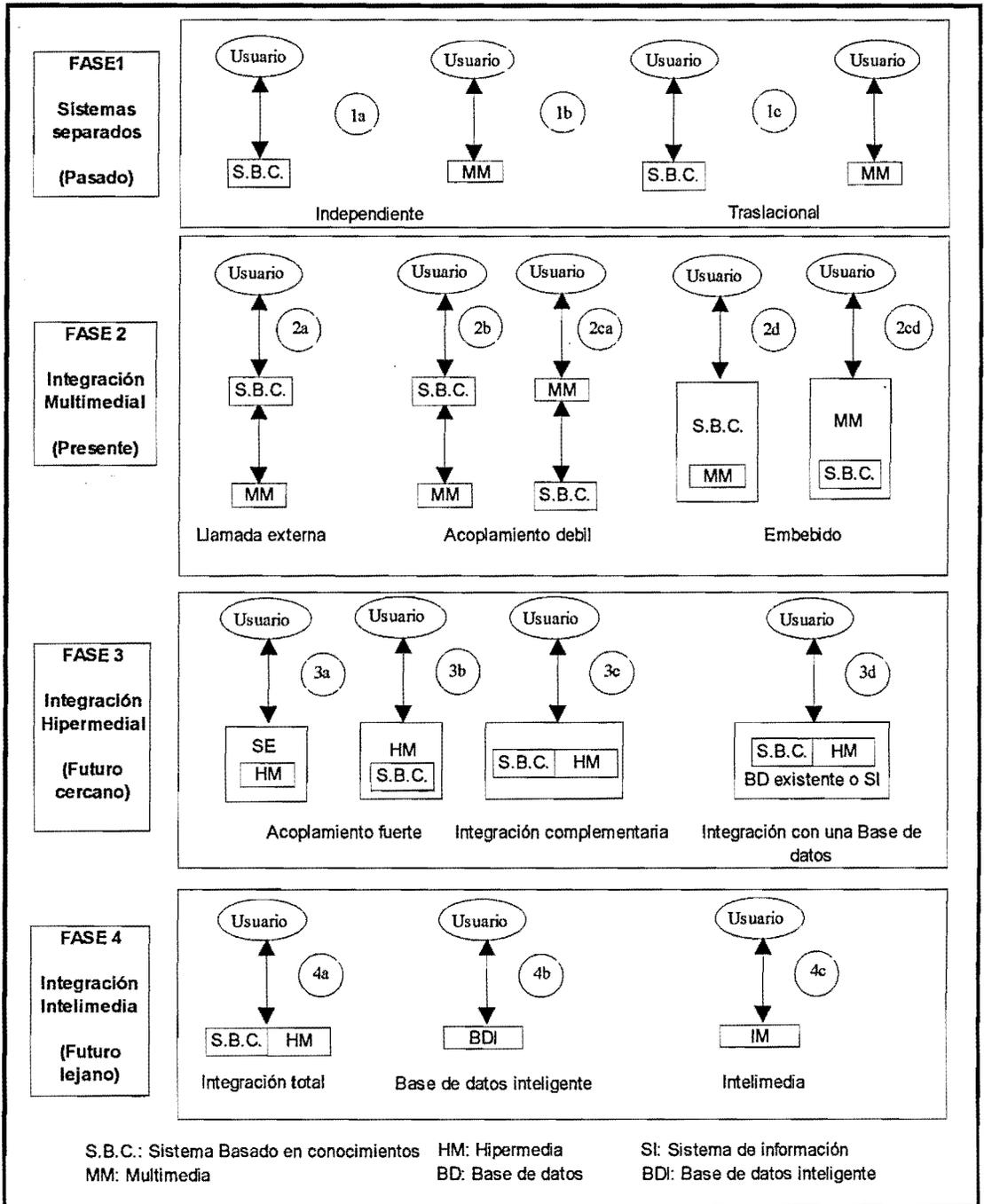


Figura 4.4 Evolución de la integración de los SBC, Multimedia e Hipermedia.

### 4.3.2 Integración de los SBC y los sistemas multimediales (Fase 2)

En esta fase se encuentra el presente del estado de integración correspondiente a la tecnología Multimedia y los SBC (figura 4.4) [Coney, 92]. En el caso 2a, se usa la característica que tienen la mayoría de las herramientas de generación de SBC para

importar y exportar archivos al igual que llamar programas ejecutables externos. Lo que permite, en el primer caso, acceder datos alfanuméricos y textos sin formatos y en el segundo caso acceder a varios medios estáticos y dinámicos (imágenes estáticas, dibujos, animación, audio y video) almacenados en videodiscos y dispositivos WORM permitiendo acceder solo un tipo de medio a la vez [Ragusa, 92] [Ragusa, 90]. Esto permite que las aplicaciones posean una mayor funcionalidad la cual no se lograba anteriormente sin la utilización de grandes volúmenes de código ocasionando que fueran de gran tamaño y costosas.

Los modelos de acoplamiento débil correspondientes a los casos 2b y 2c, muestran el dominio de cualquiera de las dos tecnologías sobre la otra. En estos diseños el concepto de "llamada externa" es expandido para tomar ventaja del manejo que poseen los SBC sobre las bases de datos y hojas de cálculo. Lo anterior permite pasar de intercambiar de manera bidireccional un dato (caso 2a) a compartir archivos de bases de datos entre el módulo del SBC y el módulo del Sistema Multimedial. Un ejemplo del modelo de integración 2b es el desarrollo de un sistema inteligente para manejar una base de datos de imágenes, la cual utiliza al SBC para clasificar y recuperar las imágenes estáticas y la información alfanumérica de una base de datos [Ragusa, 93]. Un ejemplo de la forma 2c, sería un sistema de entrenamiento basado en Multimedia y apoyado por un SBC, el cual se basa en la información de una base de datos, determinando así el modelo del estudiante y las reglas que conducen la presentación de las lecciones correspondientes a dicho estudiante.

Los casos 2d y 2c son los diseños embebidos que representan una mayor integración entre los sistemas Multimedia y los SBC que las simples llamadas externas y los modelos de acoplamiento débil vistos anteriormente. Entre las principales características de estos modelos embebidos tenemos que la interfaz es transparente y el control es mantenido por el sistema dominante y apoyado por el otro. Un ejemplo de un sistema embebido puede ser uno en el cual ya sea el SBC o los sistemas Multimedia contienen una base de datos embebida o un subprograma que fuera de

importancia secundaria al otro. Una aplicación apropiada para cualquiera de los dos casos podría incluir un sistema de ayuda para aplicaciones de diagnóstico de los componentes del computador u otros aparatos de consumo, donde el texto, gráficas y aún imágenes están disponibles para ayudar o guiar este diagnóstico y a los clientes.

### **4.3.3 Integración de los SBC y la hipermedia (Fase 3)**

En esta fase se representa los posibles modelos de integración a desarrollarse en un futuro cercano. Los casos 3a y 3b representan paradigmas de acoplamiento fuerte con una integración transparente. En éstos se utiliza entre los módulos, el paso directo de la información, similar a los sistemas embebidos discutidos anteriormente (caso 2d y 2e). Pero a diferencia de los diseños embebidos estos modelos explotan las ventajas de los enlaces asociativos inherentes en los sistemas Hipermediales.

El tipo de modelo a usar ya sea el 3a o el 3b, es determinado por la metodología de aplicación dominante. Por ejemplo, en aplicaciones del conocimiento se usa el tipo 3a donde el SBC es apoyado por el sistema Hipermedial. De otro lado, aplicaciones dominadas por los medios utilizarán el tipo 3b donde el sistema Hipermedia es apoyado por el SBC. Un ejemplo de cada uno de estos tipos de acoplamiento fuerte sería para el caso 3a un consejero para el consumidor sobre productos de un determinado almacén y para el caso 3b un asistente de información ejecutiva para mejorar los procesos de compartir e interactuar con la información.

La forma 3c. representa la integración complementaria, donde cada sistema soporta al otro en un modo de operación conjunta. En estos sistemas cada tecnología (SBC o Hipermedia) desempeña una tarea independiente y no presenta resultados a la otra. Un ejemplo de este tipo de integración, puede ser un sistema consejero para viajes de vacaciones o de negocios, donde el SBC realiza recomendaciones después de evaluar los gustos sobre el destino del viaje y la disponibilidad de capital. Un sistema separado de Hipermedial puede entonces proveer información sobre los destinos (en

forma de texto), mapas (Ilustraciones), fotografías de los sitios de interés (fotos y videos), audio (narraciones y música) e información de costos (datos).

El tipo 3d, es un híbrido que combina las características de los diseños embebidos (tipo 2d y 2e), el tipo de acoplamiento fuerte (tipos 3a y 3b) y la integración complementaria (tipo 3c) en un contexto de Hipermedia. Para el diseño de esta base de datos apoyada se usa un SBC y un sistema de Hipermedial complementarios con el fin de realizar una interfaz transparente a las bases de datos corporativos y a los sistemas de información existentes, a través del uso del lenguaje SQL. En este modelo el SBC maneja el control heurístico del sistema y el acceso a la base de datos. Los elementos del Sistema Hipermedial soportan una interfaz flexible con el usuario y proveen el acceso a la ayuda en línea. Mientras muchas herramientas del desarrollo de SBC soportan el SQL y el acceso a las Bases de Datos, ninguna herramienta de los Sistemas Hipermediales manejan esta característica por lo cual las aplicaciones de este tipo son limitadas. Un ejemplo sería un consejero agrícola para el caso de plantaciones de cosechas, el cual utiliza una base de datos grande y los enlaces asociativos hipermediales para soportar una guía al usuario y las ayudas en línea.

Este tipo de integración muestra como los SBC y sistemas Hipermediales pueden enlazarse a una base de datos o a un sistema de información para producir un sistema poderoso de decisión. En esta integración el papel que realiza los SBC es muy importante, ya que en muchos casos su objetivo no es el de realizar solamente una decisión sino en obtener suficiente información que nos lleve a tomar una buena decisión [Bielawski, 91]. Esto es importante, ya que nosotros debemos aceptar el hecho de que estamos siempre en una situación donde la disponibilidad de información excede nuestra habilidad para entenderla y hacer uso efectivo de ella. Entonces, para escoger la búsqueda y ayuda nosotros identificamos la información necesaria en un contexto dado, para lo cual el SBC nos proporciona una ayuda invaluable. Una estrategia común puede ser combinar las tecnologías de la

Hipermedia y el SBC en un inteligente “*fron-end*” o “*back-end*” para una base de datos estándar o una aplicación de una hoja de cálculo, con el fin de poder entrar, aplicar y consultar los datos más eficientemente.

#### **4.3.4 Integración intelimedia (Fase 4).**

Esta fase cubre algunos modelos correspondientes a un futuro lejano. Estos modelos no están tan definidos como los anteriores ya que son proyecciones y dependen del desarrollo de tecnologías futuras. Estos tipos de integración tienen varias características en común:

- Permiten a los productores y usuarios del sistema compartir una variedad de información y representación del conocimiento de los SBC y los sistemas Hipermediales.
- Ofrecen una comunicación a través de la naturaleza dual de sus estructuras y redes.
- Soportan completamente el razonamiento cooperativo. Por lo tanto ellos poseen interoperabilidad, lo cual implica la conexión transparente de la información heterogénea, distribuida y los recursos del conocimiento.

Estos tres tipos de integración no se han implementado aún en ninguna aplicación.

En la figura 4.4, el caso 4a, es un modelo que representa la total integración entre los SBC y los sistemas Hipermediales, en un modelo autónomo e independiente. Esta integración es lograda a través de una información compartida, una estructura de representación del conocimiento y enlaces inherentes que permiten la comunicación entre los módulos. Entre las características que posee este diseño se incluyen el facilitar el diseño de sistemas, brindar al usuario modularidad transparente y el control del Sistema en forma autónoma y sin restricciones.

Este diseño está mejor ilustrado por el sistema de apoyo Hipermedial orientado a objetos (HHS), el cual es un modelo conceptual [Garrity, 93]. El HHS es un sistema híbrido que provee al usuario acceso a la Información Multimedial y al conocimiento a través de la integración de tres tecnologías de software: control de la Hiper-navegación del usuario, la Multimedia, y la programación orientada a objetos. La Hiper-navegación, que permite la ramificación a cualquier nodo de información Multimedial y de conocimientos en una red Hipermedial, provee a los usuarios de acceso intuitivo y flexible. El mecanismo de integración para estos sistemas virtuales de información es una metodología orientada a objetos utilizando tópicos de software. Estos tópicos incluyen un código de programas, objetos de ventanas o de pantalla, reglas de producción, objetos Multimedia, información de las base de datos, metaconocimiento y metainformación.

Otro modelo de integración de Intelimedia, es el tipo 4b, el cual soporta directamente a la interfaz del usuario con un mecanismo de base de datos inteligente. Este mecanismo, implementa las características deductivas del modelo de base de datos inteligente orientado a objetos [Parsaye, 89]. Los principales componentes de este modelo completamente integrado consisten en un optimizador, un administrador de transacciones, un administrador de almacenamiento, un administrador de la metainformación, un administrador de la Multimedia y el motor de inferencia. En varios trabajos sobre bases de datos inteligentes se recalca la importancia que tiene la Hipermedia en las bases de datos orientadas a objetos [Khoshafian, 90]. Por ejemplo, las bases de datos relacionales comunes no pueden soportar representaciones naturales de objetos espaciales estructurados en gráficas. Como resultado, las complejas relaciones entre los productos y los objetos Multimedia no pueden ser expresados directamente. Ellos creen que estos problemas serán rectificadas en los sistemas orientados a objetos.

Las bases de datos inteligentes orientadas a objetos conforman una fase importante y necesaria en la evolución de las bases de datos y los modelos de datos. La integración

será requerida en diversos campos tales como los conceptos orientados a objetos, los SBC, la Multimedia, la Hipermedia y la recuperación de la información.

El tipo 4c, es un modelo total de Intelimedia, el cual no ha sido completamente modelado aun. Este es un sistema teórico que incluye varias características como una independencia del usuario, un lenguaje natural bidireccional (o interfaz de realidad virtual) y un acceso completo a la red. Al describir sistemas inteligentes futuros, como los del tipo 4c, se deben entonces identificar varios conceptos y características que deben poseer. Estos deben incluir la capacidad de las bases de datos Multimedia para almacenar, recuperar, editar y eliminar un rango completo de información Multimedia. Las características de la realidad virtual pueden ser incluidas para transformar al usuario en un mundo simulado. Al igual que con otros modelos de esta categoría, el sistema debe poseer una capacidad inteligente de inferencia para representar el conocimiento general y específico, al igual que una capacidad para manejar múltiples atributos del usuario, preferencias, capacidades y objetivos. Los sistemas de ayuda en la navegación (requisito de los sistemas Hipermediales), evitarán la pérdida del usuario en el "Hiperespacio virtual."

Con los modelos de esta fase 4, se otorgarán al usuario capacidades multisensoriales, no lineales, altamente interactivas, personalizadas y con una adecuada orientación.

#### **4.4 CONCLUSIONES**

Al analizar los sistemas intelimedia se encontró que para proponer un modelo de integración entre las dos tecnologías hipermedia y SBC, se debe estudiar en profundidad cada una de ellas con el fin de utilizar los aspectos más relevantes de cada una para obtener sistemas intelimedia de gran potencia y desempeño. Es por esto que una vez estudiadas las tecnologías por separado hemos seleccionado las siguiente características que cada tecnología nos puede aportar para la conformación

de los sistemas intelimedia: Los SBC nos ofrecen la posibilidad de automatizar las estrategias de razonamiento y el manejo de la heurística para la solución de problemas, mientras la hipermedia nos ofrece una interfaz interactiva y la implementación del conocimiento relacional con lo cual lograremos un mejor dialogo con el usuario a la vez que nos permite implementar el conocimiento relacional para la administración de la información.

En el desarrollo de los sistemas intelimedia, juegan un papel importante la selección de la orientación o enfoque de la integración entre ambas tecnologías (hipermedia y SBC) al igual que la apropiada selección de su arquitectura de integración ya que de estos dos aspectos dependerá la funcionalidad del sistema.

Mientras el diseño de sistemas que utilicen las tecnologías hipermedia y los SBC en forma independiente tienden a demostrar que son ineficientes para resolver las exigencias actuales en la modelación del mundo real, creemos que los sistemas intelimedia son la solución en el futuro, debido a sus caracteres distintivos mediante los cuales combinan la capacidad para explotar los poderes de asociación y facilidades de interacción con el usuario junto con su habilidad en usar el conocimiento inferencial para llevar a cabo ciertas tareas o solucionar problemas.

Debido a las características que presentan las herramientas de desarrollo en nuestro medio para manejar el conocimiento relacional y el inferencial, y a que no existe actualmente ninguna en el mercado que implemente ambos en forma completa, se escogieron las siguientes herramientas de desarrollo para realizar la aplicación intelimedia objeto de nuestra investigación: El Multimedia ToolBook v. 3.0. de Asimetrix Corporation, la cual es una herramienta que implementa la tecnología hipermedia y el Level5 Object v. 3.0, de Information Builders Inc, que implementa la tecnología de un SBC, y por ende manejará lo relacionado con el conocimiento inferencial. Estas herramientas se describen en el anexo 6 de este trabajo.

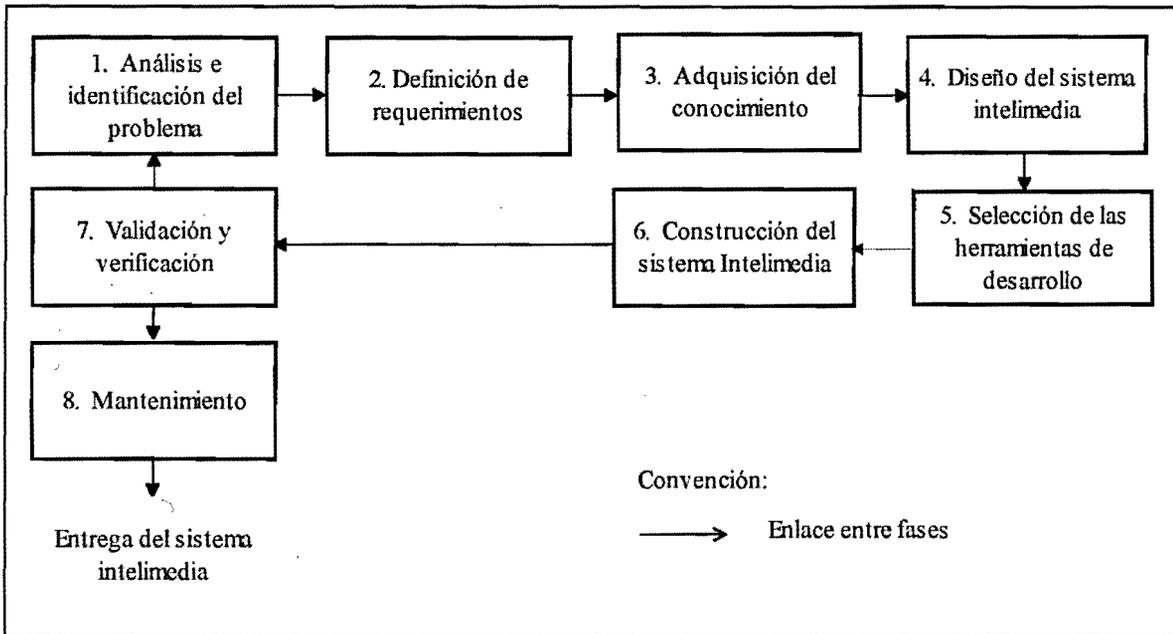
En el siguiente capítulo propondremos una metodología para el diseño de estos sistemas intelimedia, con lo cual esperamos poder brindar las bases para una adecuada guía a los futuros desarrolladores de esta clase de sistemas.

## 5. METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS INTELIMEDIA

En los anteriores capítulos hemos revisado el estado del arte sobre la forma como han progresado los sistemas basados en el conocimiento y los sistemas hipermediales en forma individual al igual que los intentos de integrarlos en un solo sistema como es el caso de los sistemas intelimedia. Es así, como en algunos casos estos modelos intelimedia pueden estar conformados por varios módulos, cada uno con una tarea específica y significativa en el sistema total, siendo el desarrollador consciente del papel que cada componente debe cumplir en él. Es por lo anterior, que el desarrollo de las aplicaciones intelimedia es un proceso complejo que ocasiona costos muy elevados requiriendo de sus diseñadores una gran inversión de tiempo al igual que una alta creatividad y dominio de las diferentes tecnologías multimediales, hipermediales y de la ingeniería del conocimiento. Debido a esta complejidad en el desarrollo de esta clase de sistemas, el diseño de nuevos métodos formales de diseño es una actividad de investigación prioritaria y necesaria para asegurar software de alta calidad en esta nueva área tecnológica.

- En este capítulo, se propone una metodología general para el desarrollo de aplicaciones intelimedia, la cual está basada en una combinación de los métodos formales de desarrollo para los sistemas hipermediales propuestos en el capítulo tres y los procesos de la ingeniería de software [Pressman, 93] y del conocimiento [Rolston, 90].

Esta metodología posee un ciclo de desarrollo evolutivo el cual se repite sucesivas veces, con base en la evaluación del sistema, hasta alcanzar una alta calidad de la aplicación y un alto grado de satisfacción del usuario. Esta metodología se compone de ocho fases como se ilustra en la figura 5.1, a saber:



**Figura 5.1** Metodología para el desarrollo de sistemas Intelimedia

1. Análisis e identificación del problema.
2. Definición de requerimientos.
3. Adquisición del conocimiento.
4. Diseño del sistema Intelimedia
5. Selección de las herramientas de desarrollo.
6. Construcción del sistema.
7. Validación y verificación.
8. Mantenimiento.

## 5.1 FASE 1: ANALISIS E IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

En el desarrollo de cualquier sistema, no se puede comenzar a resolver un problema si no se identifica apropiadamente el mismo. Más aun, la simple presencia del problema no garantiza un enfoque apropiado del sistema a su solución. Es por lo anterior, que los objetivos de esta fase implican:

- Conocer las necesidades iniciales del usuario.
- Realizar la planificación del proyecto.

Esta fase se fundamenta principalmente en la ingeniería del software y el resultado final de esta fase es el informe del análisis el cual contiene la descripción del problema, la viabilidad del proyecto y la planificación del mismo.

### **5.1.1 Las necesidades iniciales del usuario**

Este objetivo se inicia estableciendo una aproximación de las necesidades o requerimientos iniciales del usuario para establecer y definir en forma general el análisis del dominio del Sistema Intelimedia. En este punto se realiza la descripción general del problema.

La identificación de las necesidades iniciales del problema es el punto de partida en el desarrollo de una aplicación. En este paso el desarrollador se reúne con el cliente para definir los objetivos del sistema tales como el tipo de información que se va a obtener, la información que se va a suministrar al igual que las funciones y el rendimiento requerido. El desarrollador se asegura en distinguir entre lo que el cliente necesita (elementos críticos para la realización) y lo que el cliente quiere (elementos deseables pero no esenciales).

Un aspecto importante que se debe tener en cuenta en la solución de un problema utilizando el enfoque de intelimedia es el alcance del problema. En este aspecto, hoy en día se tiende a desarrollar varios sistemas relacionales, asignándole a cada uno una tarea específica y limitada a diferencia de construir un solo sistema inconmensurable. Esto es ventajoso en cuanto a la administración del proyecto ya que un pequeño alcance requiere menos tiempo de desarrollo y por lo tanto una menor espera para su aprovechamiento. En este aspecto la selección de un problema con un dominio restringido incrementa los beneficios de articular el problema. Es muy frecuente que las fallas en el grupo de desarrollo estén en no entender el dominio del proyecto. Una mala definición del problema conlleva a una mala o ninguna solución. En la realización del proyecto intelimedia, formular unas tareas para la solución de problemas restringidos es más viable que para problemas mas extensos. Por lo tanto, iniciar seleccionando exactamente el alcance de un problema es un paso esencial en el desarrollo de los sistemas Intelimedia, para lo cual seleccionar un alcance razonable del problema incrementará las probabilidades de éxito. Es importante enfatizar que la elección del alcance del sistema es subjetiva porque depende de

factores como la relevancia del problema, la disponibilidad de recursos humanos, tiempo y dinero entre otros.

### 5.1.2 La planificación del proyecto

Para lograr este objetivo, se debe desarrollar una descripción bien detallada del esfuerzo en la realización de la aplicación, realizar un análisis de riesgo y definir los recursos necesarios para su desarrollo estableciendo además, las estimaciones de tiempo y costo. El propósito de esta etapa de planificación es proporcionar una indicación preliminar de la viabilidad del proyecto de acuerdo con el costo y con la agenda que se haya establecido. Esta viabilidad se centra en cuatro áreas de interés básico:

- **Viabilidad económica.** Es una evaluación del costo de desarrollo frente al beneficio final producido por el sistema desarrollado. En este aspecto es necesario estudiar los beneficios que traería el desarrollo de este sistema en la solución del problema establecido en la etapa anterior, y la diferencia de la sociedad sobre la cual actúa antes y después del sistema. Algunas posibles preguntas que evaluarían la importancia del desarrollo del sistema son: Incrementa la productividad?, Aumenta las ganancias?, Será utilizado en ambientes de alto riesgo?, Propagará conocimiento?, preservará conocimiento?
- **Viabilidad técnica.** En esta se realiza un estudio de la funcionalidad, el rendimiento y las restricciones que pueden afectar la posibilidad de realización de un Sistema Intelimedia aceptable. La viabilidad técnica es con frecuencia el área más difícil de evaluar en esta fase del proceso de desarrollo del sistema. Las consideraciones que van asociadas normalmente a la viabilidad técnica son:
  - **Riesgo de desarrollo.** En este aspecto, se analiza si el sistema puede ser diseñado de tal forma que las funciones y el rendimiento necesarios se consigan dentro de las restricciones determinados en el análisis.
  - **Disponibilidad de recursos.** Se debe analizar si existe personal calificado para desarrollar el sistema, además de otros recursos como hardware (computadores, digitalizadores, videocámara, etc) y software (tanto hipermedial como basado en conocimientos).

– Tecnología. En este punto se debe reflexionar si la tecnología actual es lo suficientemente desarrollada como para soportar el sistema.

Dentro de los aspectos mencionados anteriormente y debido a que uno de los componentes principales que posee un sistema intelimedia es el de los sistemas basados en el conocimiento, la disponibilidad de expertos que estén dispuestos a aportar su metodología para solucionar los problemas a tratar en nuestro sistema es un factor importante a tener en cuenta. Hoy en día, a diferencia del pasado, es muy frecuente que los realizadores de los sistemas sean los mismos expertos, debido a la facilidad que proporcionan las herramientas actuales para su desarrollo y a la familiaridad de los expertos con los computadores que la época exige. En esta situación, obtener la cooperación del experto no es problema; pero cuando el desarrollador del sistema y el experto no son la misma persona, el desarrollador debe asegurarse al experto que en ningún caso el sistema reemplazará el valor de su experiencia para evitar su desconfianza. Sin embargo, el desarrollador antes de inducir al experto a colaborar, debería investigar primero la habilidad de éste para explicar claramente su metodología en la solución de los problemas ya que existe mucha gente que está dotada en resolver un problema pero absolutamente desfasada en explicar como alcanzaron sus conclusiones y debido a que la solución heurística del problema o las reglas empíricas son esenciales en un sistema Intelimedia, los expertos incapaces de describir sus procesos no podrán contribuir al proyecto. En algunas ocasiones, la participación de más de un experto puede aumentarle valor al proyecto ya que el sistema intelimedia puede servir como depósito de la experiencia de las autoridades que dirigen el mundo en un tópico particular. Sin embargo en este enfoque surgen problemas asociados con la diferencia de opinión entre los expertos. En este caso, el desarrollador del sistema se enfrentará a decidir como el sistema actuará bajo estas iguales circunstancias. La elección de una opinión de un experto sobre el de otro puede causar indisposición entre los expertos y causar un grave problema en el desarrollo del sistema con lo cual es de cuidado la elección de múltiples expertos.

- **Viabilidad legal.** Aquí se estudia la determinación de cualquier infracción, violación o ilegalidad que pudiera resultar del desarrollo del sistema. Es importante en este punto estudiar los derechos de autor de la información a utilizar en el sistema ya sea en forma de texto, gráfica, sonido, video, animación, etc. Este punto es clave para evitar demandas en el futuro, lo cual conlleva al fracaso del sistema.