



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO
DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E
INGENIERÍA

Centro de Investigación en Tecnologías de
Información y Sistemas

*"Sistema de Adquisición de Conocimientos para
el desarrollo de Hipermedias Inteligentes"*

T E S I S

En opción al grado de Maestro en Ciencias Computacionales

Autor: **Yira Muñoz Sánchez**

yimusa@mexico.com

Director: M. en C. María de los Angeles Alonso Lavernia

Tutor: Dr. Argelio V. de la Cruz Rivera
argelio@uaeh.edu.mx



Pachuca de Soto, Hgo., julio de 2003.

México



Oficio No. CITIS-0473/2003

Lic. en Comp. Yira Muñoz Sánchez
PRESENTE.

Por este conducto le comunico que el jurado asignado para la revisión de su trabajo de tesis titulado "**Sistema de Adquisición de Conocimientos para el Desarrollo de Hipermédias Inteligentes**", que para obtener el grado de Maestro en Ciencias Computacionales fue presentado por usted, ha tenido a bien, en reunión de sinodales, autorizarlo para impresión.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

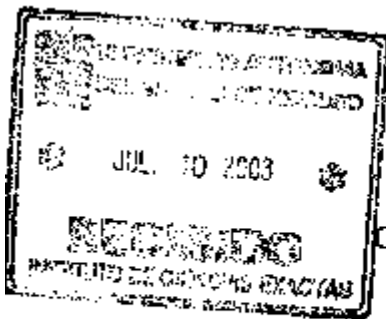
PRESIDENTE: Dr. Omar López Ortega.

PRIMER VOCAL: M. en C. Félix Agustín Castro Espinoza

SECRETARIO: Dra. Aurora Pérez Rojas

PRIMER SUPLENTE: Dr. Julio Waissman Vilanova

SEGUNDO SUPLENTE: Dr. Argelio Víctor de la Cruz Rivera



ATENTAMENTE
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"
Pachuca, Hgo. a 9 de Julio de 2003.

Dr. Roberto A. Hernández Gómez
Coordinador de la Maestría en Ciencias Computacionales.



c.c.p. M. en D. Adolfo Pontigo Loyola.- Director de Control Escolar
c.c.p. M. en C. Raúl García Rubio.- Director del ICBI
c.c.p. Archivo

Índice

Introducción	I
<i>Objetivo General.....</i>	IV
<i>Objetivos Específicos</i>	IV
Capítulo 1. Del Hipertexto a la Multimedia Inteligente	
1.1 <i>Introducción.....</i>	1
1.2 <i>Hipertexto.....</i>	2
1.3 <i>Multimedia</i>	3
1.4 <i>Hipermedia.....</i>	4
1.4.1 <i>Estructura de una Hipermedia</i>	5
1.4.2 <i>Principales desarrollos basados en el concepto Hipermedia.....</i>	6
1.4.3 <i>Ventajas y desventajas de la Hipermedia</i>	8
1.5 <i>De la Hipermedia a la Hipermedia Inteligente.....</i>	9
Capítulo 2. Arquitectura para la Construcción de una Hipermedia Inteligente	
2.1 <i>Introducción</i>	12
2.2 <i>Ambiente para el desarrollo de Sistemas Inteligentes</i>	12
2.2.1 <i>Base de conocimiento</i>	12
2.2.2 <i>Máquina de Inferencia.....</i>	13
2.2.3 <i>Medio ambiente HARies.....</i>	13
2.3 <i>Concepción general de la Hipermedia Inteligente</i>	13
2.4 <i>Estructuras de HARies que utiliza la Hipermedia Inteligente.....</i>	75
2.4.1 <i>Estructura Proposición</i>	15
2.4.2 <i>Proposición Compuesta</i>	16
2.4.3 <i>Estructura Variable.....</i>	16
2.4.4 <i>Estructura Texto de Conclusión</i>	17
2.5 <i>Estructuras de representación de conocimiento de la Hipermedia Inteligente dentro de HARies.....</i>	17
2.5.1 <i>Variable Ejecución de la Hipermedia</i>	18
2.5.2 <i>Variable Estado de la Hipermedia.....</i>	19
2.6 <i>Estructura de la Hipermedia.....</i>	21
2.6.1 <i>Elemento Multimedia.....</i>	22
2.6.2 <i>Nodo Hipermedia.....</i>	22
2.6.3 <i>Acción Hipermedia.....</i>	23
2.6.4 <i>Grupo de acciones asociado a un nodo Hipermedia.....</i>	23
2.6.5 <i>Condición de Sensibilidad.....</i>	23
2.7 <i>Aspectos que proveen un carácter adaptativo de la Hipermedia</i>	24
2.8 <i>Ejemplo de uso de la Hipermedia Inteligente.....</i>	24

Capítulo 3. Base de Datos de la Hipermedia Inteligente

3.1	<i>Introducción</i>	27
3.2	<i>Desarrollo de la BD</i>	28
3.2.1	<i>Análisis</i>	28
3.2.2	<i>Diseño</i>	29
3.2.2.1	<i>Diagrama de relaciones entre las entidades(DER)</i>	33
3.2.2.2	<i>Diagrama lógico</i>	36
3.2.2.3	<i>Diccionario de datos</i>	36
3.2.3	<i>Implementación</i>	40
3.2.4	<i>Operación</i>	40

Capítulo 4. Sistema de Adquisición para una Hipermedia Inteligente

4.1	<i>Introducción</i>	41
4.2	<i>Adquisición de datos y conocimientos de la Hipermedia Inteligente</i>	41
4.3	<i>Adquisición de los elementos de la Hipermedia</i>	42
4.4	<i>Adquisición de los elementos Multimedia</i>	45
4.4.1	<i>Funcionamiento</i>	45
4.4.2	<i>Diseño de clases</i>	46
4.4.3	<i>Edición de textos RTF</i>	48
4.4.4	<i>Edición de imágenes</i>	48
4.5	<i>Adquisición de nodos</i>	57
4.5.1	<i>Funcionamiento</i>	57
4.5.2	<i>Diseño de clases</i>	52
4.6	<i>Adquisición de acciones</i>	52
4.6.1	<i>Funcionamiento</i>	52
4.6.2	<i>Diseño de clases</i>	54
4.7	<i>Adquisición de grupos de acciones</i>	56
4.7.1	<i>Funcionamiento</i>	56
4.7.2	<i>Diseño de clases</i>	57
4.8	<i>Adquisición de páginas estáticas</i>	57
4.8.1	<i>Funcionamiento</i>	59
4.8.2	<i>Diseño de clases</i>	59

Capítulo 5. Sistema para la Adquisición de las Estructuras Ejecución y Estado de la Hipermedia Inteligente

5.7	<i>Introducción</i>	61
5.2	<i>Sistema HAries A</i>	61
5.2.1	<i>Ubicación de las estructuras Ejecución y Estado dentro del ambiente HAriesA</i>	61
5.3	<i>Adquisición de la Variable Ejecución</i>	62
5.3.1	<i>Funcionamiento</i>	62
5.3.2	<i>Jerarquía de clases</i>	64
5.4	<i>Adquisición de la variable Estado de la Hipermedia</i>	66
5.4.1	<i>Funcionamiento</i>	66

5.4.2 Jerarquía de clases.....	67
Conclusiones.....	69
Trabajos futuros	71
Anexo A.....	73
Anexo B.....	77
Referencias.....	86

Índice de figuras

Capítulo 1. Del Hipertexto a la Multimedia Inteligente

<i>Figura 1.1</i>	<i>Esquematación del concepto Hipermedia.....</i>	<i>4</i>
<i>Figura 1.2</i>	<i>Esquema de una Hipermedia.....</i>	<i>5</i>

Capítulo 2. Arquitectura para la construcción de una Hipermedia Inteligente

<i>Figura 2.1</i>	<i>Concepción General de la Hipermedia Inteligente.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 2.2</i>	<i>Ubicación de las estructuras ejecución y estado de la Hipermedia dentro del ambiente HARies.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 2.3</i>	<i>Estructura Hipermedia.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2.4</i>	<i>Texto T5 de la Hipermedia.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 2.5</i>	<i>Resultado de activar el nodo N₂ caso 1.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 2.6</i>	<i>Resultado de activar el nodo N₂ caso 2.....</i>	<i>26</i>

Capítulo 3. Base de Datos de la Hipermedia Inteligente

<i>Figura 3.1</i>	<i>Diagrama de relaciones entre las entidades iniciales.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 3.2</i>	<i>Diagrama de relaciones entre las entidades.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 3.3</i>	<i>Diagrama de relaciones final.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 3.4</i>	<i>Modelo lógico de la BD resultante del paso del diagrama E/R al modelo relacional.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 3.5</i>	<i>Diagrama lógico normalizado.....</i>	<i>39</i>

Capítulo 4. Sistema de Adquisición para una Hipermedia Inteligente

<i>Figura 4.1</i>	<i>Ambiente general para la adquisición de la Variable Hipermedia.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 4.2</i>	<i>Clases para la manipulación del ambiente general.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 4.3</i>	<i>Diagrama de clases del módulo de adquisición de la Hipermedia.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 4.4</i>	<i>Pantalla para la adquisición de multimedios.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 4.5</i>	<i>Diagrama de clases de la aplicación para la adquisición de elementos multimedia.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 4.6</i>	<i>Interfaz para la edición de texto enriquecido.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 4.7</i>	<i>Interfaz para la edición de imágenes sensibles.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 4.8</i>	<i>Diagrama de clases de la aplicación para la adquisición de las zonas sensibles asociadas a una imagen.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 4.9</i>	<i>Pantalla para la adquisición de nodos.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 4.10</i>	<i>Diagrama de clases de la aplicación para la adquisición de nodos.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 4.11</i>	<i>Pantalla para la adquisición de acciones.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 4.12</i>	<i>Diagrama de clases de la aplicación para la adquisición de acciones.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 4.13</i>	<i>Pantalla para la adquisición de grupos de acciones.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 4.14</i>	<i>Pantalla para la adquisición de páginas estáticas.....</i>	<i>57</i>

<i>Figura 4.15</i>	<i>Diagrama de clases de la aplicación para la adquisición de grupos de Acciones.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 4.16</i>	<i>Diagrama de clases de la aplicación para la adquisición de páginas estáticas.....</i>	<i>60</i>

Capítulo 5. Sistema para la adquisición de las estructuras Ejecución y Estado de la Hipermedia Inteligente

<i>Figura 5.1</i>	<i>Diagrama de clases de las variables ejecución y estado dentro de HAriesA.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 5.2</i>	<i>Interfaz de la variable Ejecución de la Hipermedia.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 5.3</i>	<i>Clase propias para la adquisición de la estructura ejecución.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 5.4</i>	<i>Interfaz para la variable Estado de la Hipermedia.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 5.5</i>	<i>Clase propias para la adquisición de la estructura estado.....</i>	<i>68</i>

Índice de Tablas

Capítulo 3. Base de Datos de la Hipermedia Inteligente

<i>Tabla 3.1</i>	<i>Entidades iniciales</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 3.2</i>	<i>Definición de entidades iniciales</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 3.3</i>	<i>Matriz de relaciones entre entidades</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 3.4</i>	<i>Definición de relaciones iniciales</i>	<i>33</i>

Resumen



Resumen

Los desarrollos logrados durante las últimas décadas, dentro del ámbito de la computación han permitido representar y manejar la información a través de diversos medios tales como textos, videos, sonidos, imágenes, animaciones, etc. Gracias a la combinación de estos medios (Multimedia), y a la técnica del Hipertexto, ahora se cuenta con ambientes Hipermedia que ofrecen más posibilidades para desarrollar sistemas con mayor riqueza expresiva y una mejor organización.

Sin embargo, a pesar de que estas herramientas ofrecen una manera diferente e intuitiva para explorar la información, su comportamiento es idéntico para todo tipo de usuario, lo cual no permite una correcta adaptación al conocimiento del mismo y por consiguiente no pueden brindar la información que éste requiere de una forma automática y racional. Es por esa razón, que una de las principales desventajas de los sistemas Hipermediales es la incapacidad de adecuarse a los usuarios.

En el presente trabajo se desarrolla un sistema de adquisición como base para la construcción de Hipermedias basadas en técnicas de Inteligencia Artificial, que constituye un ambiente visual por medio del cual se pueden adquirir los diversos multimedios que formarán parte de la Hipermedia y los conocimientos que posibilitarán condicionar la navegación en dependencia del tipo de usuario. El uso de técnicas de Inteligencia Artificial (IA) brinda a este tipo de sistemas ventajas con la representación de los conocimientos que se manejan, lo cual resultaría muy complejo el poder lograrlas con el empleo de técnicas de programación convencional.

La incorporación de conocimiento a la Hipermedia se realiza mediante tres estructuras creadas para ello: Estructura Hipermedia, Estructura Ejecución y Estructura Estado. Los datos y los conocimientos de cada uno de los elementos de la Estructura Hipermedia, que servirán como base para el proceso de ejecución, se almacenan en una Base de Datos (BD) desarrollada para ello y que se genera automáticamente para cada Hipermedia de carácter específico que se cree. El conocimiento asociado a la Estructura Ejecución y a la Estructura Estado se almacena en la Base de Conocimiento (BC) del sistema HArises.

El desarrollo de estructuras propias para construir la Hipermedia, ejecutarla y controlar su estado, tiene como objetivo proporcionar los conocimientos necesarios al sistema para que presente un comportamiento "inteligente".

El ambiente de adquisición creado está dividido en tres módulos, para manejar cada una de las estructuras mencionadas. La incorporación de estas estructuras que permiten agregarle información sobre la operación, organización y ejecución a los sistemas, tienen la finalidad de dotarlos con conocimientos para lograr una navegación personalizada. De esta forma, se brinda a los sistemas Hipermediales de una capacidad de razonamiento, ampliando sus posibilidades para poder tomar decisiones de forma automática y poder brindar al usuario respuestas variables de acuerdo a sus necesidades de búsqueda y recuperación de información.

El dinamismo presentado en las zonas sensibles, en los grupos de acciones a ejecutar en dichas zonas y en la creación de las páginas a visualizar, durante el proceso de ejecución de la hipermedia, representa la característica más relevante de una Hipermedia Inteligente, puesto que permite a la Hipermedia comportarse de manera variable dependiendo de los conocimientos del usuario y de las acciones ejecutadas por éste.

Introducción

Introducción

La necesidad de una mejor presentación y recuperación de información a través de los documentos electrónicos, ha cambiado como consecuencia de los avances en el área computacional y de las necesidades de los usuarios. Los documentos electrónicos son el principio de la revolución dentro del manejo de la información a nivel computacional y el punto de partida para llegar a los sistemas Hipermediales que existen en la actualidad.

Los documentos electrónicos, al igual que los libros impresos, permiten almacenar la información para preservarla y difundirla, además de organizarla en páginas de manera lineal para ofrecer al usuario una mayor interacción con éstas mediante la computadora [10].

El Hipertexto, a diferencia de los documentos electrónicos, asocia la información mediante ligas que permiten al usuario ir de una idea a otra mediante zonas sensibles y de una manera no secuencial [26]. Esta técnica ofreció mayor flexibilidad que los documentos electrónicos para recuperar información, debido a que permite ir directamente a la información que se requiere, sin tener que seguir una secuencia fija durante la cual se visualiza información que en la mayoría de los casos no es la deseada.

Los elementos que constituyen un Hipertexto son: páginas que contienen texto previamente definido (nodos), y las ligas o enlaces que conectan a dichos nodos y que se representan mediante textos sensibilizados [21]. Esto implica que los enlaces permiten la navegación a través de los nodos, que se representan en las páginas mediante zonas sensibles.

Otro importante desarrollo dentro de estas tecnologías fue la aparición de la Multimedia, la cual vino a ofrecer mayor riqueza en la forma de presentar la información hacia el usuario mediante sonido, imagen, video y otros; permitiendo así, la posibilidad de desarrollar sistemas capaces de manipular estos medios y de esta manera ofrecer al usuario ambientes más expresivos en la forma de presentar la información.

La Multimedia mejora las interfaces tradicionales presentadas al usuario, que se basaban sólo en texto, ofreciendo beneficios importantes que atraen y mantienen la atención y el interés de aquel, incidiendo positivamente en la retención de la información presentada, durante la recuperación de la misma.

El surgimiento de la Multimedia conduce a que las bondades del Hipertexto y de esta nueva técnica se combinen para dar surgimiento al concepto de Hipermedia:

- El Hipertexto permite explorar los datos siguiendo diferentes secuencias, de acuerdo a las zonas sensibles que active el usuario.
- La Multimedia proporciona una gran riqueza de presentación en los tipos de datos, dotando de mayor flexibilidad la expresión de la información.

De esta manera, la Hipermedia amplía el concepto de Hipertexto con la inclusión de técnicas Multimedia, que permiten representar la información mediante distintos medios (texto, sonido, imagen, video, animación), además de ofrecer al usuario una interfaz que permite manejar distintos tipos de información de una forma no lineal [31].

Por sus características, la Hipermedia se ha convertido en una herramienta muy utilizada para crear sistemas que ofrezcan mayores posibilidades al presentar al usuario la información de una manera más organizada, intuitiva y comprensible. Como ejemplos de esta técnica podemos mencionar]- los sistemas de ayuda, diccionarios, enciclopedias y manuales, entre otros.

Dentro de los sistemas que nos permiten desarrollar este tipo de herramientas podemos mencionar el ToolBook, Help Magician, Director, Authorware, Dreamweaver, Studio MX, Fireworks, etc. Estos permiten crear ambientes en donde se combinan diferentes elementos Multimedia y texto para ofrecer una mejor presentación de la información, previamente definida, al usuario.

Sin embargo, a pesar de la relevancia que han adquirido las técnicas Hipermediales, se ha podido constatar que las mismas presentan ciertas desventajas entre las que se destacan las siguientes:

- ‡ Presentan un comportamiento estático que no responde de una manera eficaz a las necesidades presentadas por el usuario, debido a que la información y las zonas sensibles que se muestran en las páginas son fijas y dichas zonas presentan siempre la misma información, sin tomar en cuenta los requerimientos y las condiciones de búsqueda del usuario [8]. Este comportamiento llega a ocasionar que al usuario se le otorgue información que no siempre necesita y que la manera de presentarle dicha información no sea la adecuada.
- ‡ Puede llegar a desorientar al usuario durante el proceso de búsqueda, ya que en un momento determinado el usuario no sabe dónde está, cómo llegó a ese punto y desconoce lo que debe hacer para encontrar la información que requiere, o llegar a su objetivo inicial; perdiéndose así en la dimensión del contenido de información [10].
- ‡ En ocasiones, como consecuencia de un mal diseño, la búsqueda de información en estos ambientes implica un esfuerzo adicional para el usuario, debido a que los sistemas Hipermediales no cuentan con interfaces más intuitivas; en donde no se usen de forma masiva e innecesaria los multimedios y no se generen enlaces sin sentido.
- ‡ La interactividad del usuario con estos sistemas es casi nula [10].

Con el fin de solucionar los problemas mencionados, surge el interés de los investigadores en estas áreas por desarrollar técnicas que permitan personalizar la navegación y disminuir la desorientación que sufre el usuario con el uso de los sistemas Hipermediales tradicionales.

Una de las soluciones encontradas [15] parte de la posibilidad de proporcionar a los nodos de los sistemas Hipermediales la capacidad de razonamiento. En el mismo trabajo se considera que es necesario otorgar conocimiento, mediante el uso de algoritmos, para guiar al usuario a través del ambiente de información.

Otra técnica utilizada para ofrecer una información más personalizada, fue la jerarquización del conocimiento en distintos niveles (sistema KN-AHS). Aquí, el usuario es ubicado en un nivel y se le proporciona la información propia de dicho nivel [23].

La creación de una estructura para controlar la información presentada al usuario se presenta en el sistema AVANTI. Dicha estructura consta de varias páginas con código HTML que hace referencia a multimedia que se encuentran almacenados en una BD y sólo se ejecutan partes de las páginas de acuerdo a la información solicitada por el usuario [23].

La incorporación de una base de conocimientos en donde se almacenan las estrategias para controlar la presentación de la información y de las zonas sensibles, es otra técnica que surge y se implanta en el sistema MIRACLE [23].

Para resolver el problema de adaptabilidad, en el sistema *Adaptive Intelligent Hypermedia using XML*, se desarrolla una estructura basada en dos modelos; el de estudiante, en donde se almacenan los datos del usuario, y el de dominio, que almacena la información del tema, también cuenta con un módulo de manejo dinámico, el cual es el encargado de generar las páginas que se mostrarán al usuario en base a la información de los modelos antes descritos [4].

El desarrollo del presente trabajo tiene como finalidad adquirir los datos y conocimientos necesarios para construir Hipermedias de carácter inteligente, mediante la incorporación de conocimiento de diversos tipos; dicho conocimiento determinará la navegación del usuario a través del sistema Hipermedia!, debido a que definirá la información que visualizará el usuario, los medios a través de los cuales se visualizará esta información, así como los nodos que se le presentarán.

La incorporación de conocimiento se realiza a través de un conjunto de estructuras para la representación del conocimiento, que han sido definidas para tal efecto y que incorpora a estos sistemas posibilidades para razonar y obtener conclusiones de manera automática, otorgando al usuario la información necesaria apegada a sus necesidades de información.

Una de las principales diferencias entre las Hipermedias tradicionales y el modelo propuesto, se encuentra en los nodos, ya que en las primeras un nodo representa una página completa que puede tener varias zonas sensibles con enlaces hacia información previamente establecida, mientras que en la segunda, un nodo representa uno o varios grupos de acciones a ejecutarse. La ejecución de estos grupos de acciones determina la información y las zonas sensibles que se presentarán al usuario.

En este trabajo se crea un sistema de propósito general para la adquisición y manipulación de información relacionada con la creación de Hipermedias inteligentes, en la que se mezclan los elementos propios de este tipo de tecnologías (multimedios e Hipertextos) y conocimientos para su ejecución de manera inteligente. El conocimiento que se adiciona se maneja y se procesa con técnicas de IA, lo cual posibilita la creación de sistemas capaces de razonar y tomar decisiones de manera automática.

Para poder desarrollar el sistema planteado, se definieron los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Desarrollar un sistema para la adquisición de conocimientos y multimedios computacionales como base para la construcción de Hipermedias Inteligentes.

Objetivos Específicos:

1. Análisis, diseño e implementación de la BD para el almacenamiento de los multimedios y las estructuras de representación del conocimiento de la Hipermedia Inteligente.
2. Diseño e implementación de un sistema para la adquisición de la Hipermedia.
3. Diseño e implementación de un módulo para la adquisición de la estructura de evaluación del estado de una Hipermedia.
4. Diseño e implementación de un módulo para la adquisición de la estructura de ejecución de una Hipermedia.
5. Diseño e implementación de estructuras para la representación de textos e imágenes con zonas sensibles asociadas con conocimiento para su evaluación dinámica.
6. Desarrollo de editores para adquirir y manipular textos e imágenes enriquecidas.

El sistema de adquisición que se ha desarrollado, se divide en tres módulos: en el primero se adquieren los multimedios y los conocimientos propios de cada uno de los elementos que conforman la Estructura de la Hipermedia, en el segundo, los conocimientos para la Estructura Ejecución de la Hipermedia, en donde se define la ejecución de ésta, y en el tercer módulo los conocimientos de la Estructura Estado de la Hipermedia, que controla el estado de ejecución.

El desarrollo de una Estructura para la Hipermedia, permite que este sistema sea de propósito general y que llegue a convertirse en una Hipermedia de carácter específico cuando se definan los elementos que debe contener. El proceso de construcción de una Hipermedia como la propuesta consiste en la definición de las siguientes componentes:

- **Elementos Hipermedia:** se refiere a cada uno de los medios: imágenes, texto, sonido, video, etc.
- **Acción Hipermedia:** representan una expresión o conocimiento que permite ejecutar, en dependencia de su cumplimiento, los elementos multimedia definidos en ella. Las acciones Hipermedia pueden ser clasificadas en grupos y a cada uno de

estos grupos se les puede asociar una condición que permita evaluar cuando tendrá sentido su análisis o cuándo no.

- **Nodos:** es un conjunto de grupos de acciones asociados con una zona de texto o imagen.

En la Hipermedia propuesta, las zonas sensibles son variables y su presentación va a depender del cumplimiento de una condición que llamamos "condición de sensibilidad"; la cual determina, en base a una condición de análisis y el contexto en que se encuentra el proceso de ejecución, si una determinada zona perteneciente a una imagen o texto aparecerán sensibilizados. Esta condición representa otra estructura que se incorpora en el modelo propuesto.

Una vez sensibilizado el texto o la imagen, su activación puede provocar que se ejecute uno o varios grupos de acciones diversas. Estos grupos de acciones se encuentran asociados a dichas zonas, que representan nodos, y su ejecución también está condicionada al comportamiento del usuario durante la interacción con el sistema. La realización de una determinada acción involucra un proceso de análisis, de razonamiento o de inferencia; esto permite que las páginas se generen de manera dinámica, y se combinen diferentes multimedios en su presentación.

Para manejar los elementos de la Estructura Hipermedia para cada caso en particular y tomando en cuenta que los datos de estos elementos necesitan ser almacenados de manera lógica para facilitar su acceso, se diseñó una BD relacional que posibilita la creación, mantenimiento y procesamiento de la Hipermedia Inteligente. Esta BD se genera automáticamente al iniciar el proceso de adquisición de una nueva Hipermedia, o se abre para una Hipermedia existente, y contiene además de las tablas para almacenar toda la información de la Hipermedia, tablas adicionales para el proceso de ejecución que serán utilizadas y actualizadas durante la interacción con el usuario. Cabe destacar que los datos que se almacenen en la BD durante el proceso de adquisición, tienen como objetivo adecuar la ejecución de la Hipermedia a las necesidades del usuario.

La BD al contener tanto los multimedios como el conocimiento necesario para manipular éstos en dependencia del cumplimiento de determinadas condiciones, representa una base de conocimientos para la Hipermedia que se construye. Esta base de conocimiento será el soporte, de este sistema, que permitirá almacenar y organizar todos los componentes e información sobre la operación, organización y parte de la ejecución del mismo. Esto permitirá dotar al sistema de información y estrategias para poder tomar decisiones de manera "inteligente" con respecto a:

- El uso de los diferentes elementos Multimedia.
- Momento y forma de activación de los multimedios.
- Construcción de las páginas, de manera automática, en base a las necesidades de los usuarios.
- Presentación de textos e imágenes sensibles.

Por lo tanto, la BD tiene la posibilidad de ser flexible y presentar un comportamiento adaptativo para las Hipermedias.

La creación de una interfaz amigable, con editores de zonas sensibles en textos e imágenes, para la adquisición de los elementos de la Estructura Hipermedia se crea en base a la necesidad de manipular el contenido de la BD de una manera sencilla.

La manipulación de la BD se realiza mediante el motor de BD Microsoft Jet utilizando tecnología DAO (Data Access Object) y se conecta con la interfaz de usuario de tipo gráfico. Esta interfaz proporciona la funcionalidad necesaria para la preparación y el manejo de los elementos: multimedios, nodos, acciones, grupos de acciones y páginas estáticas.

Por su parte, la creación de la Estructura Ejecución de la Hipermedia, tiene como objetivo controlar la manera en que se activa una Hipermedia, es decir, a través de ésta se puede definir si se desea que la misma inicialice con la visualización de una página previamente definida, a la que denominamos *página estática*, o que por el contrario, su inicialización este dada por la creación dinámica de una página de acuerdo al proceso de ejecución de uno o más grupos de acciones.

La Estructura Estado de la Hipermedia permite evaluar constantemente el estado en que se encuentra el proceso de ejecución. Esta evaluación la realiza tomando en cuenta cada nodo que ha sido activado por el usuario, el número de veces que se ha activado, las veces que se ha mostrado, y los grupos de acciones que se han ejecutado al activar dichos nodos. Mediante la información que provee esta estructura es posible personalizar la información y las zonas sensibles que se mostraran a cada usuario, dependiendo de sus necesidades y sus acciones durante la navegación.

Estas dos estructuras de representación de conocimiento se almacenan en la BC del sistema HAries, debido a que su ejecución se realizará en este sistema, por lo que fue necesario construir dos módulos para adquirir los conocimientos asociados a cada una de ellas dentro de HAries.

El enfoque utilizado para crear la aplicación, fue el orientado a objetos debido a que se apega más a la realidad, es más flexible, permite la reutilización de código y la extensión de aplicaciones, además que facilita el mantenimiento de la aplicación.

La programación de la aplicación, así como la construcción y manejo de la BD, se realizó en el lenguaje Visual C++. Este lenguaje de propósito general permite crear aplicaciones de carácter visual y con un enfoque orientado a objetos, además proporciona un ambiente gráfico, compuesto por diferentes ventanas que facilitan la administración y edición de los recursos y del código de las aplicaciones. Aunado a esto, permite **crear** y manipular bases de datos mediante clases ya definidas haciendo uso de la tecnología DAO.

El desarrollo de una Hipermedia en este sistema consiste primero en la generación de la BD, de manera automática, para almacenar los datos y conocimientos que deben adquirir de cada elemento de la Estructura Hipermedia, posteriormente se define la forma en la que se ejecutará la Hipermedia mediante la Estructura Ejecución de la Hipermedia, y para evaluar dicho proceso de ejecución se utiliza la Estructura Estado de la Hipermedia.

Podemos considerar que el sistema de adquisición con el modelo propuesto presenta las siguientes características:

- La BD se genera o se retoma una existente, de acuerdo a la Hipermedia de carácter específico sobre la cual se desee trabajar.
- Se monitorizan y manipulan los datos y conocimientos almacenados en la BD.
- Permite modificar los datos y los conocimientos una vez adquiridos.

Así se tiene que el sistema para la construcción de Hipermedias inteligentes, del cual forma parte el sistema de adquisición, tiene por objetivo construir Hipermedias que presenten las siguientes características:

- El hiper-espacio, posee la capacidad de adaptarse automáticamente al usuario.
- La Hipermedia es capaz de tomar decisiones de manera automática.
- Permite implantar nodos dinámicos.
- Es posible el acceso a diversos tipos de información, mediante una zona sensible.
- La presentación de las zonas sensibles hacia los usuarios se determina en base a una condición de sensibilidad.
- La activación de las zonas sensibles provoca la ejecución de uno o más grupos de acciones.

Para facilitar la comprensión del trabajo realizado, este documento se ha organizado en seis capítulos. En el primero se explican los distintos tipos de sistemas para la presentación y recuperación de información que se han usado a través de los años, iniciando desde los libros electrónicos hasta los sistemas Hipermedia actuales.

La teoría que sustenta el desarrollo del presente trabajo se trata en el capítulo 2. En él se explica cada una de las estructuras de representación del conocimiento creadas para este sistema: la estructura de la Hipermedia que permite representar y almacenar los conocimientos de los elementos que forman la Hipermedia, y las estructuras: ejecución y estado de la Hipermedia que permiten definir y controlar, respectivamente, el proceso de ejecución de la misma.

En el capítulo 3 se muestra el análisis y diseño de la BD que se desarrolló para almacenar los datos y los conocimientos de cada uno de los elementos Hipermedia: elementos multimedia, nodos, acciones, grupos de acciones y páginas estáticas.

El módulo de adquisición, así como las vistas que lo integran, para cada elemento componente de la Hipermedia Inteligente, se describen en el capítulo 4.

En el capítulo 5 se muestra una explicación de las interfaces de la aplicación, para la adquisición de los elementos de las estructuras estado y ejecución de la Hipermedia.

Posteriormente, se muestran dos anexos; el anexo A describe los tipos de las estructuras denominadas proposiciones y en el Anexo B se detallan las características de los datos

pertenecientes a la BD que se desarrolla en este trabajo (Diccionario de Datos) y, finalmente, se presentan las referencias que se citan a lo largo del documento.

Capítulo

1

**Del Hipertexto a la
Multimedia Inteligente**

Del Hipertexto a la Multimedia Inteligente

1.1 Introducción

Los avances que se han presentado dentro del ambiente computacional en los últimos tiempos, y la gran demanda de información que aumenta cada día, han hecho posible el desarrollo de los **Documentos Electrónicos**. Éstos, a diferencia de los manuales impresos, pueden ser distribuidos más fácilmente, son mucho más manejables, su reutilización es sencilla, la búsqueda en ellos es más rápida y fácil, incluyen distintos medios como audio, video, animación y gráficos, que crean un ambiente dinámico y mejoran la presentación de la información, para que ésta sea más fácil de comprender [10].

La incursión de los documentos electrónicos comienza con la aparición de los libros electrónicos, que son libros de texto llevados a la computadora para manipularse a través de ella.

Los libros electrónicos permiten la búsqueda de información siguiendo un orden, lo cual ocasiona el tener que visualizar mucha información no deseada antes de llegar al objetivo deseado, desventaja que vino a solucionar la técnica del "Hipertexto", que ofreció un mayor acceso a numerosos y extensos materiales escritos de una manera más interactiva ya que el texto es organizado por páginas a las cuales se podía acceder mediante palabras resaltadas, sin tener que seguir un orden para llegar a la información deseada [7].

Como consecuencia de los avances en el área computacional, con respecto a la representación de la información mediante distintos medios (imagen, video, sonido, etc.) y retomando las ventajas que ofrece el Hipertexto, surge la Hipermedia, la cual permite la recuperación de información de una manera no secuencial y dicha información puede ser presentada a través de los medios antes mencionados.

Estos avances han permitido contar con sistemas que ofrecen un ambiente más dinámico, al poder ir dentro de todo el espacio de información de un lugar a otro, y agradable, al no tener que captar la información sólo a través de texto.

1.2 Hipertexto

El Hipertexto, o texto no lineal, es una herramienta que permite asociar la información de carácter textual mediante ligas, las cuales son presentadas al usuario a través de palabras o fragmentos de texto sensibilizados. Esta sensibilidad, permite que el usuario pueda navegar dentro del espacio de información saltando de una idea a otra, de una forma no secuencial [29]. Una ventaja que ofrece es que permite seguir, al leer, una tendencia natural mediante una asociación, como lo hacemos con las ideas de manera mental, y no utilizando índices.

Esta tecnología de información se ha definido y destacado debido a las ventajas que proporciona; sin embargo no todos los Hipertextos implementados y que se encuentran disponibles, cumplen con todas las expectativas de los usuarios.

Un sistema Hipertexto, en términos ideales, debe cumplir con las siguientes características [13]:

- Debe proporcionar un medio adecuado para organizar y presentar información poco o nada estructurada, no ajustada a esquemas tradicionales y rígidos.
- Tener asociada una interfaz de usuario que por sus características oriente al usuario hacia la información que el solicita, ya que debe imitar el funcionamiento de la mente humana, para que el usuario no realice grandes esfuerzos para obtener la información que desea.
- Ser un ambiente compartido: Como la información se encuentra distribuida debe poder ser accesada en forma concurrente por varios usuarios.
- Funcionar como un ambiente colaborativo. Un usuario puede crear nuevas referencias entre dos documentos en forma inmediata e independiente de los tipos de contenido, haciendo crecer su hiperdocumento sin generar cambios en el hiperdocumento referenciado. Estas referencias pueden estar incrustadas en el documento, de modo que aunque éste se cambiara de instalación, el enlace seguiría proporcionando acceso a la información referenciada.
- Asociar varios mecanismos de recuperación y búsqueda de información a través de las navegaciones que pueden dirigir al usuario durante la navegación o las que no dirigen la navegación.

La idea del Hipertexto fue propuesta por Vanner Bush en 1945 como una manera diferente para plasmar la información. Él propuso un sistema denominado "*memex*" (*MEMory EXtender*) que se basaba en microfichas y la información era organizada en forma asociativa, tratando de imitar la memoria humana, lo que permitía una consulta con mayor rapidez y flexibilidad. La aportación principal de este sistema fue permitir un acceso de manera asociativa e ir de un concepto a otro directamente [5]. Debido a este aporte, Bush es considerado como el "Padre del Hipertexto".

Las ideas surgidas con respecto al Hipertexto, fundamentalmente las de Vanner Bush, sirvieron como base para que en 1963 Doug Engelbart desarrollara el primer sistema hipertextual. Este sistema, denominado *Argument NLS*, fue desarrollado para automatizar una oficina y consistía en guardar toda la información requerida dentro de un espacio de trabajo compartido y poder hacer referencia a esa información mediante mensajes electrónicos o haciendo referencias de manera cruzada [3]. *Argument NLS* ayudó a aumentar las capacidades humanas y la productividad, y para 1968 se convirtió en un sistema colaborador orientado a personas alejadas geográficamente [7].

Aunque la idea del Hipertexto ya había surgido, no fue sino hasta 1965 cuando Ted Nelson crea la palabra "Hipertexto" definiéndolo como "un cuerpo de material escrito o pictórico interconectado de manera compleja que no podría representarse de manera adecuada en papel". Estas ideas fueron plasmadas en su proyecto denominado *Xanadu*. En dicho sistema se pretendía crear un repositorio donde se almacenara toda la información que se escribiera y que podría relacionarse con otra para acceder a ella de forma interactiva [26].

Aunque el primer sistema con tintes hipertextuales ya había sido presentado por Engelbart, no fue sino hasta 1967, cuando se realizó la primera aplicación hipertextual funcional, el sistema *HES (Hypertext Editing System)*, que fue desarrollado por Andries Van y Ted Nelson.

Dentro de HES, los datos se conformaban en segmentos, los cuales eran conectados de dos formas:

1. Ligas dentro del texto, representadas por asteriscos, que permiten al usuario ir de un segmento a otro.
2. Ramificaciones, que podrían ser seleccionadas en un menú situado al final del segmento.

Este sistema fue comercializado posteriormente como *FRESS (File Retrieval and Editing System)* [21].

HES ofrece una organización asociativa tratando de facilitar la comprensión de ideas, sin embargo, no permite presentar la información de una manera más participativa, como lo hace la Multimedia al incluir medios de diversa naturaleza, ya que sólo incluye al texto como único medio de expresión.

13 Multimedia

Multimedia es una herramienta que permite combinar diferentes medios de distinta naturaleza como son: video, sonido, imágenes, animación y texto. Estos medios conducen la información de distintas maneras, y sirven como soporte para la comunicación proporcionando un mayor grado de potencialidad al intelecto [10].

La Multimedia amplía las posibilidades de expresión de la información gracias a la riqueza de datos que proporciona, además, permite la exploración y presentación de los datos en diversas secuencias de acuerdo a las necesidades del usuario.

La estructura de la multimedios consta de tres elementos: medios, tecnología y productos; los medios comprenden el video, sonido, imágenes, animación y texto; dentro de la tecnología se encuentran los elementos de hardware, CD-ROM, almacenamiento óptico, etc., y finalmente, entre el software podemos mencionar interfaces, tutoriales, libros electrónicos, etc. [31].

1.4 Hipermedia

El concepto de Hipermedia surge para identificar la fusión entre Hipertexto y Multimedia, como se ilustra en la figura 1.1.

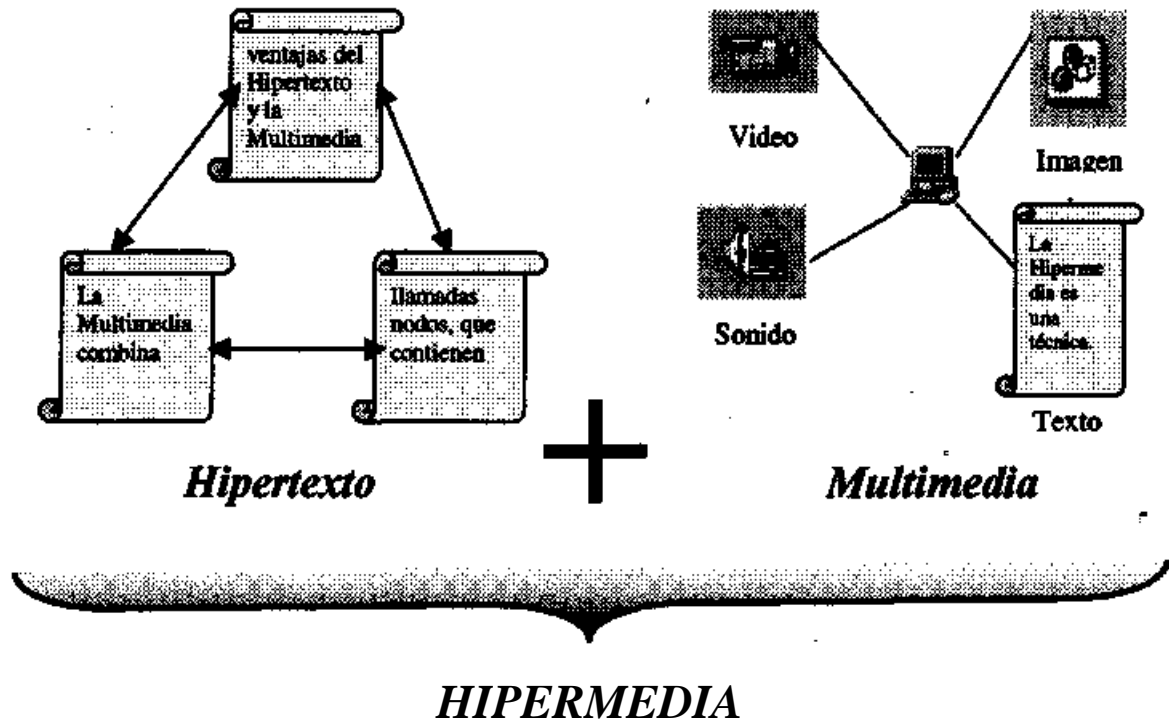


Figura 1.1 Esquematización del concepto Hipermedia

El término Hipermedia, es usado para identificar la construcción, almacenamiento y recuperación no secuencial de diversos medios computacionales, que como se observa contiene el concepto de Hipertexto también.

Algunas ventajas que proporciona la Hipermedia son las siguientes [10]:

- Intenta imitar el funcionamiento de la memoria humana, debido a las facilidades que proporciona al usuario para encontrar lo que desea.
- Permite acceder a la información de diferentes maneras. El documento puede ser leído de una manera secuencial o no secuencial, la navegación se puede realizar mediante enlaces o utilizando otros mecanismos y se puede consultar la información similar a como se consulta en una BD.
- Es un medio muy adecuado para manejar la información (estructurada o no) que no se apega a los esquemas tradicionales.
- La información puede ser distribuida, permitiendo la comunicación entre usuarios que se encuentran separados físicamente.
- Facilita la distribución de la información en módulos.

1.4.1 Estructura de una Hipermedia

Una Hipermedia se representa, generalmente, a través de nodos y enlaces. Los nodos pueden ser considerados como unidades de información que se representan mediante páginas o pantallas de información, mientras que los enlaces representan las relaciones o ligas entre los nodos.

En la figura. 1.2, se visualiza la simulación de una Hipermedia hipotética en la que se muestra el monitor en la parte superior y la organización nodo-enlaces en la parte inferior.

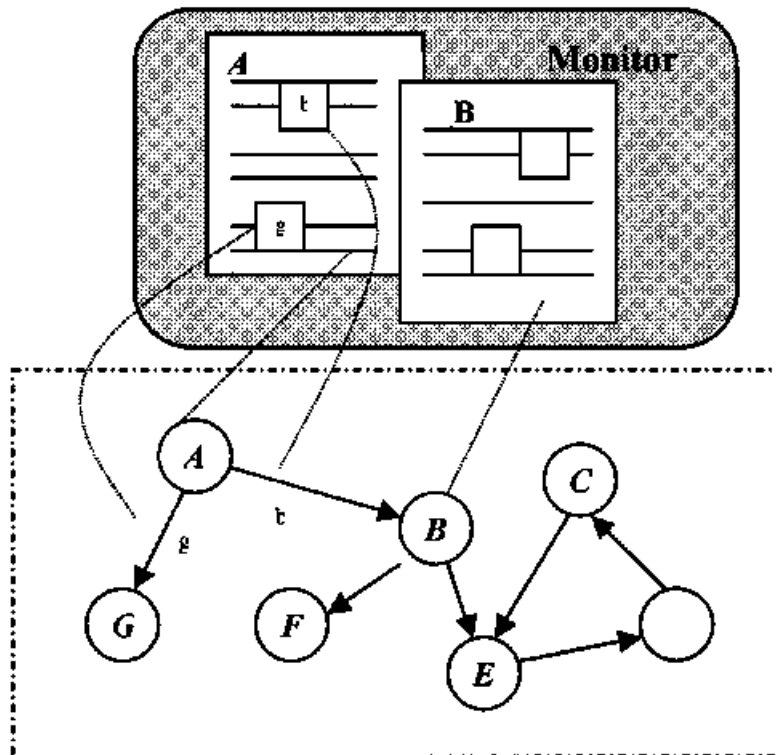


Figura 1.2 Esquema de una Hipermedia

Las letras mayúsculas representan los nodos que contienen páginas de texto, imágenes, videos u otro medio y las letras minúsculas son las zonas sensibles que le permiten al usuario acceder a la información y que representan además, las ligas mediante las que se enlazan los nodos.

En el monitor se visualiza la información contenida en el nodo A y al activar la zona sensible "b" aparece la información del nodo B. Esta pequeña simulación presenta de manera general la estructura en la que basan su comportamiento los sistemas actuales. Dicha estructura permite recuperar la información mediante zonas sensibles con la desventaja de que siempre se mostrará la misma información en una determinada zona sensible.

1.4.2 Principales desarrollos basados en el concepto Hipermedia

Dentro del campo de la Hipermedia, el sistema *NLS (On Line System)* fue uno de los primeros en alcanzar un logro relevante [12], ya que en él se almacenaron más de 100,000 piezas de información a través de las cuales los usuarios podían navegar mediante ligas. La característica más importante de este sistema, fue el estar estructurado mediante referencias cruzadas.

El surgimiento de *ZOG*, un "sistema Hipermedia distribuido para administrar el conocimiento de las organizaciones", sirvió como base para que en 1975 se construyera el sistema *KMS (Knowledge Management System)*; considerado como el precursor de la Hipermedia moderna que podía soportar múltiples usuarios y anotaciones [1].

En el año de 1977, un grupo del Centro de Investigación de Palo Alto Xerox, diseña el sistema Hipermedia portable "*Dynabook*", constituido por una pantalla plana con interfaz gráfica y un ambiente de lectura/escritura. La comunicación se realizaba mediante ligas y redes de trabajo [19].

También desarrollaron una versión no portable de *Dynabook* que tenía las siguientes características:

- Interfaces orientadas a niños.
- Estructura de animación que podía ser editada durante la reproducción.
- Soporte para crear simulaciones.
- Animación de audio.
- La música podía ser editada de acuerdo a las preferencias del usuario.

Uno de los primeros sistemas Hipermedia que fueron implementados fue *Aspen Movie Map* en el año de 1978 y fue desarrollado por Andrew Lippman en el Laboratorio de Tecnología Media del Instituto de Massachussets [21]. Este sistema usaba dos pantallas; una para un mapa de calles y construcciones de Aspen Colorado y otra para discos de video. Los usuarios tenían facilidades para navegar en el mapa moviéndose hacia atrás, hacia adelante, arriba o abajo y con la posibilidad de situarse directamente en la parte del mapa que se deseaba, además de poder saltar directamente a la dirección correspondiente de un video.

En los años 80's, Corporaciones Nacionales Europeas de Telecomunicación empezaron a ofrecer al público los servicios de los sistemas *Video Text* [21]. Estos sistemas estaban basados en una red de computadoras alrededor de la nación, y eran accesibles al público vía telefónica, además, podían ser modificados mediante un conjunto de televisores o terminales similares. Ofrecían características de Hipermedia como: la entrega de datos no textuales, la integración de características de comunicación y cooperación, así como el acceso a terabytes de información (directorios telefónicos, registros de propiedades del suelo y documentos de enciclopedias).

Para 1983 Ben Shneiderman desarrolló en la Universidad de Maryland el sistema *TIES (The Interactive Encyclopedia System)*, comercializado como *HyperTies*, su característica más sobresaliente era que contaba con una interfaz fácil de usar, además de que ofrecía

breves descripciones acerca de los documentos desplegados antes de activar las ligas, que al ser activadas eran presentados en la primera página [32].

En el año de 1985, aparece el primer sistema hipertextual comercial en producción denominado *Document Examiner*, desarrollado por Janet Walker [35]. El sistema se basaba en el paradigma de un libro y a diferencia del sistema Xanadu, guardaba por separado la función de usuario de la función de autor. Una cantidad considerable de metadatos de este sistema era asistida como versión de números, palabras clave, tipo de registro y una descripción corta o larga para todos estos datos.

Otro innovador sistema que surgió en 1985, fue *Intermedia*, desarrollado por Norman Meyrowitzen en la universidad de Brown. Este se basó en el sistema HES y a partir de él surgieron los sistemas *Internorte*, en 1989, e *IRIS Hypermedia Services*, en 1992 [22].

El sistema *Intermedia* se caracterizaba por contar con una interfaz de usuario gráfica, donde los contenidos de cada documento se podían visualizar en múltiples ventanas superpuestas y se utilizaban ligas bidireccionales.

Un año más tarde, en 1986, Peter Brown desarrolla el sistema *Guide* en la Universidad de Kent [27]. Este sistema fue el primero distribuido comercialmente para un conjunto de computadoras personales cuyos archivos sólo podían ser intercambiados entre computadoras Macintosh y PC's de IBM. Una característica sobresaliente de este sistema, es que se utilizaron diferentes tipos de ligas; una flecha para una liga hipertextual común, una estrella para aparecer notas de repente y una cruz en círculo para el reemplazo en línea.

Otro avance que se dio en este mismo año, 1986, fue la creación de **Textnet**; que es un sistema enfocado a apoyar a la comunidad científica en línea dentro de la edición de texto, anotaciones y críticas. Su autor fue Trigg en la Universidad de Maryland [23].

Textnet es concebido como un sistema basado en una red semántica de nodos y ligas, dichos nodos pueden ser pedazos de texto cortos o grandes, o jerarquías compuestas; las ligas podían ser normales, de comentario o de otro tipo con funciones diferentes.

En el año de 1987, surgieron más ideas y sistemas para contribuir al desarrollo de la Hipermedia. El sistema *NoteCards* fue desarrollado por Frank Halasz en PARC Xerox, su misión era proporcionar "ayuda a investigadores y diseñadores para organizar y desarrollar sus ideas" [10]. *NoteCards* se basa en un paradigma de cartas rectangulares que consiste en cartas de forma rectangular que contienen pedazos de datos individuales y son desplegadas cuando las ligas indicadas en la caja de texto son activadas. El sistema puede desplegar múltiples caitas apiladas en una ventana.

Bill Atkinson por su parte, diseñó *Hypercard*, que aunque no se considera como un sistema, ofrece muchas funcionalidades de Hipermedia y presenta las siguientes novedades:

- Una interfaz gráfica de usuario muy simple proporcionando a los usuarios gráficas, video, sonido y ligas interactivas a otras caitas.
- Un lenguaje para usuarios avanzados

- Apertura del formato para incorporar botones, sonidos y otros elementos de acuerdo a las necesidades del usuario.

Dos años más tarde, se publica la primera serie de libros extendida, estos libros electrónicos usaban *Hypercard* para mantener imágenes, ligas y marcadores de libros clásicos [21].

El surgimiento de *HM-Cards*, diseñado por Hermann Maurer en el año de 1993, tuvo como objetivo satisfacer la necesidad de organizar grandes archivos distribuidos en bases de datos como consecuencia del gran crecimiento de internet [32]. *HM-Cards* se caracterizó por ser una herramienta fácil de utilizar para creación y visión de elementos Multimedia que se encontraban conectados, además, contaba con imágenes creadas internamente que consistían de gráficas de vectores para obtener archivos mucho más pequeños [21].

1.4.3 Ventajas y desventajas de la Hipermedia

Los sistemas basados en el concepto de la Hipermedia presentan diversas características que pueden ser consideradas ventajas en relación con el hipertexto. Entre éstas se pueden mencionar las siguientes [31]:

- Integra diferentes medios: imágenes, sonidos, videos, entre otros.
- Ofrece una forma interactiva para la búsqueda de información.

Por otra parte, también se pueden citar diversos problemas o desventajas que presentan las Hipermedias [10]:

- Puede implicar un esfuerzo considerable por parte del usuario para comprender y utilizar las técnicas de recuperación de información de un hiperdocumento.
- Desorienta al usuario cuando navega dentro de un hiperespacio de información con un fin determinado o simplemente activando indiscriminadamente las ligas que se le presentan, puede llegar a perderse, sin tener la capacidad para salir del documento que no es de su interés, ya que no sabe cómo llegó a ese punto y muchas veces el documento no le proporciona el ambiente necesario para que él se pueda ubicar y tomar el camino correcto para llegar a donde desea. Este problema está relacionado con el diseño e interfaz del hiperdocumento.
- Puede ocasionar una sobrecarga de conocimiento, debido a que para utilizar un sistema Hipermedia se requiere de un conocimiento adicional, lo que implica un esfuerzo por parte del usuario. Esto se presenta cuando el usuario debe conocer los procesos a seguir para poder interpretar y conseguir la información que desea, de acuerdo a los distintos medios en los que puede presentársele la información. La interfaz juega un papel muy importante en este punto, ya que ésta debe ser más intuitiva y no saturar los hiperdocumentos con elementos Multimedia innecesarios. Enlazar todo aquello que pudiera parecer relacionado puede desorientar al usuario y provocar una navegación sin un punto fijo.

1.5 De la Hipermedia a la Hipermedia Inteligente

Como consecuencia de las deficiencias de los sistemas Hipermediales antes mencionadas, durante la década de los 90's han surgido nuevos sistemas de este tipo que intentan ofrecer al usuario la información más adecuada a sus necesidades.

En 1995 algunos autores, específicamente Halasz, consideraba que en ese tiempo aún no existía un modelo que permitiera, a través del proceso de inferencia, desarrollar páginas Hipermedia en tiempo de ejecución, además de que los nodos y las ligas deberían contar con "capacidad de razonamiento". El proponía otorgar conocimiento a los nodos y a las ligas y utilizar algoritmos para mapear la utilización de los nodos [15]. Todo lo anterior con la finalidad de crear sistemas capaces de guiar al usuario a través de grandes volúmenes de información conociendo o no el sitio donde se encuentra la información que busca.

La idea de proporcionar conocimiento a los nodos se retoma en esta Hipermedia Inteligente, mediante la asociación de grupos acciones, los cuales generarán las páginas en tiempo de ejecución. Por otra parte, se proporciona conocimiento para condicionar la aparición de los nodos en las páginas.

La creación de un modelo de datos Hipermedia denominado *HM Data Model*, tenía como objetivo lograr una navegación inteligente en una Hipermedia; se basaba en un conjunto de consultas a la BD de la Hipermedia y mediante mecanismos de inferencia guiaba al usuario a través de la información extraída en las consultas [34].

La idea general de la Hipermedia, de la cual forma parte este trabajo, también basa su funcionamiento en la información que se encuentra almacenada en la BD, debido a que en ella se encuentra toda información relacionada a cada multimedia que se puede presentar al usuario, además de almacenar conocimiento como base para el proceso de ejecución

Con la finalidad de proporcionar al usuario una información más útil, empezaron a surgir nuevos sistemas; ejemplo de ello es el sistema *KN-AHS*, que se basa en el grado de conocimiento que tiene un usuario para ofrecerle la información hipertextual [23].

KN-AHS basa su funcionamiento en dos sistemas; uno de ellos es *BGP-MS*, que asigna los usuarios a determinados grupos que se encuentran ya establecidos en una jerarquía, y en base al grupo muestra la información, el otro sistema es *TOOLBOOK* que crea el Hipertexto y la interfaz para ser mostrados al usuario.

El sistema *HYNECOS* (Hypertext Navigation on the Electronic patient reCORD on the Orthopedic ward Section) contiene información de pacientes, personal, enciclopedia médica (incluye imágenes, videos y texto), e instalaciones de un hospital en una BD relacional y basa su funcionamiento en el grado de experiencia de los usuarios, clasificándolos en grupos [29]. El objetivo de *HYNECOS* es reducir el riesgo de perderse al navegar a través de información que no es útil, y al mismo tiempo proteger los datos.

A *VANTI* por su parte, es un sistema que distribuye información Multimedia, contenida en bases de datos distribuidas en la red. Utiliza una estructura denominada IRCS (Information Resource Control Structure) constituida por páginas HTML, que hacen referencia a los multimedios de la BD y ejecuta partes de cada página, dependiendo de los requerimientos del usuario [23].

Los sistemas: *ANATOM-TUTOR*, que conforma un tutorial de anatomía e *HYP-ADAPTER*, tutorial que se basa en seleccionar y presentar preferencias del usuario, se basan en el conocimiento del usuario para adicionar u omitir información y después presentársela [34].

MIRACLE (Multimedia concept Retrieval bAsed on LogiCal query) es un sistema enfocado a proporcionar información de la historia del arte y está constituido por una BD que contiene toda la información referente a dicho tema y una base de conocimientos que se encarga de presentar información hipertextual al usuario con zonas sensibles que permiten acceder a la información de la BD. El funcionamiento de este sistema se basa en un diálogo entre él y el usuario, y con base en las respuestas de este último, se presenta la información requerida [23].

Tomando como base los aportes de cada uno de los sistemas y enfocándose en el surgimiento de técnicas computacionales que pretenden acercarse al funcionamiento de la mente humana, se podrá manejar los datos Multimedia de una manera inteligente mediante la combinación de la Multimedia con la Inteligencia Artificial. Marcando la incursión a una nueva etapa de la Multimedia [18].

El sistema "*A Web based Intelligent Tutoring System*" desarrollado en 1997 basa su estructura en un conjunto de nodos y ligas y un módulo de carácter inteligente para navegar a través de los nodos. Las ligas se generan en base a las necesidades del usuario y de acuerdo a un modelo de estudiante que establece el sistema. Las técnicas de Inteligencia Artificial que se utilizan para proporcionar un carácter inteligente a este sistema son formas de representación del conocimiento, como las proposiciones, y las redes neuronales; mediante las cuales se determinan las estrategias de búsqueda de la información y la habilidad para responder a las preguntas del usuario [25].

En 1998, se terminó de desarrollar el sistema *HYPERMEDATA* (HIPERlinked Multimedia mEDical dATA), y surgió en base a la necesidad, observada en un grupo de hospitales, de unificar sus bases de datos, compartir e intercambiar su diversa información y proporcionar al usuario una mejor presentación para la captura y salida de datos. *HYPERMEDATA*, permitió homogeneizar las bases de datos y conformar sólo una, en la cual se almacenaron: imágenes, información textual, fotografías, tablas de análisis de resultados, datos de consultas, datos de tratamientos médicos, etc. La información se presentó al usuario a través de diversos medios (texto, video e imagen) haciendo uso de ligas [16].

El proyecto denominado "*Adaptative Intelligent Hypermedia using XML*", tuvo como objetivo construir un sistema de propósito general, enfocándose en el problema de adaptabilidad que presentan la mayoría de los sistemas Hipermedia, por lo que modifica la presentación de la información en base al perfil de cada usuario [4].

Este sistema se conforma por dos modelos y un módulo:

- *Modelo del estudiante*: comprende el conocimiento y el perfil del usuario.
- *Modelo de dominio*: contiene la información del contenido de la Hipermedia.
- *Módulo de manejo dinámico*: está compuesto por otros módulos que se encargan de generar las páginas de una forma dinámica, basándose en la información de los modelos antes descritos.

El lenguaje utilizado para este proyecto fue XML, a partir del cual se generaron dos lenguajes; uno para el modelo de dominio y otro para el modelo de estudiante.

Una de las tendencias actuales son las aplicaciones con una arquitectura cliente/servidor debido a que esta última es un principio elemental para el funcionamiento de la World Wide Web esto es, un usuario (cliente) solicita un servicio, páginas HTML, a un servidor mediante un enlace o una solicitud directa del archivo. Este concepto ha evolucionado en dos sentidos: "añadir más inteligencia al servidor" y "añadir más inteligencia al cliente".

Una forma implementada para "añadir inteligencia a los clientes" ha sido *JavaScript* y los *applets de Java*. Por otra parte, los *servelets* son programas que se ejecutan en el servidor y se encargan de recibir y responder a las peticiones de los clientes. Además permiten guardar información acerca de los usuarios y generar, dentro de una página HTML, código de manera dinámica [14].

El desarrollo de este sistema de adquisición se encuentra directamente relacionado con la propuesta De la Cruz y Alonso en 1998 [8] [2], donde se presenta una teoría que permite la inclusión de conocimientos como parte de los elementos de una Hipermedia para lograr que ésta pueda dotarse de capacidades para la toma de decisiones. El sistema desarrollado implementa una evaluación posterior de este tema en la que se amplían las posibilidades del trabajo mencionado.

Capítulo

2

**Arquitectura para la
Construcción de una
Hipermedia Inteligente**

Arquitectura para la Construcción de una Hipermedia Inteligente

2.1 *Introducción*

La generación del sistema como base para construir Hipermedias de carácter Inteligente requiere de una concepción general en donde se establezcan los límites de su aplicación dentro de todo el proceso de desarrollo que se requiere para crear una hipermedia de este tipo.

En el presente capítulo se muestra la concepción general de una hipermedia inteligente, y una descripción detallada de los módulos que se implementaron y que conforman el sistema planteado en este trabajo de tesis. Además, se presentan los fundamentos teóricos en los que se sustenta el trabajo.

2.2 *Ambiente para el desarrollo de Sistemas Inteligentes*

La construcción de SBC surge como consecuencia de las expectativas de los usuarios, que cambian al mismo tiempo que lo hace la tecnología y las herramientas computacionales, debido a que esperan que los programas solucionen sus problemas y se adecuen a ellos sin tener que hacer búsquedas u operaciones complejas para dar solución por ellos mismos.

La Inteligencia Artificial (IA) es una disciplina que se enfoca a resolver problemas de tipo cualitativo, mediante procesos de inferencia y razonamiento con grandes y variados volúmenes de conocimiento [28].

El desarrollo de aplicaciones que puedan actuar de manera Inteligente, se basa generalmente en técnicas de IA. Un SBC está compuesto, principalmente, de una base de conocimientos y una máquina de inferencia [9].

2.2.1 *Base de conocimiento*

La Base de Conocimiento (BC), como uno de los elementos fundamentales de un sistema basado en conocimiento, conforma la estructura computacional en donde se almacena toda la información necesaria sobre determinado problema y se especifica el manejo de sus partes, así como la toma de decisiones con éstas.

La Base de Conocimiento está conceptualizada a través de la fusión de dos elementos: un *conjunto de hechos o conceptos* y un *conjunto de relaciones* entre los elementos del conjunto anterior. Los elementos de estos conjuntos son representados mediante FRC.

2.2.2 Máquina de Inferencia

Selecciona, decide, interpreta y aplica el conocimiento en las diferentes estructuras dentro de la BC, para dar solución a los problemas que se planteen.

2.2.3 Medio ambiente HAries

HAries es un lenguaje para la programación del conocimiento diseñado para desarrollar sistemas basados en conocimiento.

Este lenguaje cuenta con un conjunto de estructuras o FRC que permiten representar conocimiento de muy diverso tipo y un conjunto de máquinas de inferencia que posibilitan el procesamiento de estas estructuras.

Para construir una aplicación con este lenguaje se cuenta con dos módulos principales:

- El sistema de adquisición de conocimiento HAriesA.
- El sistema para la consulta de la BC HAriesC.

HAriesA es un ambiente diseñado con todas las facilidades para la construcción y mantenimiento de la BC, mientras que HAriesC es un sistema que tomando como base la información almacenada en la BC, las máquinas de inferencia que procesan los diversos tipos de estructuras y las respuestas del caso particular que se consulta, es capaz de brindar conclusiones y/o recomendaciones al usuario que interactúa con dicho sistema.

2.3 Concepción general de la Hipermedia Inteligente

La concepción general de la Hipermedia de carácter inteligente propuesta en este trabajo, se muestra en la figura 2.1. En este se presentan las componentes principales de una Hipermedia inteligente y su relación con el sistema HAries.

Este sistema comprende una interfaz de usuario gráfica dividida en tres módulos; en el primero, se adquieren cada uno de los elementos de la Estructura Hipermedia: elementos Multimedia, nodos, acciones, grupos de acciones y páginas estáticas, que se almacenan en una BD creada para dicho fin y los conocimientos para ejecutarlos inteligentemente. Además cuenta con un editor de zonas sensibles en texto e imágenes.

En el segundo módulo se adquiere el conocimiento correspondiente a la Estructura Ejecución, relacionada con la forma de ejecutar la Hipermedia, y en el tercero el conocimiento para la Estructura Estado de la Hipermedia que posteriormente se usará, para controlar su ejecución.

El conocimiento de las dos últimas estructuras mencionadas anteriormente, se almacenará en la base de conocimiento, propia del ambiente HAries, para controlar el inicio y el estado del proceso de ejecución.

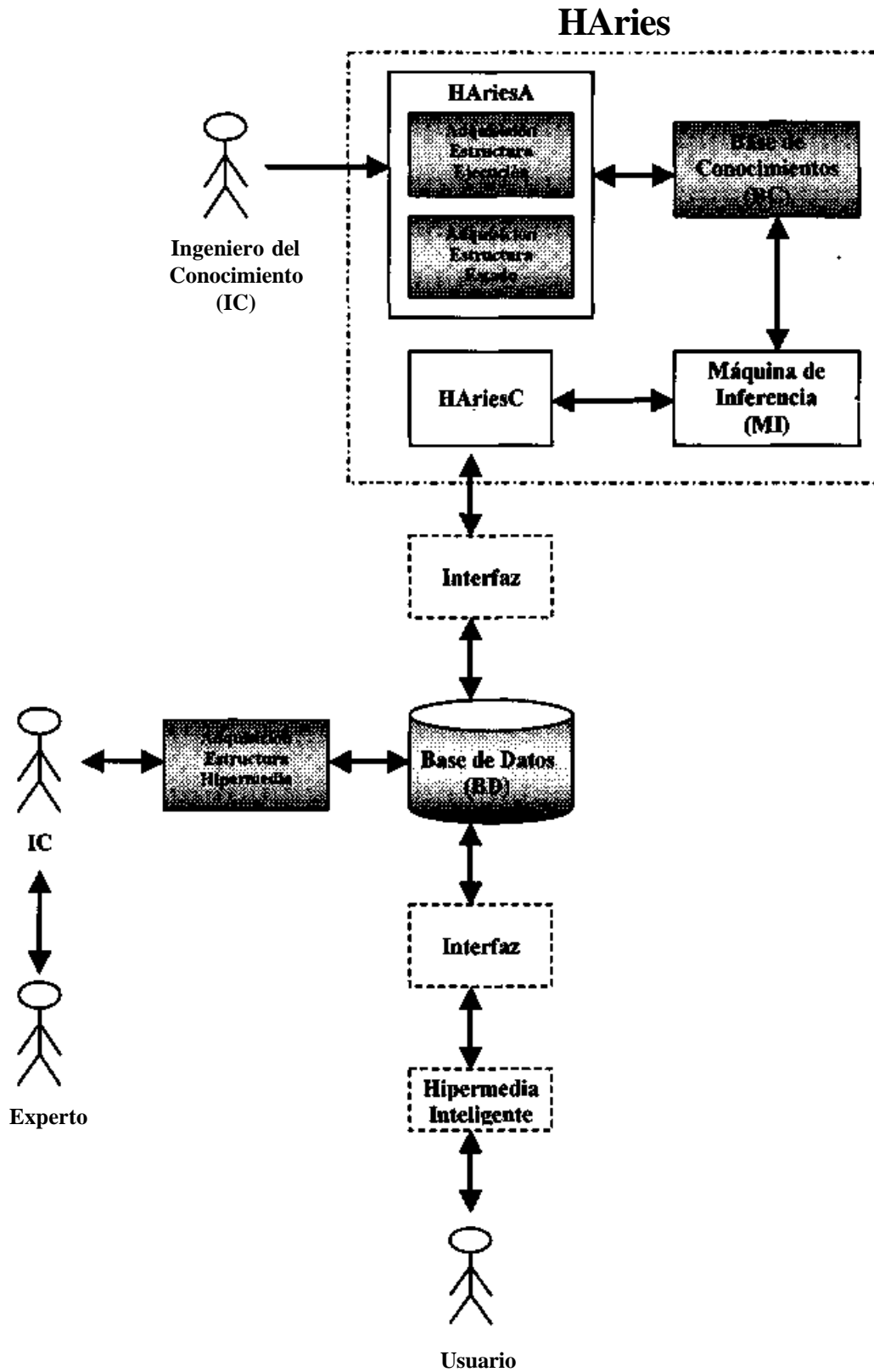


Figura 2.1 Concepción General de la Hipermedia Inteligente

Así se tiene que para desarrollar una Hipermedia Inteligente, en base a la Figura 2.1, el IC deberá capturar los conocimientos, extraídos de un experto, y los datos asociados a los elementos de la Estructura Hipermedia. Estos datos y conocimientos se guardan en la BD para su posterior utilización en el proceso de ejecución.

El IC también deberá adquirir el conocimiento relacionado con la Estructura Ejecución y la Estructura Estado de la Hipermedia en el sistema de adquisición de conocimiento de HArIES (HArIESA), a través de los módulos desarrollados para ello. El conocimiento adquirido es almacenado en la BC de HArIES.

Una vez que se tiene la BD de la Hipermedia que se desea ejecutar y el conocimiento de las estructuras: Ejecución y Estado, la MI de HArIES procesa la Estructura Ejecución y a través de HArIESC, se brindan las conclusiones para ejecutar la Hipermedia que puede ser a través de una página estática o un grupo(s) de acciones. En base a dichas conclusiones, se generará la página con los elementos multimedia, que se encuentran almacenados en la BD. Cabe destacar que la comunicación de HArIESC con la BD, así como el módulo que genera las páginas estáticas, no es parte de este trabajo de tesis.

Las páginas que se vayan creando en ejecución van a depender de los nodos que active el usuario y de los grupos de acciones asociados a dichos nodos. El conocimiento acerca de los multimedia y los nodos que se van presentando al usuario es almacenado en la BD como base para que a través de HArIESC y la MI la Estructura Estado, que se encuentra en la BC de HArIES, controle la información que se va a ir presentando al usuario.

2.4 Estructuras de HArIES que utiliza la Hipermedia Inteligente

El desarrollo de diversas estructuras para manejar una Hipermedia con características inteligentes dentro del medio ambiente HArIES tiene la finalidad de poder aprovechar las capacidades que este posee y de ampliar con nuevo tipo de conocimiento que permite adaptarse al usuario en la navegación a través de una Hipermedia.

Dentro del conjunto de estructuras que propone el lenguaje HArIES, algunas de ellas son utilizadas para la construcción de una Hipermedia Inteligente, las cuales serán explicadas a continuación.

2.4.1 Estructura Proposición

Expresa un planteamiento del pensamiento al cual se le hace corresponder un valor de incertidumbre. Puede ser de tipo simple o compuesta, las simples son estructuras irreducibles y las primeras unidades de conocimiento que se definen cuando se desea construir un sistema inteligente, del tipo compuesta formada por más de una proposición simple relacionadas entre sí por diversos conectores o parámetros.

Las características fundamentales de una proposición son las siguientes:

- En ella se representa un concepto del mundo real.

- Se le asocia un valor de incertidumbre, esto es, en qué grado es verdadero lo que se plantea en ella.

Las proposiciones se expresan mediante textos en lenguaje natural y el IC es el responsable de construirlos. El valor de verdad especifica si se satisface o no el hecho que se representa en la proposición y considerar que la proposición se satisface o no o si es verdadera o falsa no es lo correcto debido a que el conocimiento sobre el hecho puede ser parcial, incompleto o dividido y por consecuencia, nuestros datos también los son. Dentro de HAries las proposiciones pueden tomar un valor desde -1 hasta 1.

2.4.2 Proposición Compuesta

Una proposición compuesta se construye a partir de dos o más proposiciones simples. Las proposiciones simples se relacionan mediante conectivos lógicos: conjunción ('&'), disyunción inclusiva ('V') y disyunción excluyente ('|'). Cada proposición simple se maneja de manera simbólica, a través del número que tiene en la base de conocimientos, y no mediante texto [30]. Además de las proposiciones compuestas relacionadas con conectivos lógicos, el lenguajes HAriesA cuenta con siete tipos de proposiciones compuestas, las cuales se presentan en el Anexo A.

2.4.3 Estructura Variable

Una variable expresa también un concepto del mundo real, al cual se le puede asociar un valor de tipo numérico, cualitativo o de incertidumbre para representar una situación o pueden utilizarse para realizar una acción determinada, como sensibilizar una imagen, ejecutar una consulta a una BD o ejecutar una Hipermedia.

Las variables pueden tener asociada una o varias proposiciones que serán evaluadas cuando las propias variables hayan sido evaluadas o lo que es lo mismo, se le haya asignado un valor. Así tenemos que la evaluación de las variables consiste en: asociar un valor a la variable para después asignar pesos a las proposiciones que se encuentran asociadas a dicha variable.

Una variable es una estructura que tiene los siguientes componentes:

$$V_j = \langle T_j, Vr_j, Pa_j, Atr_j \rangle$$

donde:

T_j Representa un conjunto de textos

Vr_j Valores de la variable

Pa_j Proposiciones asociadas

Atr_j Atributos en correspondencia con el tipo de variable

Las variables se clasifican dependiendo el valor que se le asigne y pueden ser:

- *Númericas*: Se les asigna un valor y pueden ser internas, su valor se pregunta al usuario en consulta, y del tipo fórmulas, cuyo valor se calcula.
- *Cualitativas*: Se les asigna una cualidad o categoría y son de tipo simple, se le asigna un solo valor, y múltiple, se le puede asignar más de un valor.
- *Certidumbre*: Su valor puede asociarse a: una relación de comparación, determina la satisfacción o no de una relación de orden dada entre dos magnitudes que admita el sistema, y a una imagen sensible, permite asociar acciones a las imágenes.
- *BD*: A través de ésta, es posible conectarse a cualquier BD para manipular la información contenida en dicha base.

2.4.4 Estructura Texto de Conclusión

Dentro de HArIES existe la posibilidad de manejar diferentes tipos de texto, como lo mencionado hasta el momento: texto de proposición y texto de variables, pero además se maneja un tipo de texto que se usa exclusivamente para presentar los resultados como es el texto de conclusión.

Un texto de conclusión puede ser parte del resultado de un análisis que se realiza a un caso en particular. Dentro del lenguaje HArIES constituye un texto irreducible creado con el objetivo de usarse para el proceso de elaboración de conclusiones o como mensaje en una zona sensible.

2.5 Estructuras de representación del conocimiento de la Hipermedia Inteligente dentro de HArIES

Como se explicó anteriormente, la estructura Hipermedia permite construir una aplicación Hipermedial que ofrece características de adaptabilidad al usuario. Sin embargo, para poder considerar un control en la navegación del usuario, no bastaría con la estructura Hipermedia puesto que esta toma en cuenta sólo el conocimiento del usuario para presentarle las zonas sensibles y activar los diversos multimedia en función del cumplimiento de condiciones; pero esto lo realiza sin considerar las veces que activa o no los nodos sensibilizados, lo cual sería de mucha importancia.

Para resolver esta limitante, se crea una estructura de control del estado de la Hipermedia que permite controlar en todo momento la interacción usuario-Hipermedia. Por otro lado, para ejecutar esta aplicación se hace necesario la creación de una nueva estructura que permita definir como activar la misma.

Estas dos estructuras fueron adicionadas al lenguaje HArIES, y por ello que la activación de una Hipermedia se realiza desde una BC del tipo HArIES, al igual que el control de navegación que se lleva sobre la Hipermedia. La figura 2.2 muestra la incorporación de estas dos estructuras a HArIES.

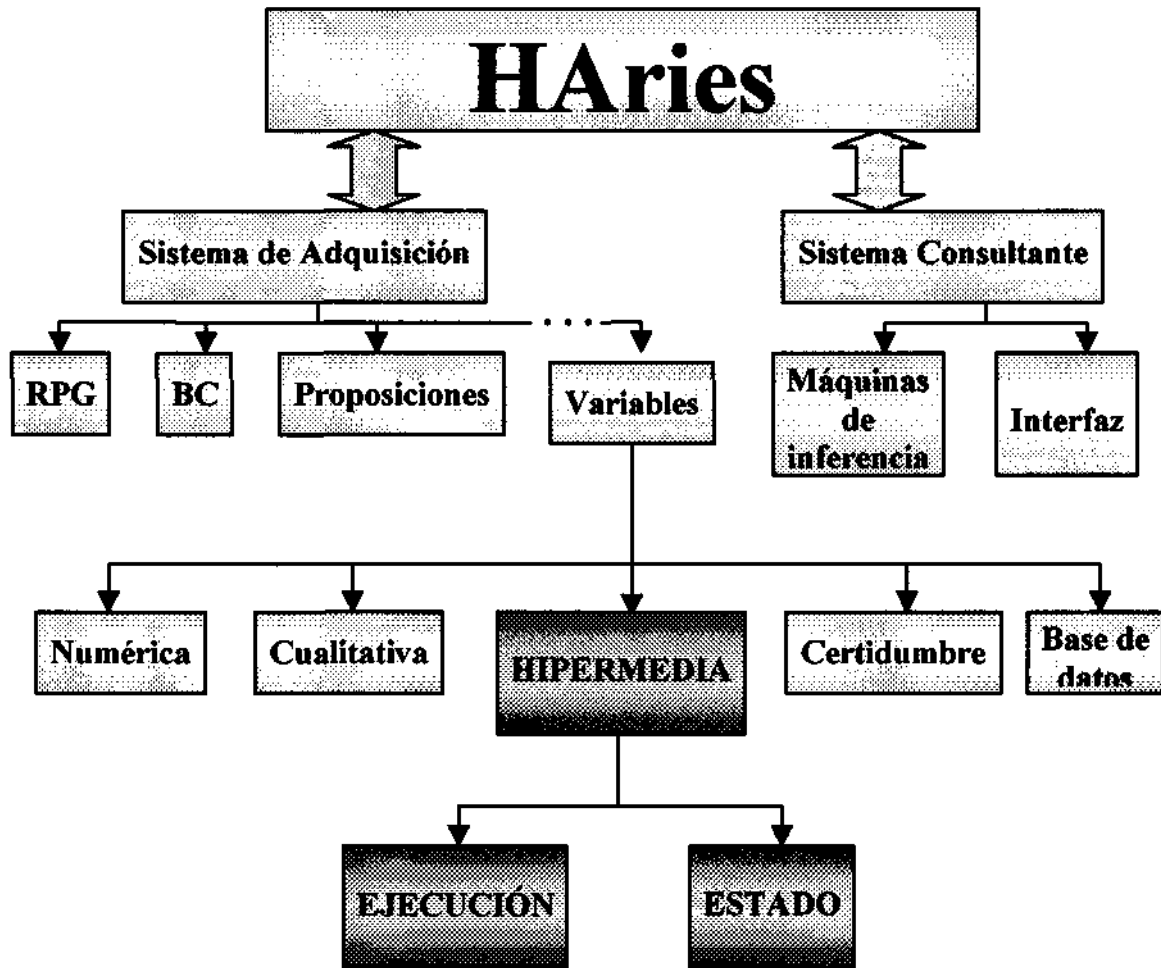


Figura 2.2 Ubicación de las estructuras ejecución y estado de la Hipermedia dentro del ambiente HArries

2.5.1 Variable Ejecución de la Hipermedia

Se llama *Variable Ejecución de la Hipermedia* V_j a una estructura de la forma:

$$V_j = \langle T_j, P_{aj}, A_j \rangle$$

donde:

- T_j representa un texto que define el concepto de la variable.
- P_{aj} una proposición simple asociada.
- A_j el tipo de activación de la Hipermedia.

La ejecución de una Hipermedia, dentro de este sistema, puede iniciar bajo ciertas condiciones que es necesario que sea definida por el ingeniero del conocimiento durante el desarrollo de la BC.

Una hHipermedia puede ser activada de dos formas:

- A partir de una página estática previamente diseñada.
- Mediante la evaluación de uno o varios grupos de acciones y como resultado de dicha evaluación se tendrá una página de inicio compuesta por diversos multimedios.

El resultado de la Variable Ejecución de la Hipermedia será el peso asignado a la proposición que se le asocia. Si se ejecuta la variable $P_{aj} = 1$ y en caso contrario $P_{aj} = -1$.

2.5.2 Variable Estado de la Hipermedia

Una vez que inicia la ejecución de la Hipermedia bajo las condiciones especificadas en la variable ejecución, será necesario dar un seguimiento a dicho proceso de ejecución para controlar la navegación que realiza el usuario durante su interacción con la Hipermedia. El control está enfocado a la información y las zonas sensibles que se presentarán al usuario de acuerdo a sus necesidades. La variable estado de la Hipermedia fue desarrollada para interrogar acerca del estado actual de la Hipermedia, y mediante ella se controla la ejecución de la misma.

Esta variable permite evaluar el estado en que se encuentra el procesamiento de la Hipermedia, y se le asocia una proposición que determina el resultado de acuerdo al peso que se le asocie a dicha proposición.

Se denomina *Variable Estado de la Hipermedia* V_j a una estructura de la forma:

$$V_j = \langle T_j, P_{aj}, \mathcal{R}_j, C_j \rangle$$

donde:

- T_j representa un texto que define el concepto de la variable.
- P_{aj} representa una proposición simple asociada.
- \mathcal{R} un conjunto de relaciones.
- C_j un conectivo entre las relaciones.

En este caso, es obligatorio tener una proposición asociada a la variable puesto que después de analizarse el cumplimiento de la expresión formada por las relaciones y el conectivo, el resultado de esta evaluación se le asignará a la proposición, la cual expresará el cumplimiento de cada expresión; si la expresión se cumple $P_{aj}=1$ y en caso contrario $P_{aj} = -1$.

C_j puede ser '&' (conjunción), 'V' (disyunción inclusiva) o '|' (disyunción excluyente). La conjunción expresa que si los elementos, para nuestro caso las relaciones, que forman parte de ella tienen asociado un valor afirmativo entonces se satisface, pero si al menos una relación no se cumple entonces la conjunción no se cumple.

En la disyunción inclusiva se plantea que si al menos una relación se cumple, la expresión se satisface; pero si ninguna relación se cumple, la expresión no se satisface. Para el caso de la disyunción excluyen, la relación se satisface cuando sólo una relación se cumpla, en caso contrario no se satisface.

Los elementos r_i del conjunta de relaciones \mathfrak{R} tienen la forma:

$$(m_i \ \gamma_i \ md_i)$$

donde:

- $m_i \in M_i = \{V_{ARN_i}, V_{ASN_i}, V_{ARg_i}, V_{ASg_i}, V_{MN_i}, V_{mP_i}\}$

El significado de cada elemento es como sigue:

V_{ARN_i} : Número de veces que se activó el nodo N_i con resultados.

V_{ASN_i} : Número de veces que se activó el nodo N_i sin resultados.

V_{ARg_i} : Número de veces que se activó el grupo de acciones Gh_i con resultados.

V_{ASg_i} : Número de veces que se activó el grupo de acciones Gh_i sin resultados.

V_{MN_i} : Número de veces que se ha mostrado el nodo N_i .

V_{mP_i} : Número de veces que se ha mostrado la página estática P_i .

- $\gamma_i \in \{ =, <, <=, <, >=, > \}$

- $md_i \in Md = M_i \cup \{K_i\}$

donde:

K_i : Es una constante relativa a cualquiera de los parámetros anteriores.

Para ejemplificar estas relaciones, supongamos que se necesita expresar la siguiente situación general:

"El nodo 5 se ha visualizado pero nunca ha sido activado"

Esta situación se puede representar utilizando una variable Estado de la Hipermedia de la siguiente forma: $V_j = < Pa_j, \mathfrak{R} = \{V_{MN_i} > 0, V_{ARN_i} = 0, V_{ASN_i} = 0\}, C_j = \& >$.

Como se observa, deben cumplirse obligatoriamente las tres relaciones por usarse la conjunción como conectivo. En la primera se expresa que alguna vez se ha visualizado, en la segunda que el nodo no se ha activado con resultados y en la tercera que nunca se ha activado el nodo sin resultados.

El resultado de analizar una relación de este tipo queda asignado en el peso de la proposición asociada a la variable, y ella puede formar parte, por ejemplo, de las Acciones Hipermedia o las Condiciones de Sensibilidad, pudiendo con ello definirse la toma de decisiones en correspondencia con la navegación que va realizando el usuario.

Toda la información sobre la que se basa esta variable para controlar el estado de ejecución se encuentra almacenada en la BD, que se crea al crear una Hipermedia de carácter específico, y es referente a los elementos de la estructura Hipermedia. Sin embargo, a pesar que la BD queda preparada desde su creación para manejar la información sobre la navegación, es de señalar que estos datos no se crean hasta el momento de ejecución de la Hipermedia que es cuando se empiezan a contabilizar los mismos.

2.6 Estructura de la Hipermedia

La estructura Hipermedia es un concepto que contiene tanto los datos o tipos de medios (textos, imágenes, videos, sonidos, Hipertextos Windows y programas externos) a manejar en la Hipermedia que se desea construir como todo el conocimiento que define, en qué momento y cómo usar cada uno de estos. Un sistema de adquisición para la estructura Hipermedia, consiste en la construcción de interfaces visuales para cada elemento componente de esta, la creación de una BD que almacena todos los medios y un módulo que permita la manipulación de la BD. La figura 2.3 muestra los elementos componentes del sistema de adquisición de la estructura Hipermedia

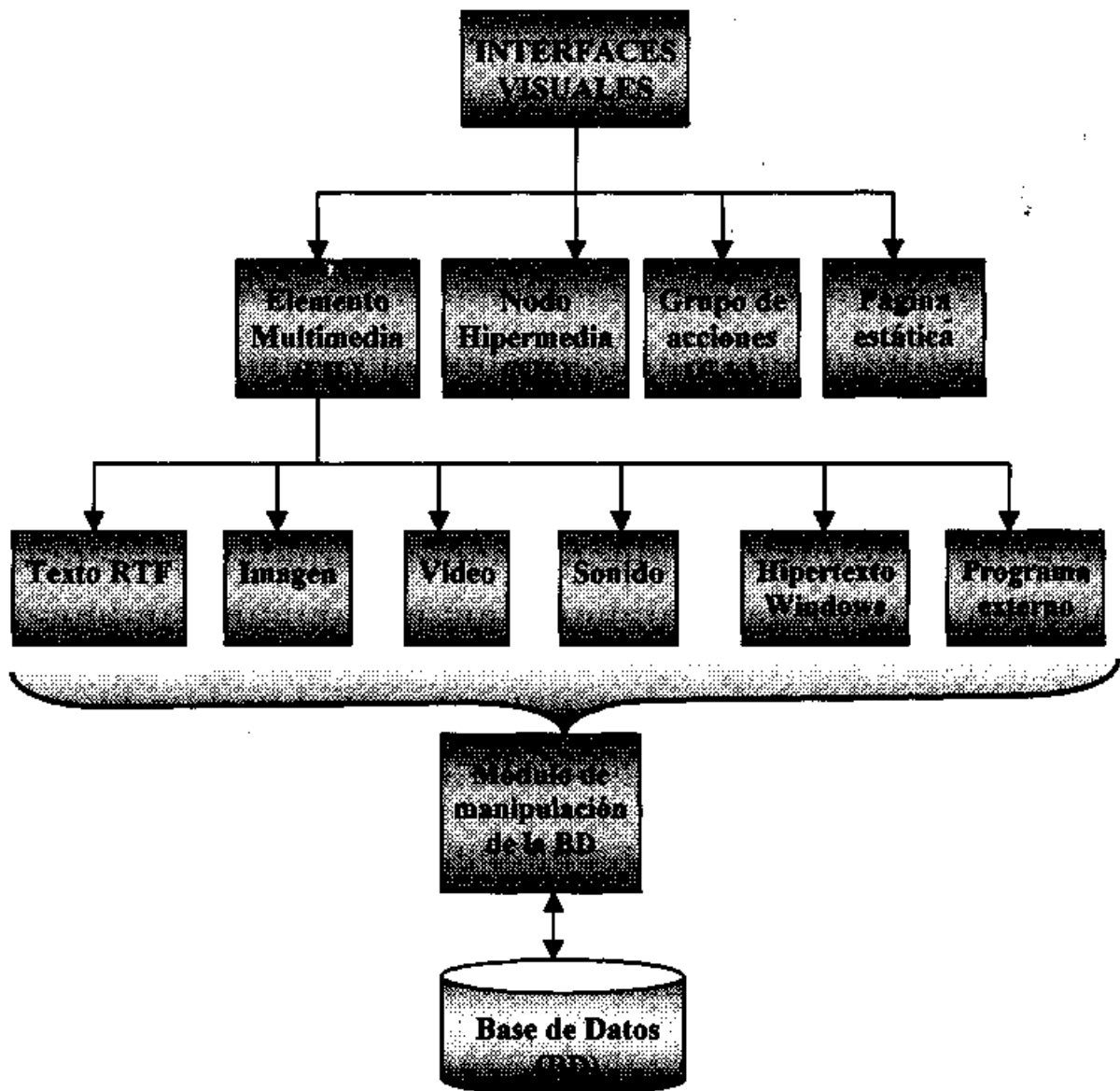


Figura 2.3 Estructura Hipermedia

Construir una Hipermedia Inteligente consiste por lo tanto, en adquirir toda la información materializada en medios y conocimiento, luego para ellos se hace necesario el desarrollo de un sistema de adquisición para esta estructura, cuyos elementos se explican más adelante.

Se denomina **Hipermedia (H_i)** a la estructura: < **EH_i, NH_i, GA_i** >

donde:

- **EH_i**: Conjunto de Elementos Hipermedia
- **NH_i**: Conjunto de Nodos Hipermedia
- **GA_i**: Conjunto de Grupos de Acciones

En base a la definición anterior, si se desea construir una Hipermedia de carácter específico, será necesario introducir los grupos: **EH_i, NH_i** y **GA_i**. El programa para ejecutar estos elementos será el mismo para toda Hipermedia desarrollada sobre este módulo.

2.6.1 Elemento Multimedia

Se denomina **Elemento Multimedia (Eh_i)** a uno de los siguientes medios o elementos computacionales: textos RTF, imágenes, videos, sonidos, Hipertextos y programas ejecutables.

Las extensiones válidas, dentro de este sistema, para estos elementos son:

Texto RTF

Imágenes: *.jpg, *.bmp, *.dib, *.gif, *.emf

Videos: *.avi, *.mov

Sonidos: *.wav, *.midi

Hipertextos: *.hlp

Programas: Un programa Windows ejecutable, escrito en cualquier lenguaje de programación.

2.6.2 Nodo Hipermedia

Un **Nodo Hipermedia (Nh_i)** es una zona de una imagen o de un texto que puede ser sensibilizada y la activación de ella podrá mostrar uno o varios elementos Multimedia de manera dinámica. Esto representa una diferencia esencial con respecto a las Hipermedias clásicas, ya que en estas últimas, la activación de una zona sensible implica mostrar toda la página que comprende un nodo y en el modelo propuesto se mostrarán los resultados de acuerdo al análisis de condiciones de las acciones asociadas al nodo.

El conocimiento asociado a cada uno de los elementos Hipermedia y a los nodos Hipermedia, se almacena en la BD. Este conocimiento permitirá que los nodos se ejecuten dinámicamente.

2.6.3 Acción Hipermedia

Una **Acción** (AC_k) es una relación que se expresa de la forma:

$$C \ \& \ @ \ \rightsquigarrow \ EhA_1, EhA_2, \dots, EhA_a, EhN_1, EhN_2, \dots, EhN_n$$

donde:

- C es una condición de análisis y puede ser una proposición simple o compuesta.
- $@$ representa el estado en el cual se encuentra la ejecución de la Hipermedia.
- $EhA_1, EhA_2, \dots, EhA_i$ elementos multimedia que se visualizarán si se cumple: $C \ \& \ @$
- $EhN_1, EhN_2, \dots, Eh_j$ elementos multimedia que se visualizarán si no cumple: $C \ \& \ @$

Si se cumple la condición de análisis dada por C , y si la ejecución de la Hipermedia se encuentra en el estado dado por $@$; entonces se visualizan los elementos Multimedia: Eh_i ($i=1, \dots, a$), y si no se cumpliera; se muestran los elementos Multimedia: Eh_j ($j=1, \dots, n$).

Cada nodo puede tener asociado uno o mas conjunto de acciones al que, como ya se mencionó, se le llama grupo y en la BD se almacenan la información de estos grupos de acciones de cada una de las acciones que conforman estos grupos.

2.6.4 Grupo de acciones asociado a un nodo Hipermedia

La integración de acciones en un conjunto forma un **grupo de acciones** (Ga_i) asociado a un Nodo Hipermedia, que se expresa de la forma:

$$Ga_i = \langle Cg_i, AC_1, AC_2, \dots, AC_n \rangle$$

donde:

- Cg es una condición de análisis y puede ser una proposición simple o compuesta.
- AC_1, AC_2, \dots, AC_n el conjunto de acciones que integran el grupo.

Así tenemos que a cada grupo de acciones se le puede asociar una condición, proposición simple o compuesta, que permita evaluar cuando tendrá sentido su análisis y cuando no.

2.6.5 Condición de Sensibilidad

Una **Condición de Sensibilidad** determinará el entorno y la (s) condición (es), $C \ \& \ @$, bajo las cuales una zona sensible deba presentarse activada en la pantalla. Dicha información se encuentra en la BD.

Finalmente, es importante mencionar que un nodo puede tener varias acciones asociadas y que el análisis de cada una de estas acciones, se llevará a cabo cuando el usuario active dicho nodo.

Los resultados variables que presentará el sistema al ser accionados los nodos, dependerán de la (s) condición (es) que se encuentra (ll) asociada (s) a dicho nodo.

Como se mencionó anteriormente, las estructuras para la ejecución de la Hipermedia se relacionan con otras dentro del ambiente HArIES; en la figura 2.2 se muestra el lugar que ocupan dentro de estas estructuras. Se podrá notar que las estructuras se incorporan mediante una variable denominada "Hipermedia".

2.7 Aspectos que proveen un carácter adaptativo de la Hipermedia

Este trabajo se orienta, entre otras cosas, a resolver el problema de adaptabilidad que poseen los sistemas Hipermediales ya que no se adaptan a las necesidades del usuario y como consecuencia, no se satisfacen estas. Los aspectos, dentro de este trabajo, que hacen posible la adaptación de la información a las necesidades del usuario son:

- Sensibilidad de los nodos
- Conocimiento para ejecutar los multimedios
- Sensibilidad en textos e imágenes

El otorgar conocimiento a los nodos para que se adapten de manera automática al usuario, implica definir estructuras para representar dicho conocimiento y poder lograr el comportamiento deseado en el proceso de ejecución. La acción, conceptualizada como una proposición, puede incluir uno o más elementos Multimedia en su definición lo cual significa que estos estarán sujetos a un análisis del concepto que representen para ser mostrados o no dependiendo de las necesidades del usuario.

Sensibilizar una imagen o un texto, significa crear un nodo al cual se deberá asociar uno o varios grupos de acciones asociados y al ser activado, se ejecutarán esos grupos de acciones que mostrarán como resultado información a través de los diferentes multimedios; los cuales se encuentran almacenados en la BD.

El desarrollo de editores para texto e imagen permiten generar las zonas sensibles que se presentarán al usuario; dicha presentación estará determinada por una condición de sensibilidad.

El editor de imagen sensible permite definir, dentro de una imagen, la zona que se desea que aparezca sensibilizada y a la misma se le pueden asociar grupos de acciones, al igual que al texto, que se ejecutan cuando ésta se activa. Una zona sensible, dentro de una imagen, se define mediante un rectángulo el cual es definido mediante los puntos de sus extremos: superior izquierdo e inferior derecho.

2.8 Ejemplo de uso de la Hipermedia Inteligente

Para mostrar el funcionamiento práctico de la Hipermedia propuesta, se presenta un pequeño ejemplo extraído de un sistema real, en el que se utilizan estas ideas para el desarrollo de un sistema educativo para la enseñanza de la Geometría Analítica.

A continuación se muestran algunas de las componentes de este sistema (proposiciones, textos, grupos de acciones y nodos).

Proposiciones:

1. El usuario es un profesor.
2. El usuario es un alumno.
3. Está interesado en repasar los conceptos básicos.
4. Está interesado en profundizar sobre los conceptos.
5. Está interesado en ejercitar los conceptos.

Elementos Hipermedia tipo textos (se presentan de forma resumida) (EHi):

T₁: Si 'a' denota la intercepción con el eje 'x' y 'b' con el eje 'y' entonces la ecuación de la recta que pasa por estos puntos es: $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 0$ (Forma Simétrica)

T₂: Ver la deducción (Nodo N₁)

T₃: Veamos la deducción:

Se parte de la ecuación de la recta que pasa por dos puntos P₁(x₁,y₁), P₂(x₂,y₂)

$y - y_1 = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)}(x - x_1)$ como en nuestro caso los puntos son P₁(a,0) y P₂(0,b) sustituyendo

y efectuando las operaciones se obtiene la ecuación indicada...

T₄: Ejemplo.

Si a = 4 y b = -2 entonces tendríamos: $\frac{x}{4} + \frac{y}{-2} = 0$, pero efectuando y organizando la expresión se obtiene: $y = 0.5x - 4$

T₅: Formas de la ecuación de una recta:

- 1.- Punto -Pendiente.
- 2.- Dos Puntos.
- 3.- Pendiente-Intercepción con y.
- 4.- Forma Simétrica. (Nodo N₂)
- 5.- Forma General.

Grupos de Acciones (ACi):

- Gh₁: Ac₁: 1 v 2 \rightsquigarrow AT₁
 Ac₂: (2 & 4) v 1 \rightsquigarrow AT₃, NT₂
 Ac₃: 2 & 5 \rightsquigarrow AT₄
 Gh₂: Ac₄: 0 \rightsquigarrow AT₃

Nodos (NHi):

- N₁: Asociado con grupo Gh₁, Condición de Sensibilidad: 4.
 N₂: Asociado con grupo Gh₂.

Por otra parte, se han considerado dos zonas sensibles con sus respectivos nodos y grupos de acciones asociados (T₂ y T₅).

Interpretando por ejemplo, la acción Ac₂, se observa que expresa lo siguiente: Si el usuario es un alumno (2) interesado en profundizar sobre los conceptos (4) o es un profesor (1) entonces se incluye en la página a mostrar el texto T₁, y si por el contrario esta premisa no se cumple entonces se incluye el texto T₂.

Capítulo

3

Base de Datos de la Hipermedia Inteligente

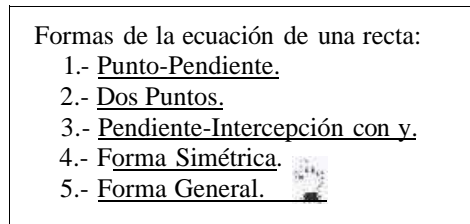


Fig. 2.4 Texto T₅ de la Hipermedia

Supóngase, que por alguna vía dada el sistema construido presenta en el monitor de la computadora el texto T₅, como se muestra en la figura 2.4, y que el usuario da un clic sobre la zona sensible "Forma Simétrica".

Como la zona activada se encuentra relacionada con el nodo N₂ y este a su vez con el grupo de acciones Gh₁el resultado dependerá de la evaluación de estas últimas.

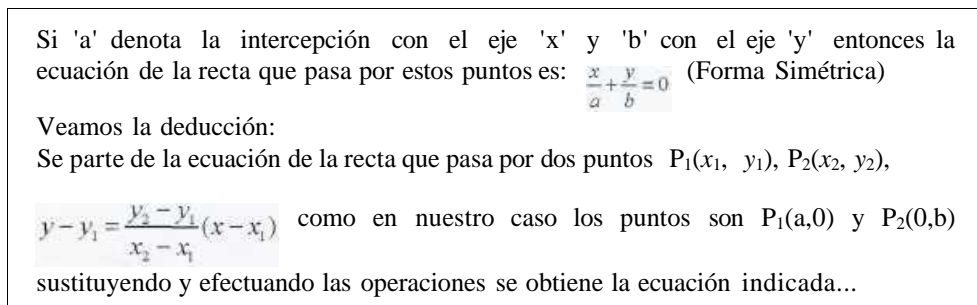


Fig. 2.5 Resultado de activar el nodo N₂ caso 1

Analizando ahora como ejemplo, dos situaciones para comparar los resultados.

Caso 1.- Si el usuario es un profesor entonces se satisfacen los antecedentes de las acciones Ac₁ y Ac₂, por tanto el resultado que se muestra es la unión de los textos T₁ y T₃, como se muestra en la figura 2.5.

Caso 2.- Si por el contrario al caso anterior el usuario es un alumno que está interesado en ejercitar los conceptos entonces se presentarán los textos T₁, T₂ y T₄, producto de la afirmación de la acción Ac₁, la negación de Ac₂ y la afirmación de Ac₃, respectivamente (ver figura 2.6) lo cual indica que la respuesta es diferente en este caso, por haber cambiado el tipo de usuario y los intereses de este.

Se observa que se activa la zona sensible correspondiente al Nodo N₁ por cumplirse su condición de sensibilidad.

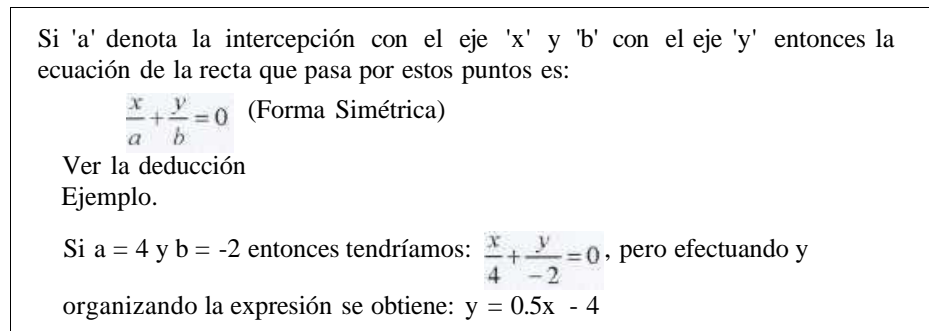


Fig. 2.6 Resultado de activar el nodo N₂ caso 2

Base de Datos de la Hipermedia Inteligente

3.1 Introducción

Como se mencionó anteriormente, el sistema de adquisición de conocimientos de la Hipermedia inteligente, esta estructurada en tres módulos: uno para la estructura Hipermedia, otro para ejecución, y para el estado. El conocimiento de las dos últimas estructuras se almacena en la base de conocimiento desarrollada en el ambiente HAries, de manera similar a otras variables de este sistema. Por su parte para el almacenamiento del conocimiento propio de los elementos de la estructura Hipermedia (elementos Multimedia, nodos, grupos de acciones y páginas estáticas) se necesita diseñar y crear un repositorio de datos en donde estos se encuentren clasificados y ordenados para su seguridad y con fácil acceso y manipulación.

Una BD permite almacenar datos, previamente clasificados y estructurados, de una manera lógica y algunas de las ventajas más sobresalientes que ofrece, a diferencia de los archivos planos [6], son:

- **Independencia de los datos:** El almacenamiento y descripción de los datos están separados de las aplicaciones que se construyen para manipular la BD; esto permite que los datos puedan ser modificados sin necesidad de modificar las aplicaciones, y viceversa.
- **Mínima redundancia en los datos:** Esta característica permite que los datos, se repitan lo menos posible.
- **Consistencia en los datos:** El cambio en los valores de los datos se refleja en todas las ocurrencias que existan de estos datos, dentro de la base.
- **Permiten compartir los datos:** Diferentes personas, mediante equipos distintos pueden tener acceso a todos o parte de los datos, a través de las vistas construidas en las aplicaciones que se crean para manipularla la BD.

La creación y uso de las bases de datos en las aplicaciones, tiene como propósito, obtener las ventajas que éstas ofrecen para almacenar y obtener un fácil y rápido acceso a los datos y una mejor manipulación de estos, entre otras [33].

La creación de una BD para el sistema de adquisición permitirá almacenar los datos necesarios de cada uno de los componentes que conformarán la Hipermedia inteligente, esto es, todos los multimedios, nodos, acciones, grupos de acciones y páginas que fueron descritos en el capítulo 2.

Durante la ejecución estos datos serán extraídos de la base para ir conformando dinámicamente las páginas que se presentarán al usuario e interrogando acerca del cumplimiento de determinadas condiciones para el control de la navegación. La generación de la BD se realiza dentro del sistema de adquisición de la Hipermedia y estará estructurada

de acuerdo a los requerimientos y funcionalidades para la ejecución y control del estado de la Hipermedia HAries.

Es de destacar que la información almacenada en la BD no es solamente datos, sino que también en ella se almacena el conocimiento acerca del manejo de la Hipermedia. Este conocimiento se adiciona a los nodos mediante la condición de sensibilidad y las acciones Hipermedia. La BD se almacena con extensión "HIP" para diferenciarla de otras BD debido a lo antes mencionado.

3.2 Desarrollo de la BD

El desarrollo de una BD es un proceso que comprende una serie de etapas y que tiene como objetivo construir un modelo de datos que documente los datos que va a representar la base de datos, así como determinar las características de estos que necesitan almacenarse y establecer las relaciones entre ellos [24].

- 1. Planificación:** En esta primera etapa se plantea la justificación del desarrollo de una BD.
- 2. Análisis y formulación de requerimientos:** Aquí se identifican las necesidades de datos y de funcionalidad que se desea satisfaga la BD.
- 3. Diseño:** Comprende un proceso a través del cual se modelan los datos, de acuerdo a las necesidades, y en base al modelo de BD seleccionado, que puede ser el de red, jerárquico, relacional, orientado a objetos u objeto relacional.
- 4. Implementación y carga de datos:** Se implementan a nivel computacional la BD con sus respectivos programas de aplicación en base al diseño realizado.
- 5. Operación y mantenimiento:** La BD comienza a ser utilizada y manipulada a través de sus programas de aplicación.
- 6. Crecimiento y cambios:** Conforme cambian las necesidades de información, la BD requerirá de cambios para satisfacer estas necesidades.

3.2.1 Análisis

El análisis de la BD permite identificar los datos y las relaciones entre estos, y documentar los resultados de esta etapa. Para poder identificar los datos necesarios, se requiere identificar las funcionalidades que debe tener el sistema a desarrollar. En nuestro caso, el sistema tiene como objetivo fundamental guardar, modificar y leer cada uno de los elementos componentes de la Hipermedia.

Por otro lado, tomando en consideración que se requiere controlar la navegación del usuario, se hace necesario manejar los datos propios para este control; sobre los cuales se ejecutarán las mismas operaciones que con los elementos de la Hipermedia. Por tanto, de lo anterior se desprende que los datos a manejar por nuestras aplicaciones serán:

- **Elementos Multimedia,** se trata de los datos sobre cada uno de los posibles medios a usar: textos enriquecidos, imágenes, videos, sonidos, Hipertextos Windows y programas externos.

- **Páginas**, datos referentes a los multimedia que la conforman y las propiedades de visualización de estos dentro de la página.
- **Nodos**, incluyen datos para definir su condición de sensibilidad, los grupos de acciones que se asocian a él, la manera en que se visualizará, etc.
- **Acciones**, para estas será necesario conocer los multimedia que se asocian a su definición así como la ubicación de estos en la pantalla.
- **Sucedentes**, como elementos de las acciones, definen específicamente los multimedia que se mostrarán al ejecutarse determinadas acciones.
- **Grupos**, es necesario conocer las acciones que integran un grupo.
- **Ejecución**, estos datos son propios para el proceso de ejecución de la Hipermedia en dónde se necesitan conocer los multimedia que se van mostrando al usuario, su ubicación en la pantalla, el orden en que se muestran y si es imagen o texto, sus características como nodos.

El uso de una BD en este sistema permitirá tener los datos almacenados de manera ordenada, para cada Hipermedia de carácter específico que se cree; además de que los datos podrán ser agregados, actualizados o eliminados en el momento en que la Hipermedia lo requiera, durante el proceso de adquisición, a través de interfaces visuales que han sido diseñadas para ello, o de ejecución.

3.2.2 Diseño

El diseño de bases de datos es un proceso en el cual se descubren las entidades de aplicación, relaciones y restricciones y se presentan a través de las estructuras de un producto comercial dado de BD. Algunos problemas secundarios acompañan a esta meta básica, entre los cuales se encuentran: índices de operación para acelerar la operación, traducciones a partir de prácticas existentes de aplicación y diseño de interfaz de usuario.

Durante el proceso de diseño se necesita una revisión de toda la información del sistema, analizar su naturaleza dentro del área de objeto de estudio y describir en términos generales los datos que se necesiten para el sistema bajo desarrollo.

El diseño de una BD se realiza en tres fases:

1. **Diseño Conceptual:** En esta etapa se analizan los requerimientos de información, se desarrolla un modelo conceptual de datos detallado en donde se identifican los datos que se necesitan modelar [24]. Este modelado se puede llevar a cabo a través de diferentes metodologías de diseño de bases de datos:
 - **Modelo Entidad-Relación (E/R)**, el cual se basa en entidades, sus atributos y las relaciones que existen entre las primeras.
 - **Técnica de Modelado de Objetos (OMT)**, es un método que se utiliza para el diseño orientado a objetos.

- **IDEFlx**, metodología que permite generar bases de datos para múltiples aplicaciones y se basa en el modelo entidad-relación y la teoría de bases de datos relacionales [20].

Todo esto con la finalidad de modelar los datos en base a los requerimientos de información planteados, y construir el diagrama en donde se plasman de manera concreta los conceptos del modelo entidad-relación (diagrama entidad-relación), de la técnica OMT (diagrama de clases) o de la metodología IDEFlx.

Los diagramas de entidad relación (ER) ofrecen una notación para documentar el diseño tentativo de una BD y mediante ellos el diseñador capta las características más importantes de la aplicación para posteriormente trasladarlas a un esquema específico de BD [17].

2. **Diseño Lógico:** Aquí se transforma el modelo conceptual al modelo de BD más adecuado (red, jerárquico, relacional, objeto-relacional y orientado a objetos). Para este sistema se utilizó el modelo lógico relacional debido a que utiliza una estructura sencilla y solo se desean realizar operaciones básicas, agregar, modificar y eliminar, sobre los datos; por lo tanto, el diagrama entidad-relación se transforma en un diagrama basado en tablas, con sus atributos y relaciones [17].

Para transformar un diagrama ER a esquema relacional se realizan los siguientes pasos [11]:

- Por cada entidad, se crea una relación con los atributos de la entidad.
- Por cada entidad débil, se genera una relación, y se incluye como llave primaria la combinación de las llaves foráneas (llaves primarias de las entidades propietarias o fuertes).
- Para los vínculos 1:1, se identifican las relaciones, se escoge una relación y se adiciona a ella la llave primaria de la otra relación.
- En los vínculos 1:N, se incluye en la relación N, como llave foránea, la llave primaria de la relación 1.
- En cada vínculo N:N, se genera una nueva relación y se incluyen como atributos las llaves primarias de las relaciones; cuya combinación formará la llave primaria de la nueva relación.
- Para cada atributo multivaluado se genera una relación con un atributo correspondiente y un atributo que es clave foránea. La llave primaria de dicha relación será la combinación de estos atributos.
- Para cada vínculo n-ario, tal que $n > 2$, se genera una relación, cuyos atributos serán las llaves primarias de las relaciones; la combinación de las llaves foráneas será la llave primaria de la nueva relación. Si existe un vínculo 1:1 entre una de las entidades del vínculo n-ario, la llave primaria de la nueva relación será es la llave de la entidad.

Una vez realizada la transformación se aplica un proceso de *normalización*, que consiste en aplicar una serie de formas normales con la finalidad de descomponer las relaciones complejas en relaciones más pequeñas y bien estructuradas [24].

Las formas normales que se aplican son básicamente las tres siguientes [11]:

- *Primera Forma Normal (1FN)*: Establece que los valores de los dominios, deben ser atómicos (simples, indivisibles).
- *Segunda Forma Norma (2FN)*: Se basa en el concepto de dependencia funcional y se considera que una relación está en 2FN si se encuentra en 1FN y los atributos no clave dependen funcional y totalmente de la clave primaria de dicha relación.
- *Tercera Forma Normal (3FN)*: Se fundamenta en el concepto de dependencia transitiva. Una relación está en 3FN si está en 2FN y ningún atributo no clave depende transitivamente de la clave primaria, es decir, depende de otro atributo no clave.

3. **Diseño Físico**: Se define el sistema mediante el cual se va a manipular la BD, los requerimientos de hardware, el sistema operativo a utilizar, el diccionario de datos, la organización física de los datos dentro de la computadora, el diseño de los programas para la manipulación de los datos.

En base a los requerimientos de información antes planteados, y en base a el modelado IDEFlx, se puede notar que las entidades iniciales (tabla 3.1) así como su definición (tabla 3.2), propias para la adquisición, son:

Número	Nombre de la entidad
E - 1	elem_mult
E - 2	sucedente
E - 3	página
E - 4	nodo
E - 5	acción
E - 6	grupo_acc
E - 7	pageje

Tabla 3.1 Entidades iniciales

Nombre de la entidad	Sinónimo	Definición
elem_mult	elemento_multimedia	Es un elemento multimedia como puede ser imagen, sonido, video o bien, un hipertexto o texto RTF.
sucedente	sucedente_a	Es el segundo elemento de una acción y puede ser afirmativo o negativo.
página	página estática	Consiste una página que contiene elementos multimedia y tendrá una estructura previamente definida.
nodo	zona sensible	Representa una zona sensible de una imagen o texto.
acción		Representa una condición que será evaluada para determinar la información que se mostrará al usuario.
gmpo_acc	grupo de acciones	Consiste en un conjunto de acciones que se asocian a un nodo.
pageje	pagina dinámica	Es una página que se construye en tiempo de ejecución, dependiendo de las acciones y necesidades usuario.

Tabla 3.2 Definición de entidades iniciales

Las relaciones entre las entidades definidas, marcada con 'X', se presenta en la siguiente matriz bidimensional:

//////////	elem mult	sucedente	página	nodo	acción	grupo_acc	pageje
elem_mult	//////////	X	X	X			X
sucedente	X	//////////	X		X		
página	X	X	//////////	X			
nodo	X		X	//////////		X	X
acción		X			//////////	X	
grupo_acc				X	X	//////////	
pageje	X			X			//////////

Tabla 3.3 Matriz de relaciones entre entidades

La definición de cada una de las relaciones establecidas en la matriz, se definen en la tabla 3.4

Entidad	Nombre de la relación	Definición
elem_mult/sucedente	muestra	El sucedente muestra los elementos multimedia en base a la evaluación de una condición.
elem_mult/pagina	contiene	La página contiene elementos multimedia previamente definidos
elem_mult/nodo	asocia	A los elementos multimedia (imagen y texto sensible) se les asocia un nodo en las zonas sensibles.
elem_mult/pageje	contiene	La página contiene los elementos multimedia que se determinen en tiempo de ejecución.
sucedente/página	visualiza	El sucedente visualiza la página con una estructura previamente definida.
acción /sucedente	ejecuta	Al ejecutarse la acción, se ejecutará el sucedente para visualizar la página.
página/nodo	contiene	Una página contiene uno o mas nodos, que son las zonas sensibles.
nodo/grupo_acc	ejecuta	A un nodo se le asocian grupos de acciones para evaluar el estado de la hipermedia y decidir la información que se le mostrará.
nodo/pageje	controla	Los nodos controlan la página que se generará en ejecución, con la información que se deberá presentar al usuario.
acción/grupo_acc	forma	Las acciones se conforman en grupos de acciones para ir generando las páginas en tiempo de ejecución.

Tabla 3.4 Definición de relaciones iniciales

3.2.2.1 Diagrama de relaciones entre las entidades (DER)

Las relaciones que existen entre todas las entidades iniciales, se muestran en el diagrama E/R de la figura 3.1. Este diagrama considera las entidades y relaciones iniciales definidas en las tablas anteriores.

En el diagrama de la figura 3.2 se puede notar que las entidades fuertes (entidades iniciales), aquellas cuyos atributos no dependen de otras entidades, se representan mediante un rectángulo, mientras que las entidades débiles, algunos o todos sus atributos dependen de otra (s) entidad (es), se visualizan en doble rectángulo y surgen para eliminar las relaciones n : n. Las relaciones, entre entidades fuertes o débiles se representan a través de un rombo y las relaciones de dependencia entre una entidad fuerte y una entidad débil mediante doble rombo. El tipo de relación se especifica en los extremos de las líneas que las unen.

Debido a que los elementos Multimedia tienen en común una identificación pero algunos de ellos poseen características diferentes de otros; por lo que a partir de esta entidad (a la que haremos referencia como superclase) se derivarán las entidades: elem_rtf (para texto RTF), elem_imag (para imágenes), elem_svp (para sonido, video y programas) y elem_hipw (para hipertexto Windows), también llamadas subclases, en donde se detallarán los datos propios de cada grupo en los cuales clasificaremos los multimedia de acuerdo a los datos requeridos de cada uno de ellos. A este proceso de derivar subclases de una superclase se le denomina *especialización* [17].

De igual manera, de la entidad sucederte surge una especialización dependiendo del tipo de elemento que se asocia al sucederte; derivándose las entidades: suc_tbc (para los textos de la BC), suc_elem_ub (para texto RTF, imagen, video e hipertexto Windows), suc_son_prog (para sonido y programas externos) y suc_pag (para páginas estáticas).

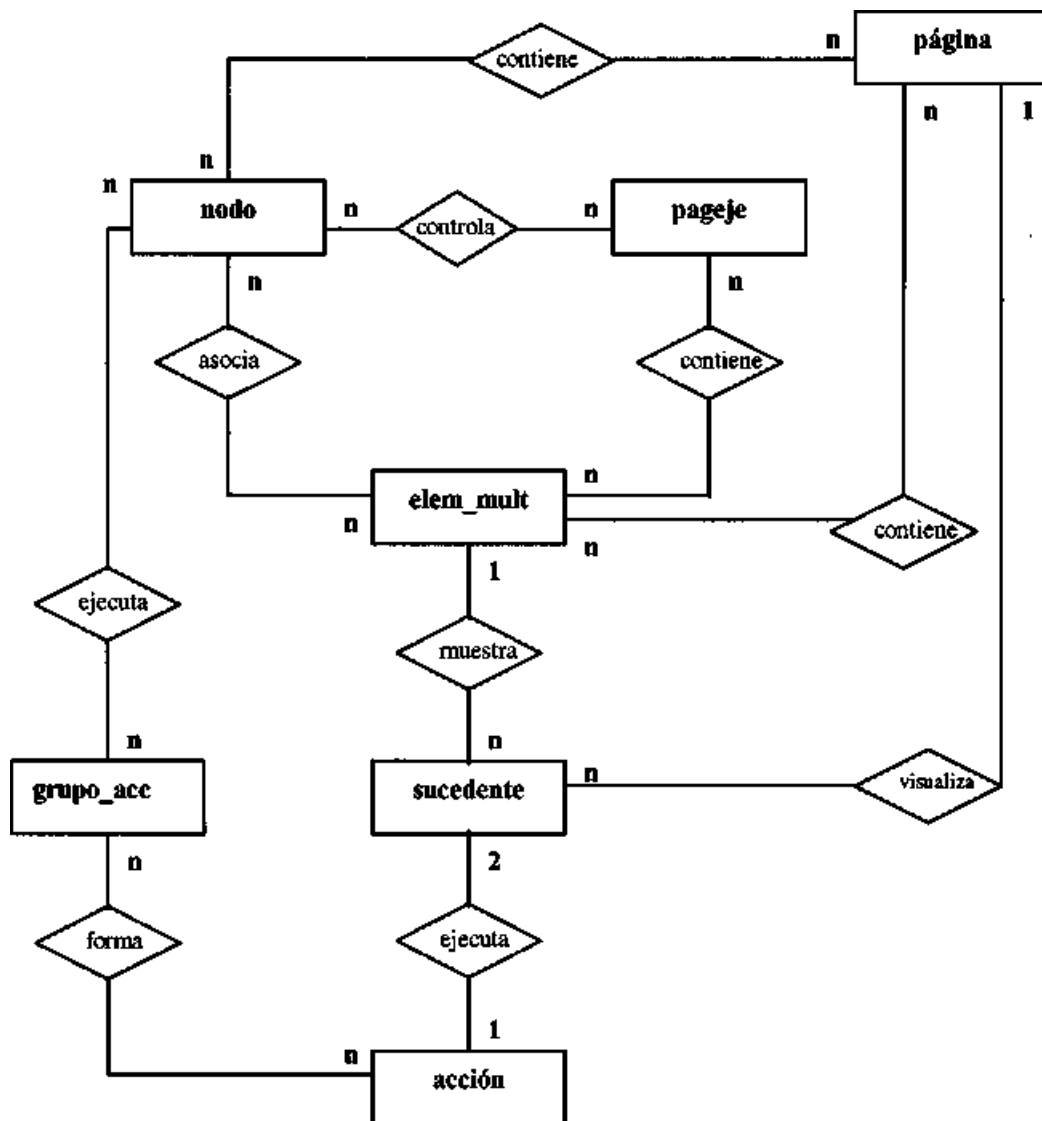


Figura 3.1 Diagrama de relaciones entre las entidades iniciales

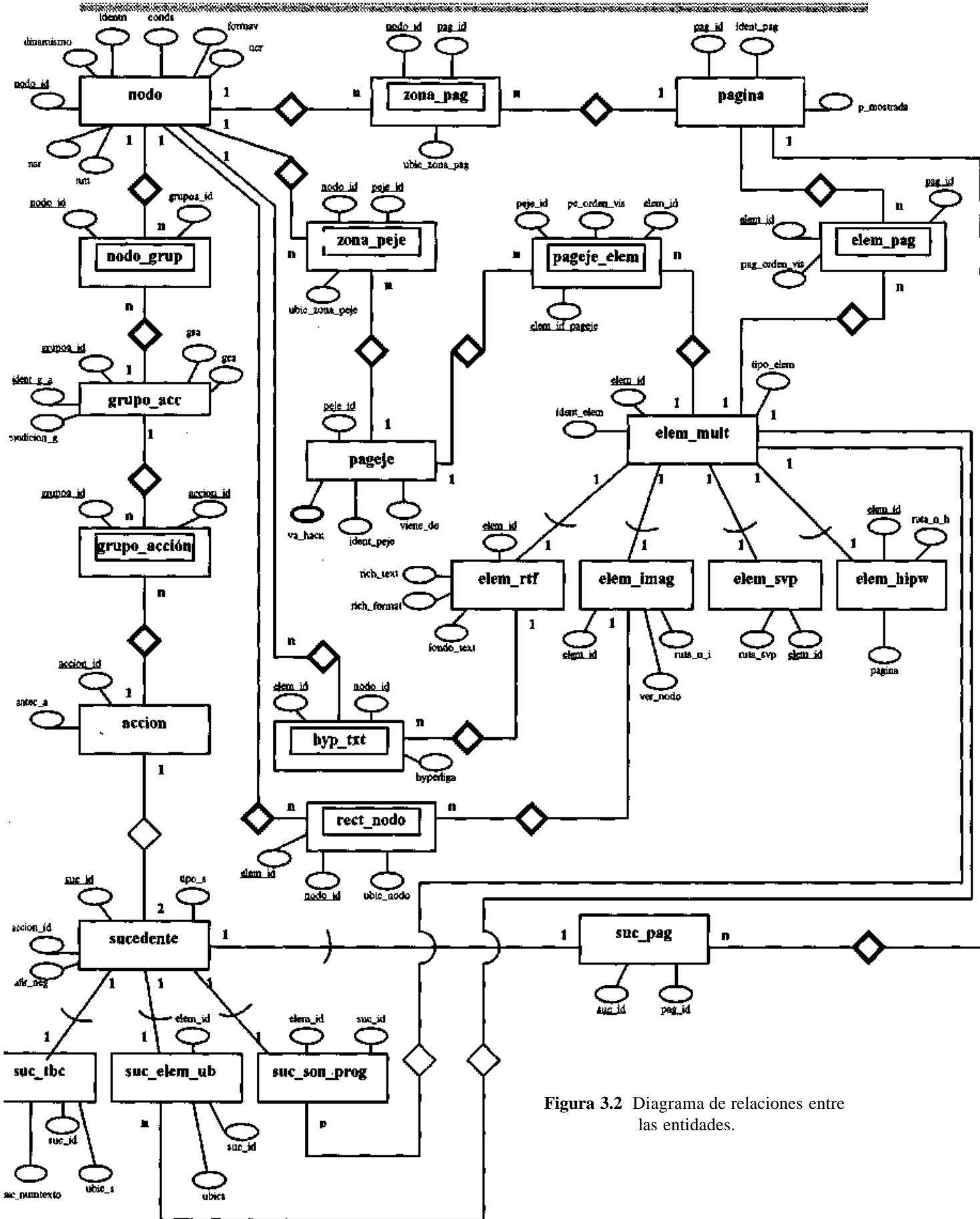


Figura 3.2 Diagrama de relaciones entre las entidades.

En la figura 3.3 surgen dos especializaciones:

1. De la entidad *pageje_elem* se derivan las entidades: *pageje_son_prog* (para sonido y programas), *pageje_elem_ub* (para imagen, texto RTF, video e hipertexto Windows) y *pageje_tbc* (para los textos de la BC), esto debido a que se necesita almacenar las características de los elementos que conformarán la página que se genere en ejecución.
2. De la entidad *elem_pag* se derivan las entidades: *pag_son_prog* (para sonido y programas), *pag_elem_ub* (para imagen, texto RTF, video e hipertexto Windows) y *pag_tbc* (para los textos de la BC), cuya finalidad es almacenar los datos de los elementos que conforman la página con una estructura previamente definida (estática).

3.2.2.2 Diagrama lógico

Una vez detallado el diagrama ER final, procederemos a transformar este diagrama a un modelo relacional tomando en cuenta las consideraciones mencionadas en el epígrafe 3.2.2 de diseño lógico. La figura 3.4 muestra el modelo relacional surgido.

Transformado el diagrama ER a tablas, propias del modelo relacional, y organizados y refinados los datos, a través del proceso de normalización, explicado en el epígrafe 3.2.2, surgirá la imagen lógica general de las relaciones entre todas las tablas de la BD surgida, que se muestra en la figura 3.5. La descripción de esta estructura de la BD se realiza a través del modelo relacional que se basa en registros.

3.2.2.3 Diccionario de datos

El diccionario de datos forma parte del diseño físico de la BD y muestra toda la información, clasificada, referente a cada uno de los datos de la base para lograr tener un mayor control, disponibilidad y manipulación referente al diseño físico de la base y de acuerdo al tipo y al tamaño de los datos que se describan en él será el espacio ocupado en memoria.

El diccionario de datos correspondiente para la base generada se muestra en el Anexo B.

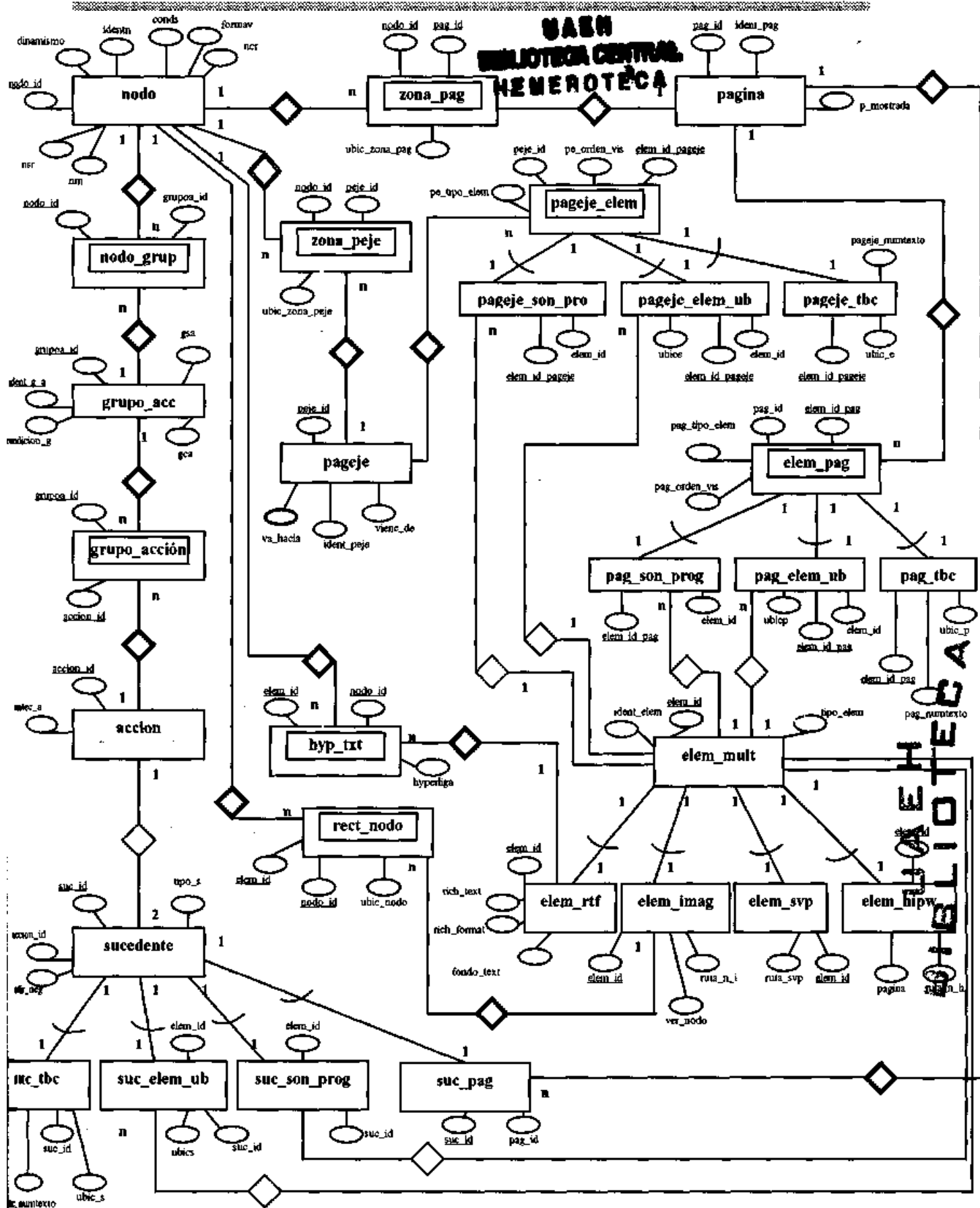


Figura 3.3 Diagrama de relaciones final

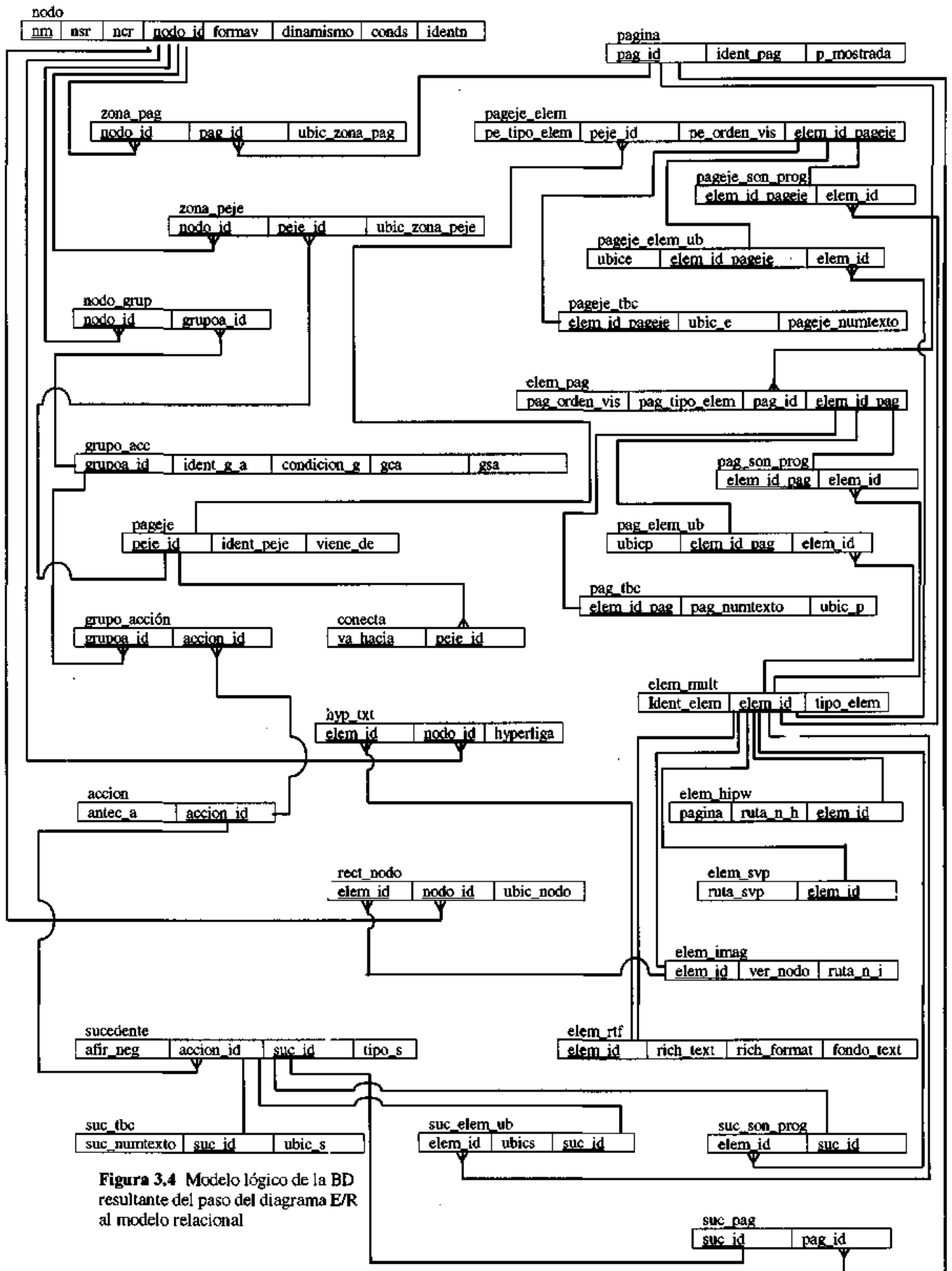


Figura 3.4 Modelo lógico de la BD resultante del paso del diagrama E/R al modelo relacional

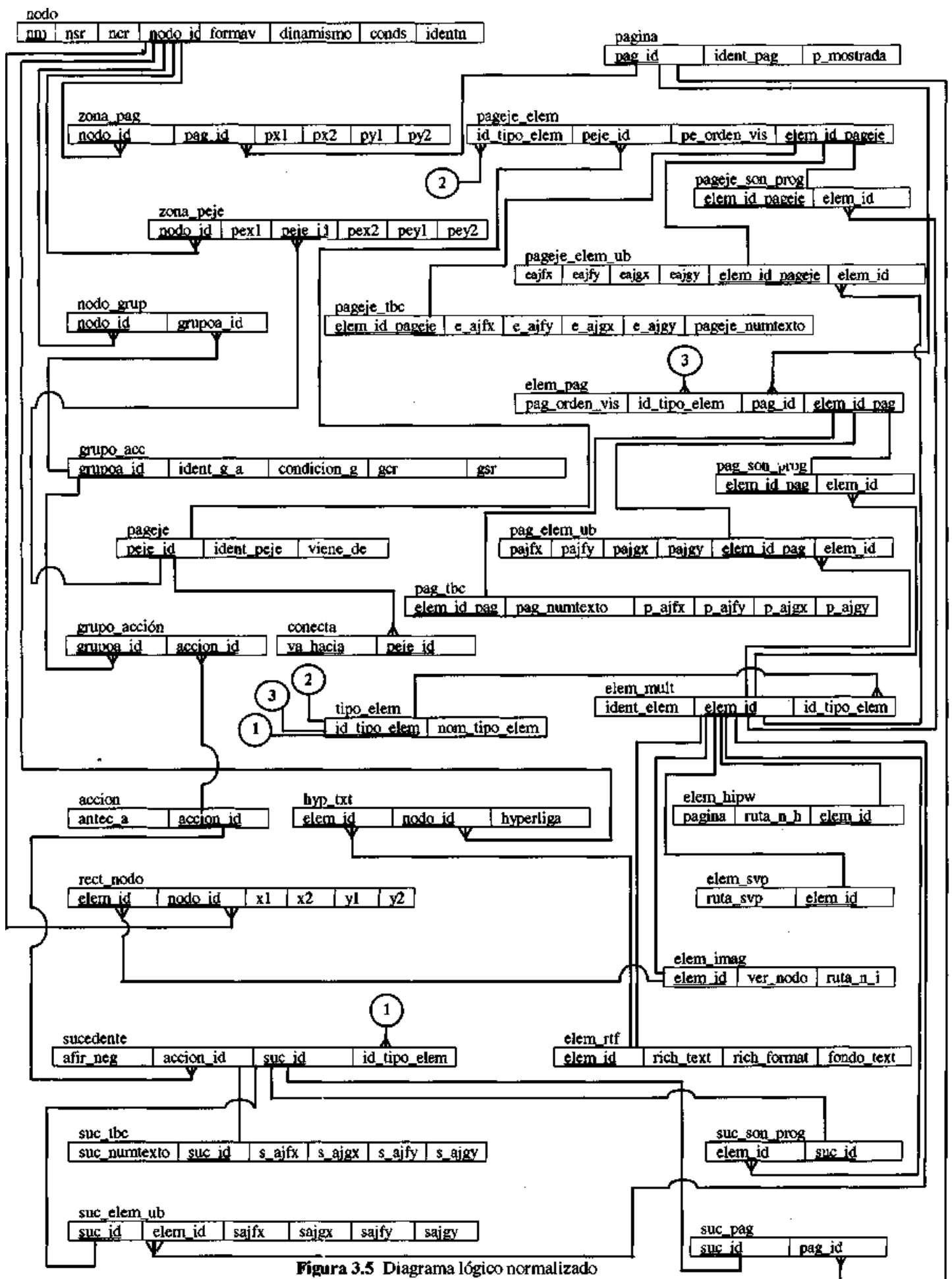


Figura 3.5 Diagrama lógico normalizado

3.2.3 Implementación

Para este trabajo la BD trabaja haciendo uso de las clases DAO, las cuales permiten acceder a los datos y manipularlos de acuerdo a las necesidades y haciendo uso de las funciones que estas clases ofrecen.

Mediante el uso de los objetos de la clase DAO como *CDaoDatabase*, que representa una conexión a la BD, *CDaoRecordset*, que permite operar la BD, se implementa la manipulación deseada a la BD; así como también la generación de esta, si es que no existe una BD para la aplicación, o ejecutando una existente.

La BD se manipula a través del motor Microsoft Jet, característica propia de las clases DAO, y las interfaces para dicha manipulación se han diseñado en Visual C++ por ser el lenguaje que soporta las clases DAO como una de sus características principales y por ofrecer un ambiente con herramientas para crear aplicaciones orientadas a objetos y así hacer uso de todas las bondades que ofrece este enfoque. Los requerimientos mínimos de hardware son una computadora personal con procesado Pentium

3.2.4 Operación

Al iniciar el proceso de adquisición de conocimientos dentro del ambiente desarrollado en este trabajo, el sistema verifica si existe una BD creada; si no existe, genera la BD en la ruta y con el nombre, más la extensión "HIP", otorgados por el usuario. En caso de que ya exista la BD, el sistema lee y carga los datos en las diferentes interfaces para que estén listos si se desean operarlos.

Una vez realizado lo anterior, el usuario podrá hacer uso de las diferentes interfaces gráficas diseñadas para la manipulación de la BD.

Capítulo

4

Sistema de Adquisición para una Hipermedia Inteligente

Sistema de Adquisición para una Hipermedia Inteligente

4.1 Introducción.

Los sistemas de adquisición de conocimientos permiten la introducción del conocimiento en un dominio dado, así también mantienen la consistencia de la base de conocimiento [28]. Como el desarrollo de la Hipermedia que se propone está basado en la construcción de una base de conocimiento, se hace indispensable la implementación de un sistema para la adquisición de conocimiento que permita la captura y mantenimiento de todos los elementos de la Hipermedia y el conocimiento relacionado con estos para conseguir un comportamiento adaptado a las características del usuario que navega por la aplicación desarrollada.

Para facilitar la utilización del sistema desarrollado se implementó una interfaz gráfica amigable de manera que la creación de una Hipermedia Inteligente sea lo más sencillo posible.

4.2 Adquisición de datos y conocimientos de la Hipermedia Inteligente

El sistema de adquisición de la Hipermedia es un ambiente que usa el Ingeniero del Conocimiento (IC) para la construcción de una Hipermedia con posibilidades de toma de decisiones de manera automática, siempre que el experto en el dominio sobre el cual se desarrolla la aplicación, cuente con el conocimiento requerido para poder implementar estas características.

Lo anterior significa, que independientemente de los diversos medios que componen una aplicación, es de suma importancia el conocimiento que controla su activación en dependencia de las características del usuario.

Para comprender el desarrollo y las características que este sistema posee, se presenta su estructura, funcionamiento y diseño dado el paradigma orientado a objetos que fue el empleado para su construcción. La pantalla principal del sistema de adquisición, mostrada en la figura 4.1, contiene una opción de trabajo por cada una de las componentes generales que integran la Hipermedia y que se mencionan a continuación:

- Elementos Multimedia
- Nodos
- Acciones
- Grupos de acciones y
- Páginas estáticas



Figura 4.1 Ambiente general para la adquisición de la Variable Hipermedia

4.3 Adquisición de los elementos de la Hipermedia

Para construir una Hipermedia en el sistema desarrollado, no existe un orden fijo. Esto se debe a las facilidades que tiene el sistema para que el usuario, principalmente un IC, tenga la libertad de decidir qué hacer en cada momento. Sin embargo, se recomienda al crear la Hipermedia, seguir una secuencia para facilitar el proceso. Esta secuencia está dada por los siguientes pasos:

1. Capturar los elementos Hipermedia y dentro de este proceso, para los textos RTF y las imágenes, definir las zonas sensibles (nodos) considerando para ello únicamente su identificación.
2. Preparar las páginas estáticas.
3. Capturar las acciones Hipermedia.
4. Construir los grupos de acciones.
5. Completar la información de los nodos con la condición de sensibilidad, con los grupos de acciones y la posición donde deben aparecer.

En los epígrafes siguientes se presentan los detalles de diseño y funcionamiento de cada componente de la Hipermedia.

La figura 4.1 muestra la interfaz principal con las operaciones generales sobre la Hipermedia, que dan acceso a las interfaces particulares de cada uno de sus componentes a través de la barra de menús; estos menús son:

- *Base de Conocimientos*: Contiene las opciones para *Buscar*, abrir la base más *Reciente* o *Salir* de la adquisición.
- *Edición*: Sus opciones muestran las interfaces para la edición de: elementos Multimedia, nodos, acciones, grupos de acciones y páginas estáticas.
- *Visualización*: Despliega las funciones para visualizar los datos existentes en la bse de datos para cada uno de los elementos: multimedios, nodos, acciones, grupos de acciones y páginas estáticas.
- *Ver*: Controla si se visualizan o no la barra de herramientas o la barra de estado.
- *Ayuda*: Proporciona acceso a un Hipertexto de ayuda.

La barra de herramientas duplica las órdenes del menú *Edición* y *Visualización* con el objetivo de facilitar o acelerar la acción sobre cada elemento. Por su parte, en la vista inferior a esta, se visualiza una caja de texto que contiene la ruta de ubicación de la BD que contiene la Hipermedia en la cual se encuentra almacenada la base de conocimientos.

Al inicial el proceso de adquisición esta caja toma la ruta de la última BD en la cual se ha trabajado, si deseamos trabajar en otra base existente, mediante el botón *Buscar* localizamos el directorio en el cual se encuentra y se coloca en la caja de edición. Si deseamos general una nueva BD; en la caja de texto especificamos el directorio, la ubicación y el nombre que queremos darle a la base, para posteriormente pulsar el botón *Abrir* y la base sea generada automáticamente.

El sistema mostrará los mensajes para informar al usuario cuando la BD haya sido creada y esté lista para edición o no exista.

Las clases para la manipulación del ambiente general se muestran en la figura 4.2.

Las clases propias para la adquisición de las componentes de la Hipermedia se muestran en la figura 4.3 y son:

- Clase *Hipermedia*, se utiliza para generar las vistas de las interfaces, para la adquisición, de cada uno de los elementos y de las páginas estáticas; además es la superclase de este módulo.
- *BDHipermedia*: Genera o abre, de manera automática, la BD de una Hipermedia.
- *Elem_Mult*: Propia para los elementos Multimedia.
- *Nodo*: Para manipular los datos asociados a los nodos.
- *Acción*: Para las acciones.
- *Grupo*: Permite adquirir los datos de los diversos grupos de acciones.
- *Pagina*: Para la manipulación de los datos propios de las páginas estáticas.
- *ManejoBD*: Contiene todas las funciones y variables para manipular los datos, de la BD; específicamente, permite agregar modificar o eliminar datos de ésta.

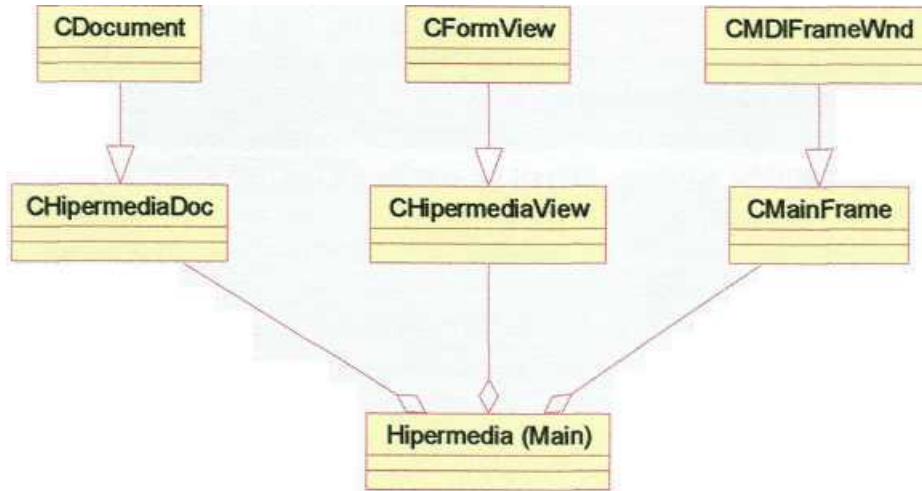


Figura 4.2 Clases para la manipulación del ambiente general.

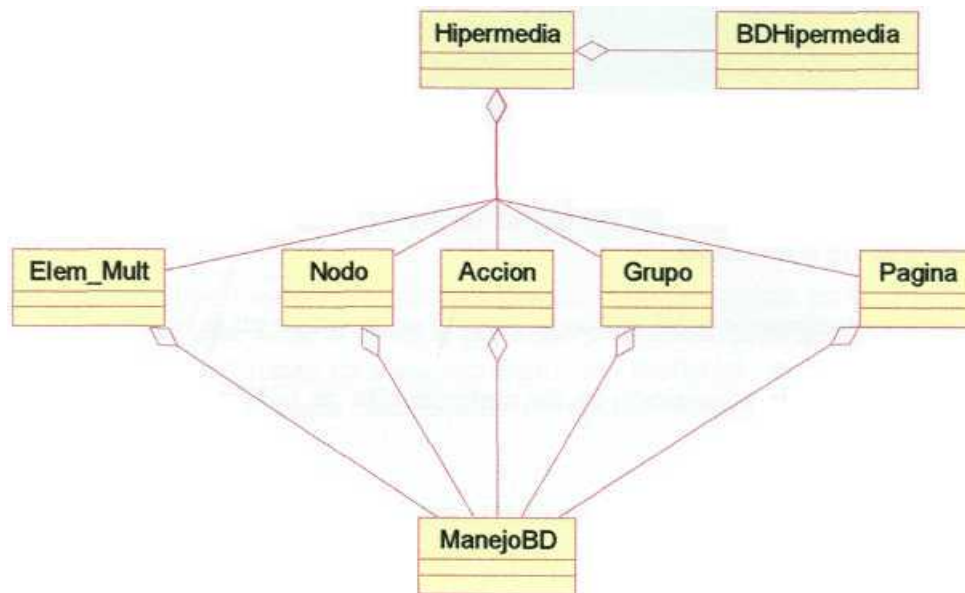


Figura 43 Diagrama de clases del módulo de adquisición de la Hipermedia.

El ambiente mostrado en la figura 4.1 posee interfaces propias para la adquisición de cada elemento de la Hipermedia. Cada una de estas interfaces se explica a continuación

4.4 Adquisición de los elementos Multimedia

En la figura 4.4 se muestra la pantalla para la adquisición de los datos correspondientes a los diferentes multimedios en la BD.

4.4.1 Funcionamiento

A través de la interfaz mostrada en la figura 4.4 el usuario interactúa con la BD. En la lista ubicada en la parte inferior de la pantalla, se visualizan los datos que se encuentran almacenados en la BD, para cada multimedia almacenado, muestra un texto que lo identifica, el tipo de multimedia y la ruta del archivo en que se encuentra almacenado (excepto para el texto RTF) debido a que el texto, con su respectivo formato, se almacena directamente en la BD.

En la parte superior de la interfaz se visualizan los datos del elemento que se encuentre seleccionado en la lista inferior y que se distinguirá mediante una flecha roja ubicada en la parte izquierda del elemento. Los elementos de la lista inferior son los datos que se encuentran ya almacenados en la BD y se muestran con la finalidad de poder manipular los datos de una manera más sencilla y visual.

El botón Nuevo limpia los controles de la vista superior de la pantalla y prepara la vista para agregar nuevos datos, los botones, Agregar, Modificar y Eliminar, permiten realizar tales operaciones en la BD. Editar es un botón propio para elementos tipo imagen y texto RTF que activa editores para su manipulación.

Las características de funcionamiento mencionadas en los dos párrafos anteriores, se estandarizan para las interfaces de edición de: nodos, acciones, grupos de acciones y páginas estáticas.

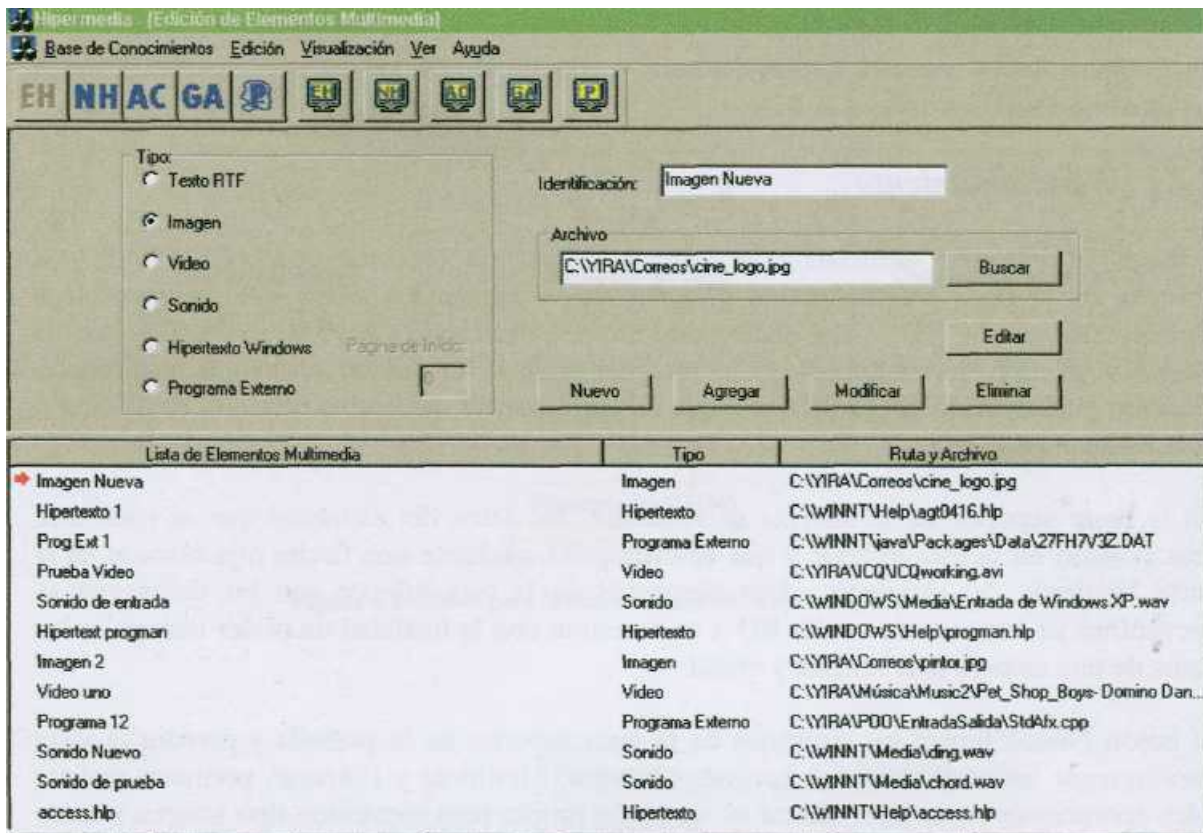


Figura 4.4 Pantalla para la adquisición de multimedios.

4.4.2 Diseño de clases

Para la adquisición de los multimedios, texto RTF, imagen, sonido, video, Hipertexto Windows y programas externos, se utilizan las clases presentadas en la figura 4.5.

La clase *ElemMMem*, permite almacenar los datos y controla el flujo de información entre la interfaz y la BD.

En la clase *TextoEditado*, se implementa un editor para texto enriquecido con formato RTF.

La manipulación de la captura de los datos mostrada en la parte superior de la figura 4.4 se encuentra implementada en la clase *elem_mult*.

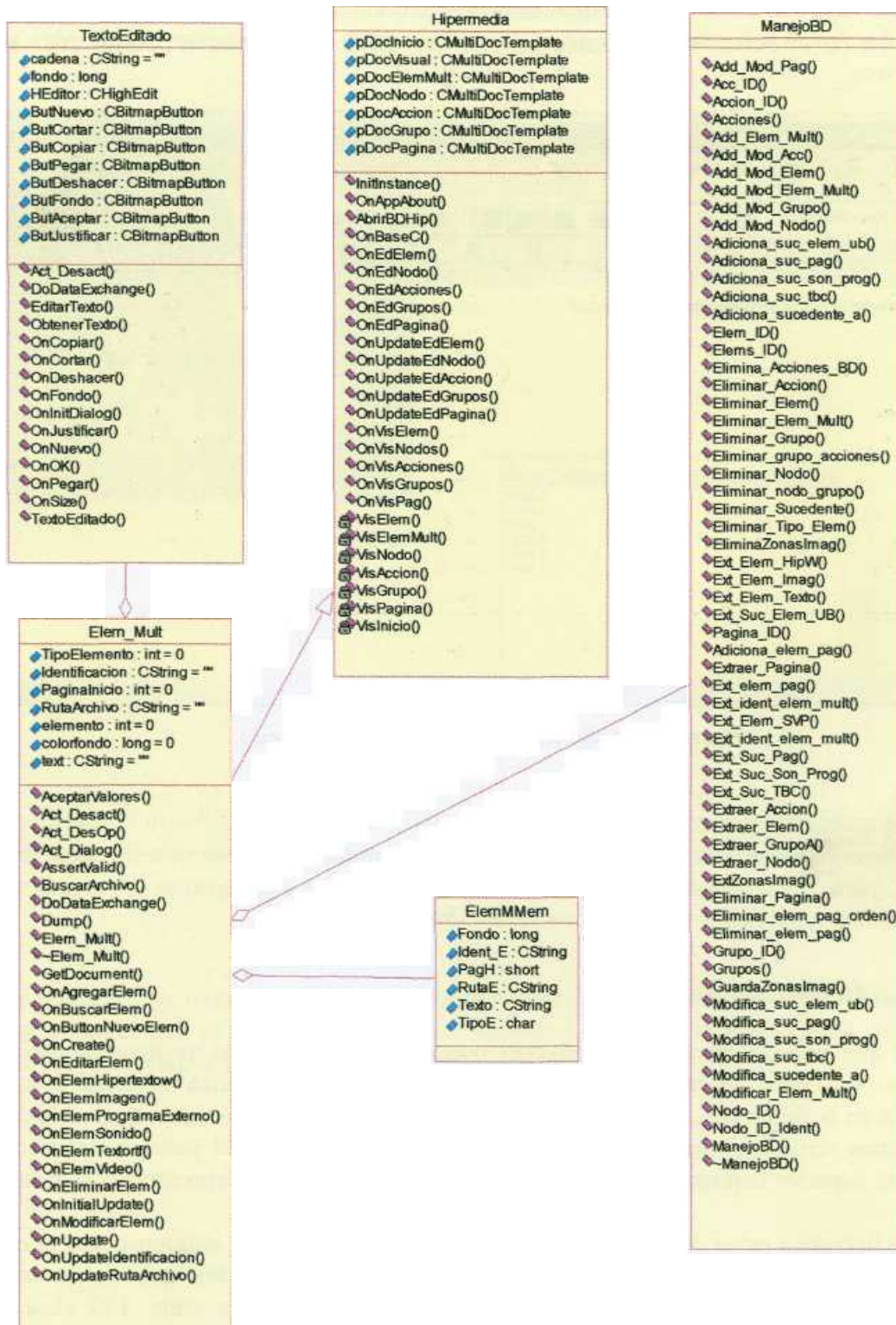


Figura 4.5 Diagrama de clases de la aplicación para la adquisición de elementos multimedia.

4.4.3 Edición de textos RTF

La creación de palabras o textos sensibilizados a los cuales se les asocian grupos de acciones, necesitan ser editados a través de un ambiente con características que permitan crear este tipo de texto y poder almacenarlos y recuperarlos de la BD con su formato creado. La figura 4.6 muestra el editor que se desarrolló en el presente trabajo para editar estos textos.

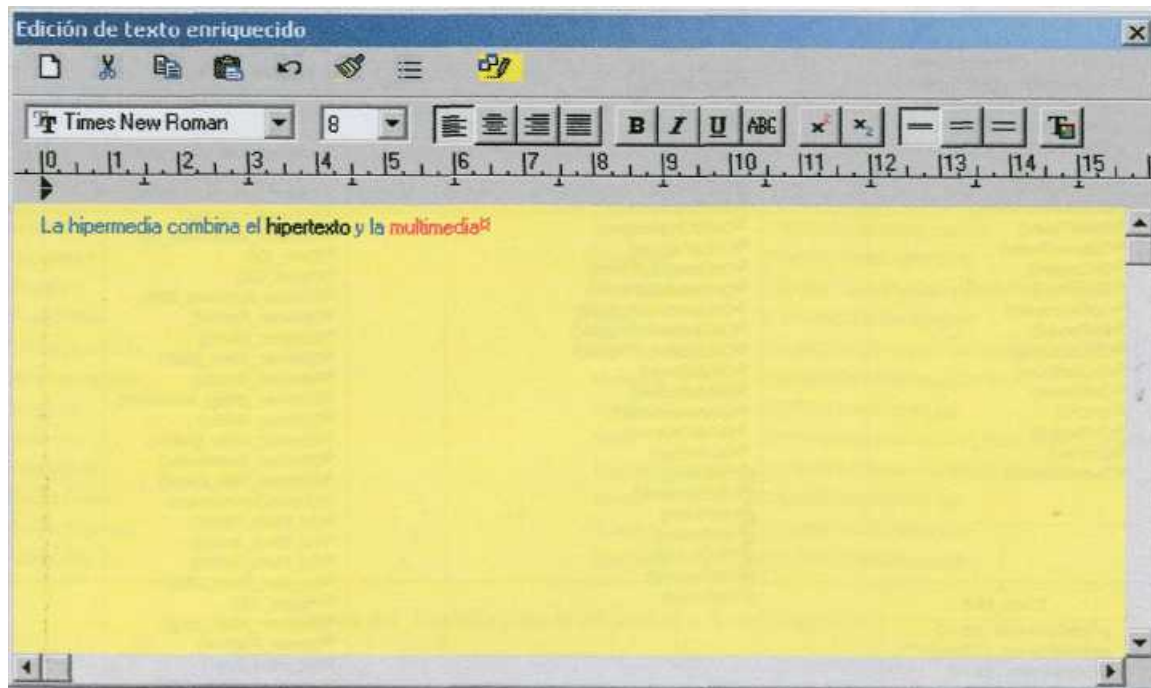


Figura 4.6 Interfaz para la edición de texto enriquecido.

Como se puede observar, en la figura 4.6, el editor cuenta con una barra de herramientas para aplicar el formato deseado al texto que se introduzca y cuenta con las posibilidades básicas para manipulación de textos enriquecidos. La clase que proporciona la funcionalidad requerida a este editor es *TextoEditado*.

4.4.4 Edición de imágenes

Al igual que el texto, también las imágenes pueden ser sensibilizadas mediante la definición de zonas con nodos asociados, la definición de dichas zonas se realiza mediante la interfaz mostrada en la figura 4.7. En esta última interfaz se muestra la imagen a la cual se le desean crear zonas sensibles; una zona sensible se define ubicando con el puntero del ratón los extremos: superior izquierdo e inferior derecho, del rectángulo que representará la zona.

Una vez definidos estos dos puntos, aparecerá automáticamente un diálogo como el que se muestra en la misma figura, en el cual se mostrarán los nodos que se encuentren almacenados en la BD y se elegirá el que se desee asociar a la zona. Las clases que proporcionan la funcionalidad a esta interfaz se muestran en la figura 4.8.

Los menús que tiene la interfaz son:

- *Operaciones*: Ofrecen operaciones para crear zona sensible, quitarla o definir parámetros.
- *Marca*: Permite definir la forma gráfica de la zona sensible.
- *Salvar*: Para guardar las zonas que se hayan creado.
- *Cancelar*: No guardar las zonas sensibles o los cambios realizados en la imagen.

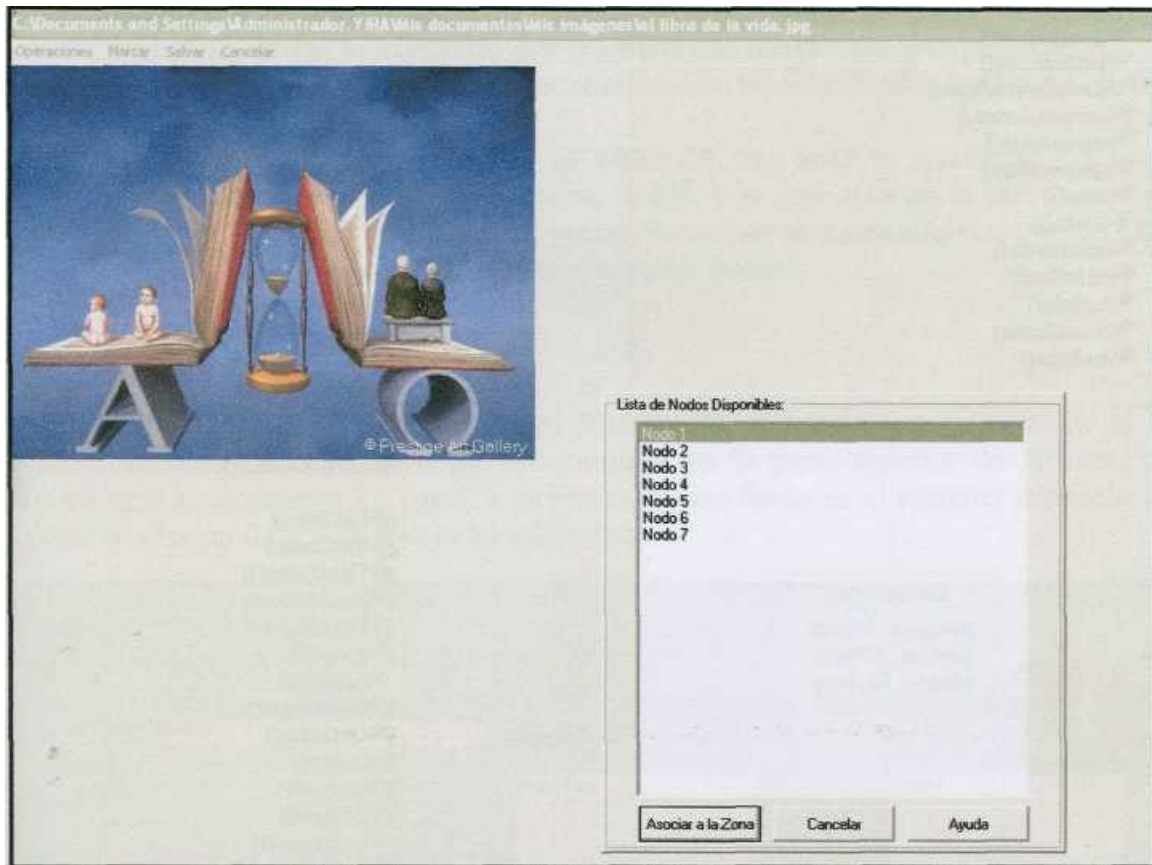


Figura 4.7 Interfaz para la edición de imágenes sensibles.

En la lista que se muestra en la parte inferior derecha se encuentran tres botones: para asociar el nodo que se seleccione a la zona sensible (Asociar a la Zona), para cancelar la operación (Cancelar) y para solicitar ayuda (Ayuda).

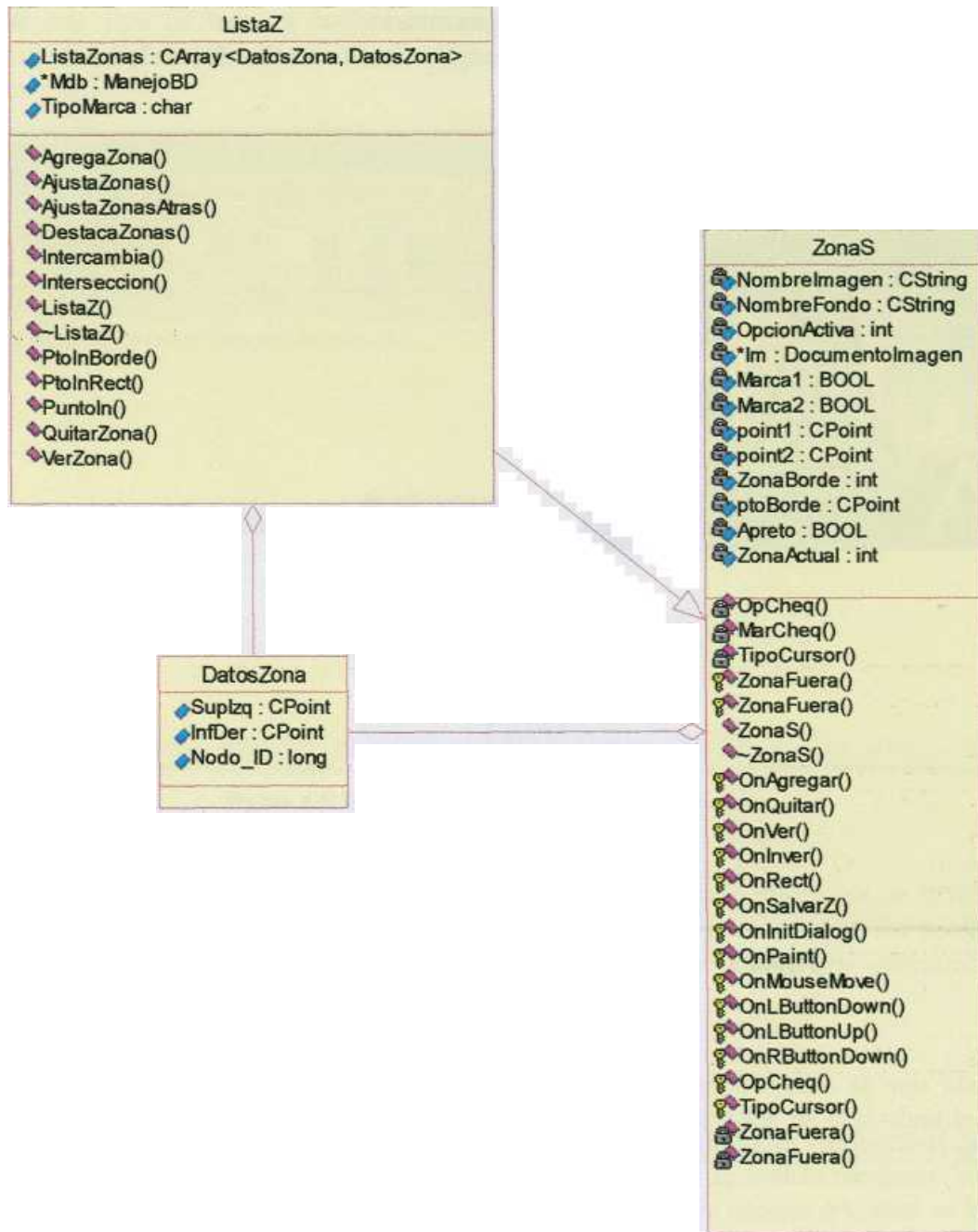


Figura 4.8 Diagrama de clases de la aplicación para la adquisición de las zonas sensibles asociadas a una imagen

4.5 Adquisición de nodos

Los datos que se deben especificar, mediante la interfaz de la figura 4.9, para cada nodo que se desee crear son:

- **Identificación:** Texto el cual idéntica al nodo.
- **Dinamismo:** Especifica si se presentará de manera estática o dinámica.
- **Forma de visualización:** Especifica si se desea visualizar sobre la vista que se encuentre activa (sobrepuesto) o si se genera una nueva vista (independiente).
- **Condición de sensibilidad:** Las condiciones bajo las cuales aparecerá el nodo como zona sensible.
- **Grupo de acciones asociadas al nodo:** A esta lista se adicionan los grupos requeridos que estar, almacenados en la BD, y se muestran en la lista "Grupos de acciones existentes", mediante el primer botón que se encuentra entre las dos listas o se eliminan de esta lista mediante el segundo botón.

4.5.1 Funcionamiento

Al igual que en la interfaz de elementos Multimedia, al seleccionar un nodo de la lista inferior se actualizan los datos de los controles en la parte superior de la vista, para modificar más fácilmente los datos, y se posiciona una flecha en el extremo izquierdo para controlar el nodo de la base que se ha seleccionado.

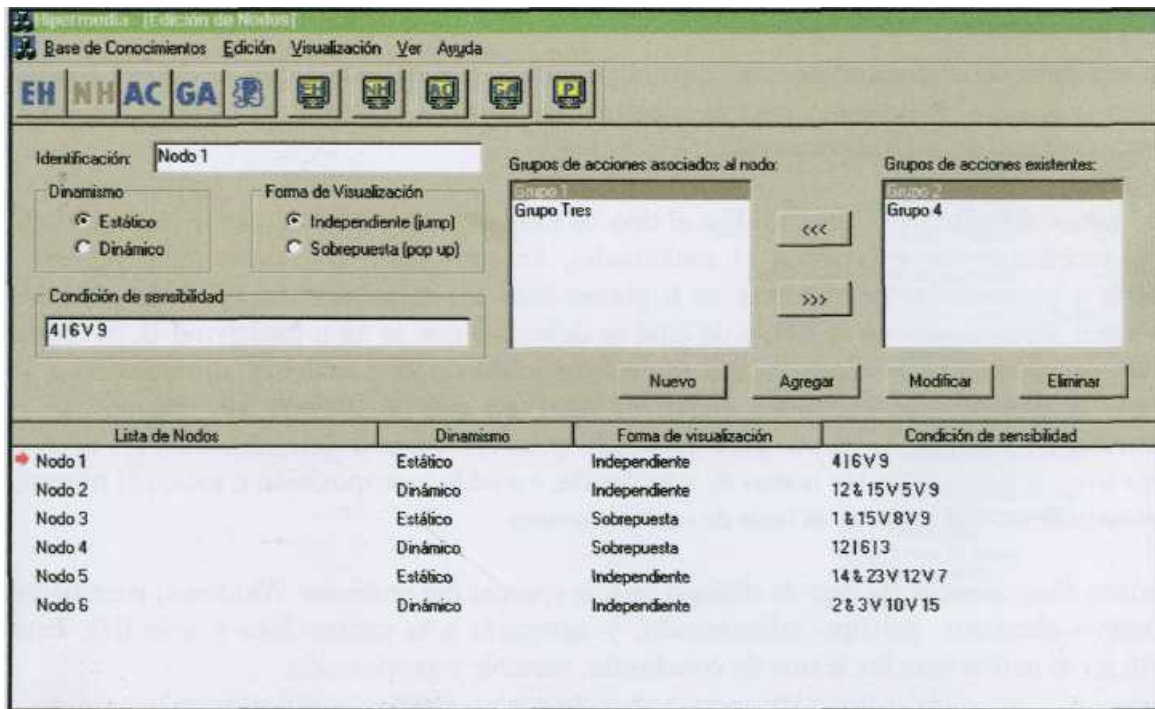


Figura 4.9 Pantalla para la adquisición de nodos.

4.5.2 Diseño de clases

Las clases mediante las cuales se crea la interfaz y la funcionalidad para la adquisición del conocimiento asociado a los nodos se muestra en la figura 4.10.

ElemNodo:, Mediante esta clase se transfieren los datos, de la interfaz a la BD y viceversa. Se incluyen las opciones Agregar, Modificar y Eliminar.

Nodo: Se implementa la funcionalidad necesaria para que a través de la interfaz de la figura 4.9 se manipulen los datos de los nodos dentro de la BD.

4.6 Adquisición de acciones

Una acción, como se muestra en la figura 4.11, está formada por dos elementos principales: *Antecedente* que es la condición que determinará la visualización de determinados multimedia, y el *Sucedente* que especifica que multimedia se visualizarán, así como su ubicación en la pantalla, si se satisface (sucedente afirmativo) o no (sucedente negativo) el antecedente.

4.6.1 Funcionamiento

En la figura 4.11 se muestran los datos acerca de los elementos, antes mencionados, que se deben definir para cada acción que se desee crear.

Una vez definido el antecedente, se deberán definir los multimedia que se desean asociar para el sucedente afirmativo y para el negativo; los botones de radio del marco *Operación sobre*, controlan la edición para estos.

En el marco de opciones *Tipo*, se elige el tipo de elemento Multimedia que se desea asociar a un sucedente. Al seleccionar el multimedia, excepto para los textos de conclusión, variable y proposición, se muestran en la primer lista, los elementos del tipo seleccionado, que estén almacenados en la BD, y de aquí se deberá el que se va a incorporar como parte de los sucedentes (a la segunda lista si estamos editando el sucedente afirmativo o a la tercera si editamos el sucedente negativo) una vez que se definan sus valores de la *ubicación en pantalla* (excepto para el sonido y los programas externo). La caja de *No. Texto* sólo se activa para los textos de conclusión, variable y proposición e indica el número correspondiente del texto en la base de conocimientos.

El botón *Buscar* activa la caja de diálogo buscar (propia del ambiente Windows) para hallar un nuevo elemento, del tipo seleccionado, y agregarlo a la primer lista y a la BD. Este botón no se activa para los textos de conclusión, variable y proposición.

Para agregar, modificar o eliminar elementos de las listas del sucedente afirmativo, primera, y del negativo, segunda, se suministran los botones ubicados al extremo derecho de ellas.



Figura 4.10 Diagrama de clases de la aplicación para la adquisición de nodos.

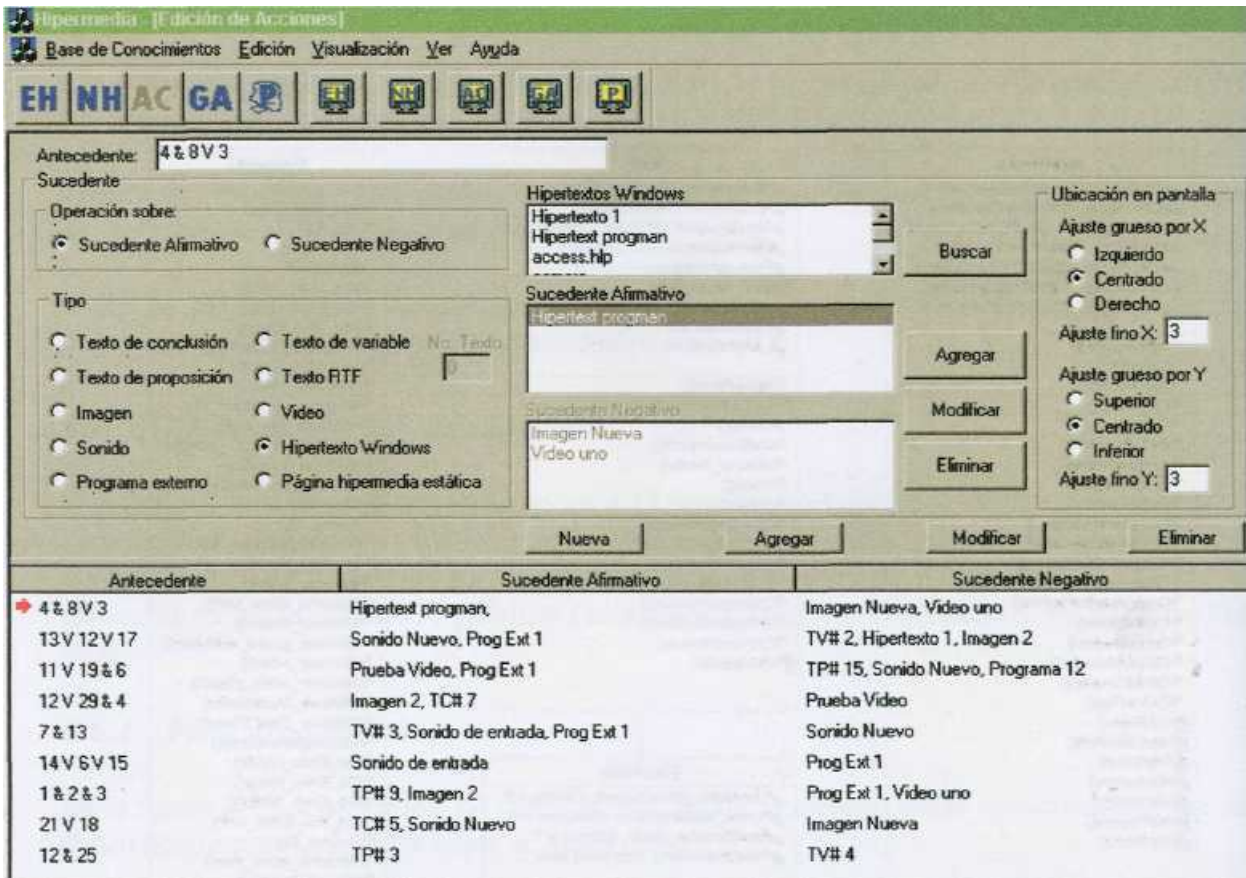


Figura 4.11 Pantalla para la adquisición de acciones.

4.6.2 Diseño de clases

Las clases que otorgan la funcionalidad a esta interfaz aparecen en la figura 4.12.

ElemAcc: En ella se manejan los datos para cada elemento Multimedia y textos de la base de conocimientos.

ElemAccion: Mediante esta clase se envían los datos de la interfaz a la BD para realizar las operaciones de agregación, modificación o eliminación sobre los datos almacenados.

Elemento: Almacena los datos (identificador e identificación) para cada elemento Multimedia ya almacenado.

Acción: Controla toda la funcionalidad para la interfaz mostrada en la figura 4.11.



Figura 4.12 Diagrama de clases de la aplicación para la adquisición de acciones.

4.7 Adquisición de grupos de acciones

Los grupos de acciones están definidos mediante los siguientes elementos: *Identificación*, que es el texto que lo va a identificar, *Condición*, condición bajo la cuál se sensibilizará, y *las acciones asociadas a él*.

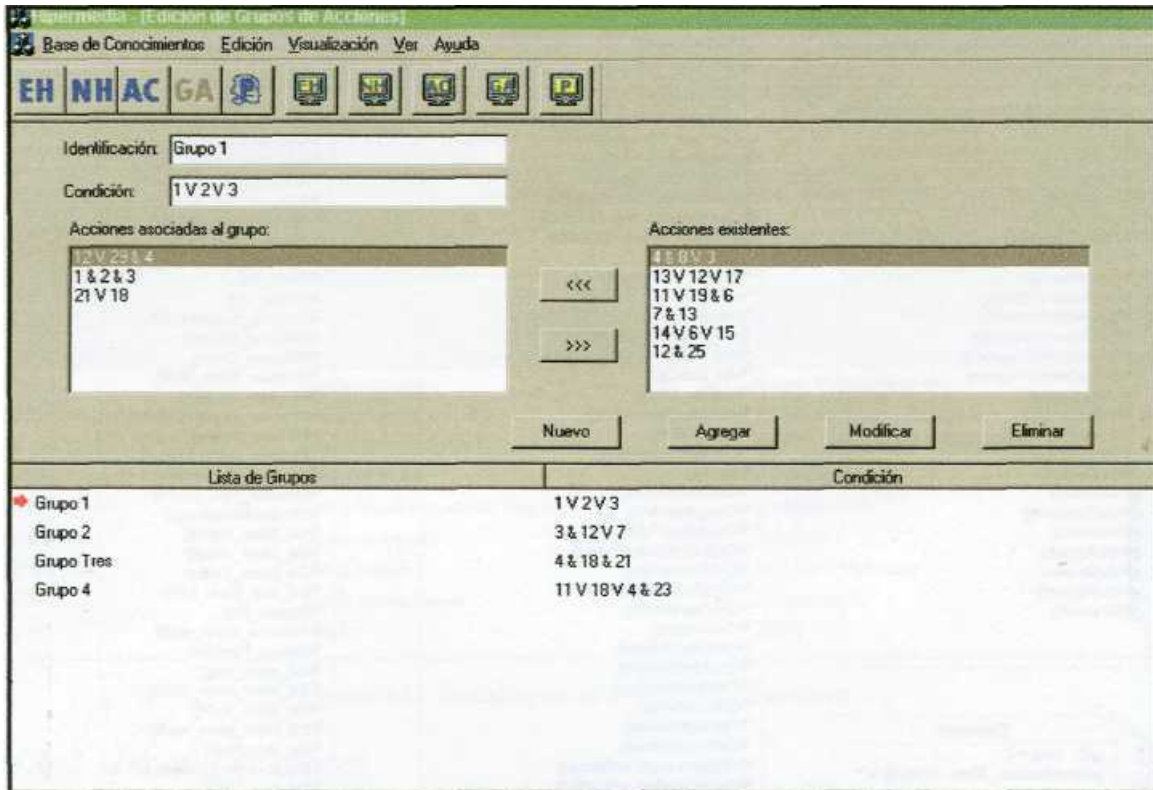


Figura 4.13 Pantalla para la adquisición de grupos de acciones.

4.7.1 Funcionamiento

En la figura 4.13 se muestra la interfaz de comunicación con el usuario que posibilita la creación, modificación de los grupos de acciones y las acciones pertenecientes al grupo en edición, se mostrarán en lista de "Acciones asociadas al grupo", mientras que en la lista "Acciones existentes" se muestran las acciones existentes en la BD; el primer botón que aparece entre las dos listas permite agregar una acción de la segunda lista a la primera lista y el segundo botón elimina la acción que se seleccione de la lista de acciones del nodo y la agrega en la lista de acciones de la base.

4.7.2 Diseño de clases

Las clases que otorgan la funcionalidad a esta interfaz aparecen en la figura 4.15.

AccExist: Almacena los datos (identificador y antecedente) para cada acción que se encuentra guardada en la BD.

ElemGrupo: Mediante esta clase se envían los datos de la interfaz a la BD para realizar las operaciones de agregación, modificación o eliminación sobre los datos almacenados.

Grupo: Controla toda la funcionalidad para la interfaz mostrada en la figura 4.13.

4.8 Adquisición de páginas estáticas

La adquisición de las páginas estáticas se realiza mediante la pantalla mostrada en la figura 4.14.

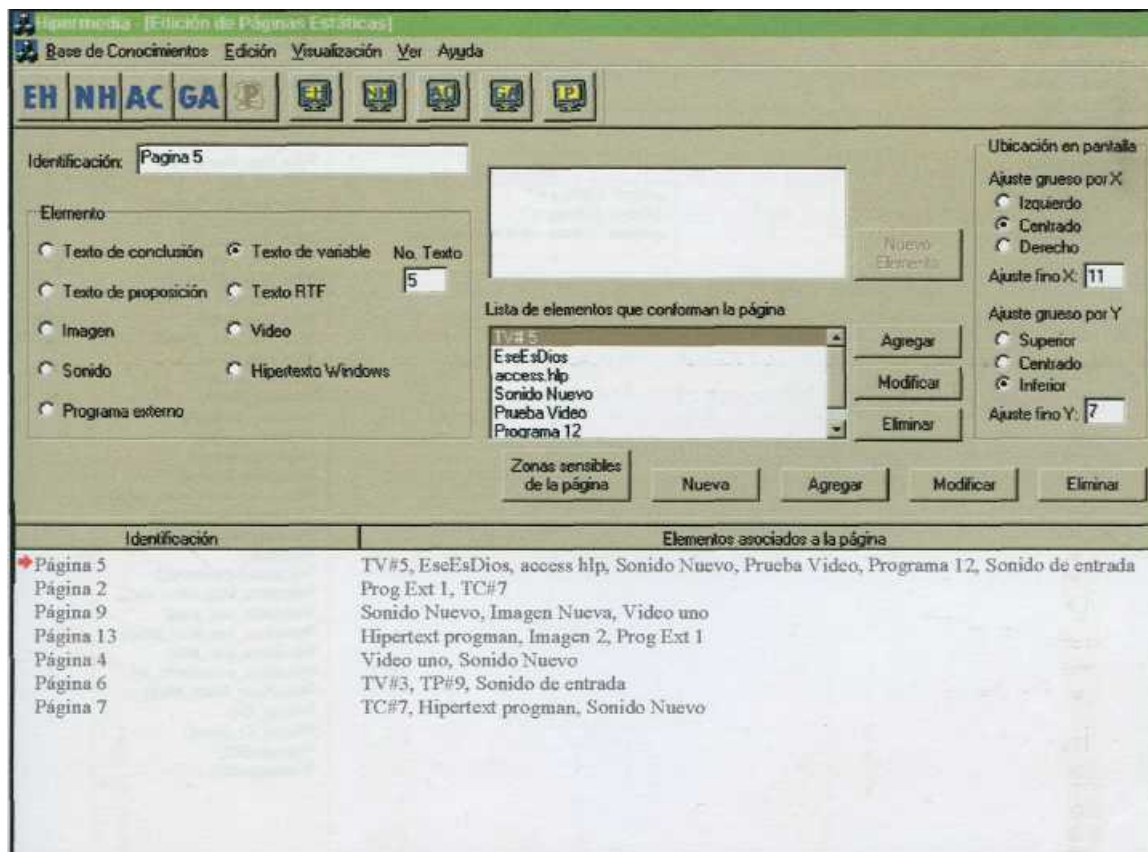


Figura 4.14 Pantalla para la adquisición de páginas estáticas.

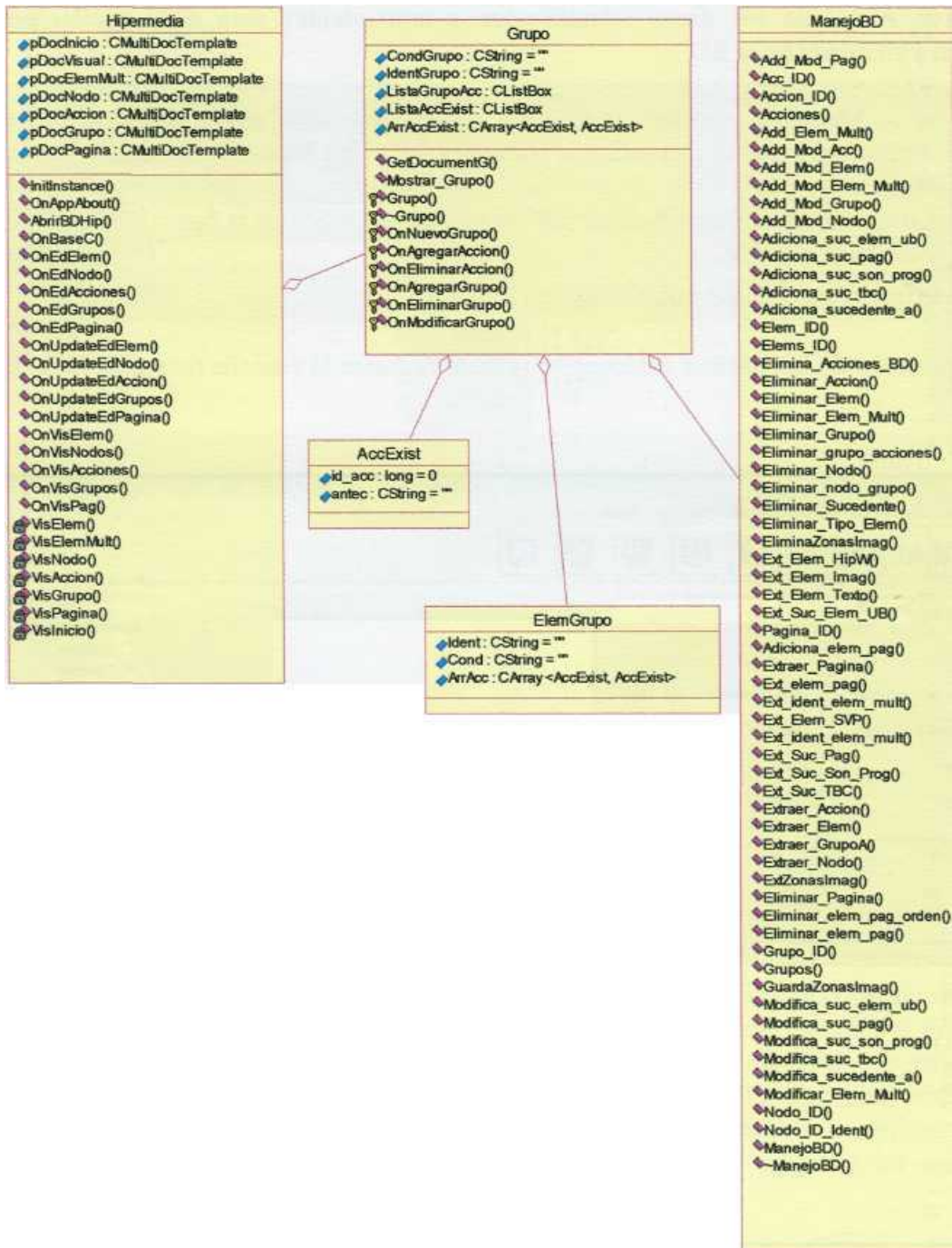


Figura 4.15 Diagrama de clases de la aplicación para la adquisición de grupos de acciones

4.8.1 Funcionamiento

Como se puede observar, se tiene que definir una identificación para cada página que se desee editar. Una página puede incluir diversos multimedios, los cuales se definen en el marco de agrupación que se encuentra en la parte inferior de la identificación; una vez elegido el tipo de elemento que se desea agregar, aparecerán en la primer lista todos los elementos disponibles de ese tipo, que se encuentren almacenados en la BD. Para agregar, modificar o eliminar un elemento a la lista que se asocian a la página en edición, se debe seleccionar, definir su ubicación si no se trata de eliminar y activar la acción correspondiente en la pantalla.

Los botones *Guardar*, *Guardar y Salir* y *Eliminar* proporcionan la funcionalidad para realizar estas operaciones sobre la BD. La vista inferior de la interfaz muestra las páginas estáticas existentes en la base, así como sus elementos que la integran.

4.8.2 Diseño de clases

La funcionalidad de esta interfaz está dada por las clases que se muestran en la figura 4.16.

Elemento: Almacena el identificador y el texto del elemento multimedia que se desea visualizar en la página y que se encuentra almacenado en la BD.

ElemPagina: Mediante esta clase se envían los datos de la interfaz a la BD para realizar las operaciones de agregación, modificación o eliminación sobre los datos almacenados.

ElemPag: Se almacenan y controlan los datos para cada elemento que se encuentra en la página.



Figura 4.16 Diagrama de clases de la aplicación para la adquisición de páginas estáticas.

Capítulo

5

**Sistema para la
Adquisición de las
Estructuras Ejecución
y Estado de la
Hipermedia Inteligente**

Sistema para la Adquisición de las Estructuras Ejecución y Estado de la Hipermedia Inteligente

5.1 Introducción

Como ya ha sido explicado, el funcionamiento de la Hipermedia que se presenta, estará controlado por dos variables que pueden formar parte de las bases de conocimientos construidas en el sistema HArises. La primera, denominada Variable Ejecución de la Hipermedia, cuyo objetivo fundamental es activar el funcionamiento de la Hipermedia y la segunda llamada Variable Estado de la Hipermedia que se utiliza para extraer información sobre el proceso de ejecución que ha realizado un usuario durante su interacción con el sistema.

En este capítulo se presenta el diseño y funcionamiento de estas dos estructuras.

5.2 Sistema HArises A

El proceso de adquisición de conocimientos se ejecuta en el sistema HArisesA, el cual forma parte del sistema HArises y fue explicado en el capítulo 3. Para implementar las variables de la Hipermedia se creó un módulo dentro de este sistema lo que permitió utilizar las funciones generales ya existentes.

5.2.1 Ubicación de las estructuras Ejecución y Estado dentro del ambiente HArisesA

Dentro de HArisesA existen las clases: *CompileVar*, *Variables*, *Var* y *ConceptVar* propias para el manejo de las variables y se utilizan también para las variables Ejecución y Estado de la Hipermedia Inteligente. El diagrama de clases que muestra las relaciones entre las clases propias de HArisesA y las clases de las variables desarrolladas en este trabajo, se encuentra en la figura 5.1.

A continuación, se explica de manera general, la función de cada una de las clases que se encuentran en el esquema.

Las clases: *CompileVar*, *Variables* y *Var* permite la traducción y lectura de texto e información tipo binario así como la definición de la base de conocimientos para el dominio elegido.

ConceptVar, se utiliza para realizar leer, calcular memoria, listar, recibir, el texto que define el concepto asociado a las distintas variables.

VarHipermedia, es la clase propia para la manipular los parámetros de la variable estado de la Hipermedia en la base de conocimientos.

VarExeHiper, permite manipular los elementos de la variable ejecución de la Hipermedia en la base de conocimientos.

Como se puede observar, *Var* es la superclase que contiene la definición de los métodos que pueden realizar todas las funciones que heredan de ella; la implementación de estas funciones es diferente para cada variable por lo que se hace uso del polimorfismo, que es una de las características propias del enfoque orientado a objetos que permite implementar un mismo método de diferentes manera; esto se realiza, en la programación, mediante el uso de funciones virtuales, las cuales se declaran en la clase base y se redefinen e implementan en las clases derivadas de acuerdo al proceso que se requiere para cada tipo de variable.

5.5 Adquisición de la Variable Ejecución

5.3.1 Funcionamiento

La definición de la Variable Ejecución de la Hipermedia se efectúa de manera relativamente fácil. Para ello se implementó un diálogo como el que se muestra en la figura 5.2.

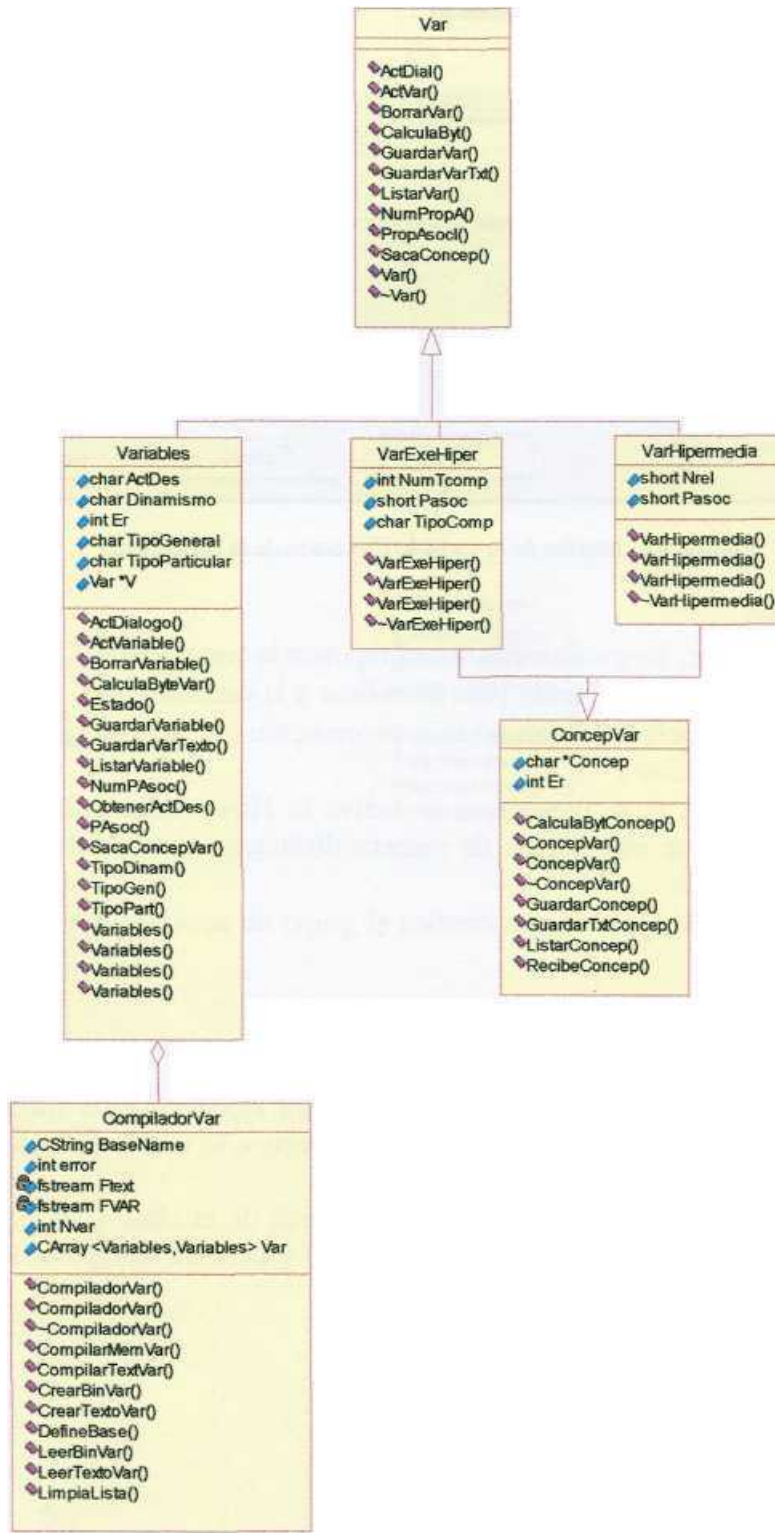


Figura 5.1 Diagrama de clases de las variables ejecución y estado dentro de HArIESA.

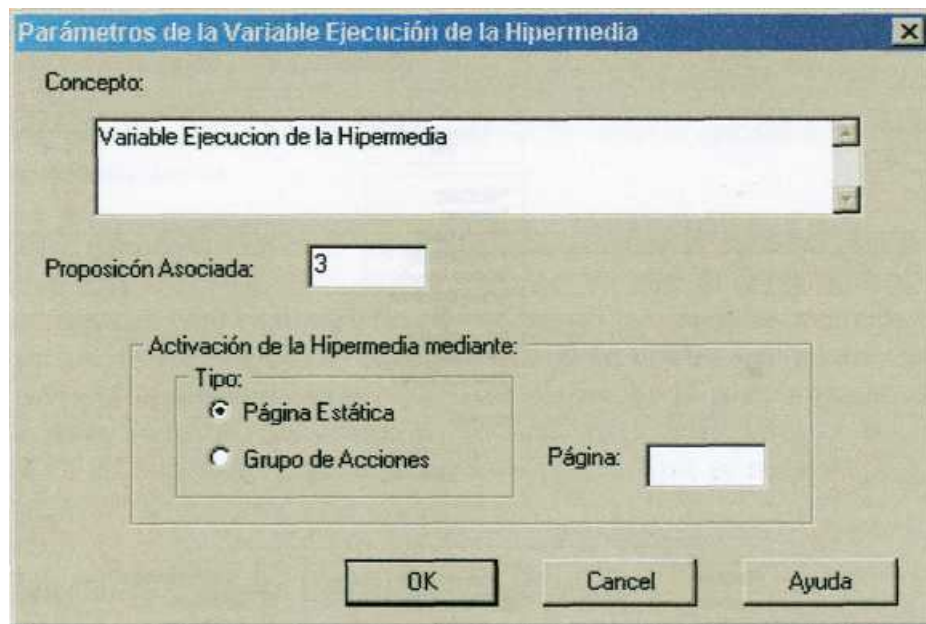


Figura 5.2 Interfaz de la variable Ejecución de la Hipermedia.

Como se puede observar, los parámetros que componen la variable son:

- **Concepto:** Se captura el texto para identificar a la variable.
- **Proposición Asociada:** Representa la proposición que servirá como vínculo con la base de conocimientos.
- **Tipo:** Se elegirá si se desea que se active la Hipermedia utilizando una *página estática*, o se cree una página de manera dinámica en base a la evaluación de un *grupo de acciones*.
- **Página o Grupo:** Es la página estática el grupo de acciones que se defina, según el caso.

5.3.2 Jerarquía de clases

Las clases propias para la adquisición de la estructura ejecución y la manipulación de la interfaz de la figura 5.2, mediante la cual se adquieren estos, se muestran en la figura 5.3.

DefVarExe es la clase que controla la interfaz y hereda de la clase *CDialog*, propia de la jerarquía de clases con la que cuenta Visual C++ 6.0 y permite manipular los diálogos del tipo mostrado en la interfaz de la figura 5.2.

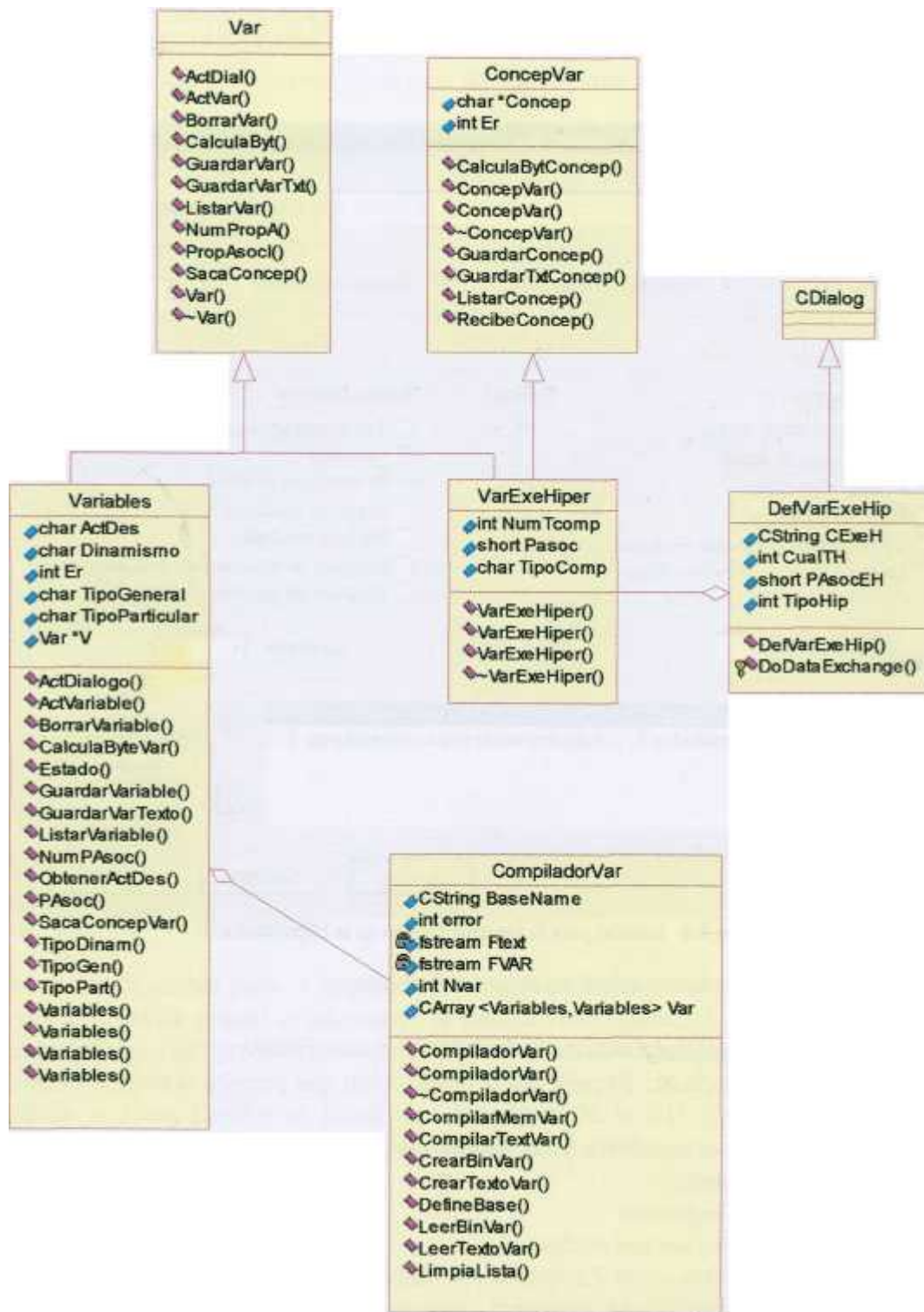


Figura 5.3 Clase propias para la adquisición de la estructura ejecución.

5.4 Adquisición de la variable Estado de la Hipermedia

5.4.1 Funcionamiento

La figura 5.4 muestra la interfaz para generar una variable estado de la Hipermedia.

Figura 5.4 Interfaz para la variable Estado de la Hipermedia

Como se observa, los parámetros que se deben definir son:

- **Concepto:** Se introduce el texto que identifica a la variable.
- **Proposición Asociada:** Representa la proposición que permite activar la evaluación de la variable.
- **Expresión:** Es el conectivo para generar la expresión que se evaluará, y se elige una de las siguientes:
 - *Conjuntiva*
 - *Disyunción Inclusiva*
 - *Disyunción Exclusiva:* Se debe colocar la cantidad (en la caja de edición que aparecerá automáticamente al elegir este conectivo) a cumplirse, identificada por r.

Lista de relaciones: Cada una de las relaciones se forman por 5 componentes:

Miembro Izquierdo:

- **Tipo:** Se elige una de las cinco opciones (tipos), de este miembro, que aparecen en la caja de miembro izquierdo.
- **Valor:** Este valor corresponde al nodo o al grupo de acciones, de acuerdo al tipo seleccionado y se coloca en la caja de edición que se encuentra en la parte inferior de las opciones.

Relación: Existen seis tipos, como se puede ver en la figura 5.4, de los cuales se elegirá uno para establecer la relación entre el miembro izquierdo y miembro derecho.

Miembro Derecho:

- **Tipo:** Al igual que el caso de miembro izquierdo, se elige un tipo de los seis posibles que aparecen en el cuadro correspondiente.
- **Valor:** En correspondencia con el tipo de miembro derecho seleccionado.

Al elegir y definir los parámetros de una relación, ésta se deberá anexar (mediante el botón 'Agregar') a la lista que aparece al lado izquierdo de dicho botón. El número de relaciones que se pueden agregar a la lista es ilimitado.

Los botones 'Modificar' y 'Eliminar' permiten, como su nombre lo indica, modificar o eliminar relaciones en la lista. Al seleccionar una relación de la lista, sus parámetros se deben visualizar también en la caja de la Lista de Relaciones.

El botón  permite subir la relación seleccionada una posición en el orden dentro de la lista.

El botón  baja la relación seleccionada una posición en el orden de la lista.

5.4.2 Jerarquía de clases

La jerarquía de clases para la adquisición de los elementos de la estructura estado y de la interfaz a través de la cual se adquieren, se plasma en la figura 5.5. La clase para manipular dicha interfaz es *DefVarHiper* que también hereda de *CDialog*.

Mediante la clase *RelHip* se transfieren los datos de la BD a la interfase, para hacer operaciones sobre ellos, y viceversa, para actualizar los cambios realizados.

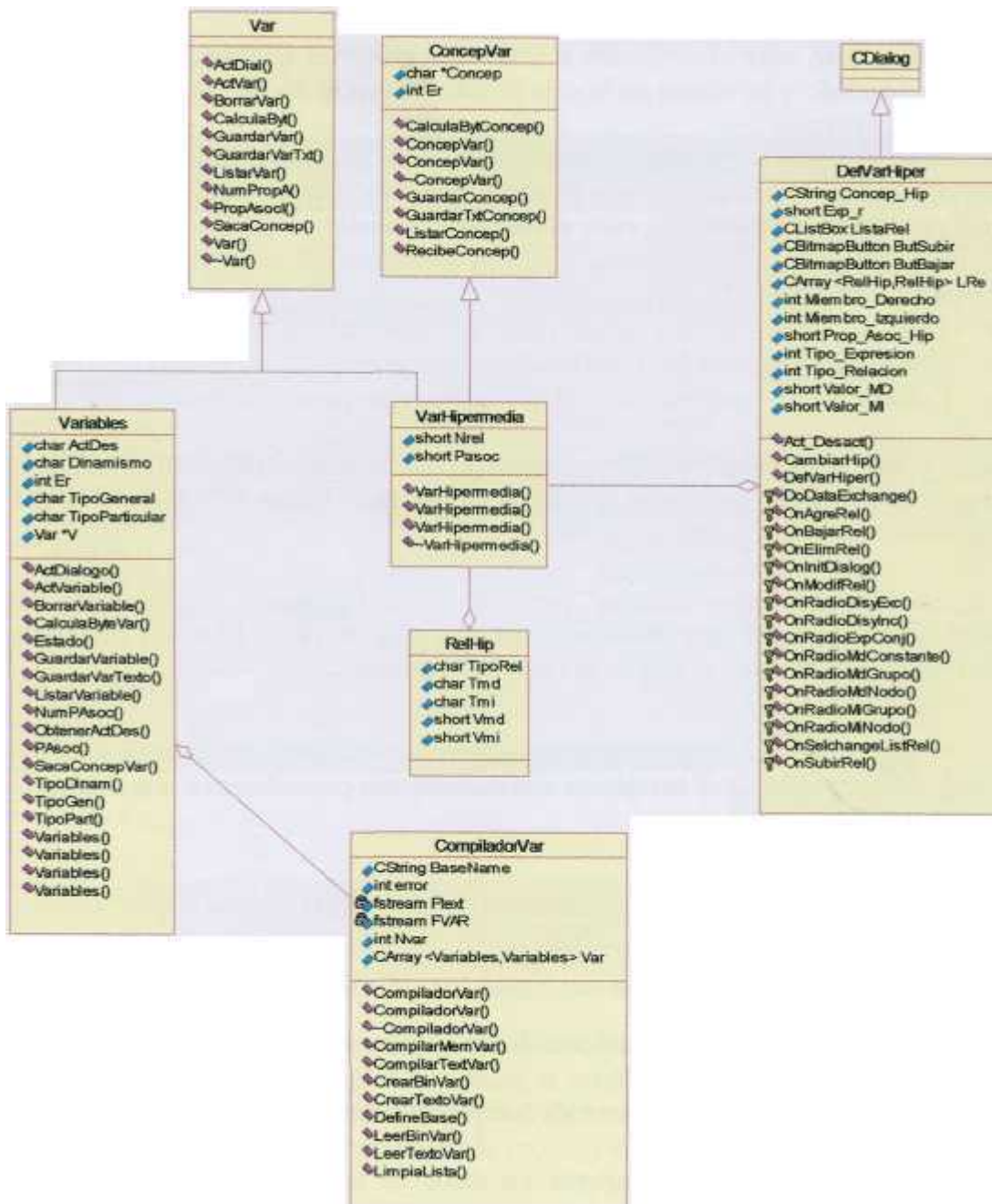


Figura 5.5 Clase propias para la adquisición de la estructura estado.

Una Hipermedia de este tipo se activa desde una base de conocimiento por medio de las condiciones que se establecieron en la variable ejecución.

Conclusiones

Conclusiones

El sistema de adquisición de conocimientos que se presenta es la base para desarrollar Hipermedias Inteligentes. La característica más relevante del sistema de adquisición es que incorpora diversas estructuras de representación del conocimiento para desarrollar Hipermedias con posibilidades de razonamiento y toma de decisiones de carácter inteligente.

Se desarrollaron tres módulos para las estructuras Hipermedia, Ejecución y Estado, que posibilitan la adquisición de datos y conocimientos; así como también editores de imágenes y textos sensibles, como base para la construcción de Hipermedias que puedan adaptarse a las características de los usuarios.

El sistema ofrece interfaces gráficas y amigables al diseñador de la Hipermedia Inteligente, para adquirir los elementos necesarios para cada hipermedia de carácter específico (multimedios, nodos, acciones, grupos de acciones y páginas estáticas). Los datos de cada uno de estos elementos se almacenan en una BD que fue diseñada e implementada con esta finalidad; quedando así cumplidos los objetivos que se plantearon al inicio de este trabajo. Además de que el propio sistema permite generar o abrir la BD para cada hipermedia de manera automática.

Con el fin de aprovechar las posibilidades con que cuenta el sistema HARies de manejo de incertidumbre, mecanismos de inferencia, variada interacción con el usuario, manejo de multimedios, entre otras, se crearon las estructuras Ejecución y Estado en este ambiente para manipular las Hipermedias.

Las ventajas o posibilidades que presenta el modelo propuesto, tomando como base el conocimiento adquirido en este sistema como parte de las componentes de estas Hipermedias, se pueden resumir en los siguientes puntos:

- El hiper-espacio se puede adaptar durante la ejecución a las necesidades del usuario.
- La Hipermedia se dota de posibilidades para la toma de decisiones.
- Se implementan noaos y enlaces dinámicos que permiten el acceso a diferentes tipos de información desde una misma zona sensible.
- Se posibilita el diseño de páginas dinámicas.

Mediante la variable Hipermedia se define el dominio de cada Hipermedia, lo cual permite generar distintas Hipermedias de carácter específico.

Por su parte, la variable Ejecución especifica la forma en que se ejecutará la Hipermedia ofreciendo la posibilidad de presentar una página estática previamente definida o generar la página de forma dinámica mediante la ejecución de un grupo de acciones. La variable Ejecución le permite a la Hipermedia llevar un seguimiento del comportamiento del usuario con respecto a su navegación por ésta, lo cual le permitirá tomar decisiones sobre la

presentación de la información en cada momento. Estas dos últimas estructuras son las que otorgan un comportamiento de carácter Inteligente a las Hipermedias.

Algunas limitantes que presenta este trabajo son las siguientes:

- La BD, como está diseñada, no permite almacenar los elementos multimedia (imágenes, sonidos y videos) que se integran en la hipermedia, lo cual puede ocasionar algunos problemas de portabilidad.
- El diseñador de la Hipermedia Inteligente debe tener clara la relación que existe entre los elementos que constituyen estructura Hipermedia para poder almacenarlos en la BD. Así tenemos que los datos de los elementos multimedia son los primeros que se deben almacenar en la BD, después se definirán las acciones en donde se seleccionan los elementos multimedia que se mostrarán cuando éstos se ejecuten; una vez realizado lo anterior, el diseñador deberá formar los grupos de acciones en la pantalla correspondiente. Posteriormente, mediante la interfaz correspondiente, se deberán generar los nodos, asociándoles los grupos de acciones ya definidos. Finalmente, se podría editar las imágenes con zonas sensibles, a las cuales se les asocia un nodo.
- El diseñador debe tener un conocimiento de representación del conocimiento, pues se manejan, además de conceptos sobre Hipermedias, técnicas de ingeniería del conocimiento.
- Los módulos de las estructuras se generaron dentro del ambiente HAries, lo que trae como consecuencia que la ejecución de la Hipermedia sólo se puede llevar a cabo en este sistema. Por lo tanto, el diseñador debe tener un conocimiento de HAries y las estructuras de representación del conocimiento que éste utiliza.

Trabajos futuros

Uno de los trabajos que se pueden derivar de estos resultados es dar solución a problemas de portabilidad que podría presentar la BD, para lo cual será necesario rediseñarla para que ofrezca la capacidad de almacenar los elementos multimedia (imágenes, sonidos y videos).

Una solución para que el diseñador de la Hipermedia Inteligente comprenda mejor la estructura Hipermedia y no tenga problema en la secuencia en que debe definir cada uno de los elementos de esta estructura sería modificar la estructura de la siguiente manera:

$$\langle \mathbf{EH}_i, \mathbf{NH}_i, \mathbf{AH}_i, \mathbf{GA}_i \rangle$$

donde:

- \mathbf{EH}_i : Conjunto de Elementos Hipermedia
- \mathbf{NH}_i : Conjunto de Ncdos Hipermedia
- \mathbf{AH}_i : Conjunto de Acciones Hipermedia
- \mathbf{GA}_i : Conjunto de Grupos de Acciones

Además de cambiar el orden de las interfaces dentro del sistema de adquisición del módulo de esta estructura.

Debido a que dentro del módulo de la estructura Hipermedia se encuentra una interfaz que permite diseñar páginas estáticas y adquirir los datos de cada una de ellas, como una opción para iniciar la ejecución de la Hipermedia, se puede contemplar el adicionar este conjunto de páginas estáticas como otro elemento de esta estructura; y dar así la clara idea de que también se ofrece la oportunidad al diseñador de generar sus propias páginas.

Con respecto a la variable Estado, se puede contemplar dentro del conjunto relaciones del tipo:

$$(\mathbf{mi}_i \text{ y } \mathbf{md}_i)$$

donde:

$$\mathbf{mi}_i \in \mathbf{Mi} = \{ \mathbf{V}_{ARN}_i, \mathbf{V}_{ASN}_i, \mathbf{V}_{ARg}_i, \mathbf{V}_{ASg}_i, \mathbf{V}_{MN}_i, \mathbf{VmPi} \}$$

El significado de cada elemento es como sigue:

\mathbf{V}_{ARN}_i : Número de veces que se activó el nodo N_j con resultados.

\mathbf{V}_{ASN}_i : Número de veces que se activó el nodo N_j sin resultados.

\mathbf{V}_{ARg}_i : Número de veces que se activó el grupo de acciones Gh_j con resultados.

\mathbf{V}_{ASg}_i : Número de veces que se activó el grupo de acciones Ghi sin resultados.

\mathbf{V}_{MN}_i : Número de veces que se ha mostrado el nodo N_j .

\mathbf{VmPi} : Número de veces que se ha mostrado la página estática P_j .

$\mathbf{y}_i \in \{ =, \langle, \leq, <, \geq, > \}$

$\mathbf{md}_i \in \mathbf{Md} = \mathbf{Mi} \cup \{ \mathbf{Ki} \}$

Adicionar dos elementos mas al conjunto:

$$mi_i \in Mi = \{ V_{ARN_i}, V_{ASN_i}, V_{ARg_i}, V_{ASg_i}, V_{MN_i}, V_{mPi}, T_{EN_i}, T_{DN_i} \}$$

donde:

TEN_i: Tiempo que ha permanecido el usuario en la página estática.

TDN_i: Tiempo que ha permanecido el usuario en la página dinámica.

Como trabajo futuro también se podrá contemplar el desarrollo de una nueva versión en donde se independice del sistema HAries la ejecución de la Hipermedia.

La orientación de este sistema hacia un ambiente Web, como consecuencia a la demanda que se presenta por recuperar información en este tipo de ambientes. Puede considerarse como una opción viable debido a que el lenguaje en el que fue desarrollado el sistema ya ofrece la posibilidad de hacer este tipo de aplicaciones.

Se podrá además incorporar búsquedas a nivel Web en base a las palabras clave que haya solicitado el usuario, así como a las acciones que haya realizado en la ejecución. Todo esto con la finalidad de ampliar las posibilidades de información al usuario, a partir de la detección de sus intereses.

Anexo

Tipos de Proposiciones Compuestas

Tipos de Proposiciones Compuestas

Tipo 1.- Formas Combinadas de Conectivos (A)

Forma Conjuntiva Elemental (FCE)

$$\bigwedge_{i=1}^s k_i$$

Donde k_i puede ser:

- DIE Disyunción Inclusiva Elemental
- DEE Disyunción Exclusiva Elemental
- DXE Disyunción Excluyente Elemental

Forma Disyuntiva Inclusiva Elemental (FDIE)

$$\bigvee_{i=1}^s k_i$$

Donde k_i puede ser:

- CE Conjunción Elemental
- DIE Disyunción Exclusiva Elemental
- DXE Disyunción Excluyente Elemental

Forma Disyuntiva Excluyente elemental (FDXE)

$$\bigoplus_{i=1}^s k_i$$

Donde k_i puede ser:

- CE Conjunción Elemental
- DIE Disyunción Inclusiva Elemental
- DEE Disyunción Exclusiva Elemental

Forma Disyuntiva Exclusiva Elemental (FDEE)

$$\bigoplus_{i=1}^s k_i$$

Donde k_i puede ser:

- CE Conjunción Elemental
- DIE Disyunción Inclusiva Elemental
- DXE Disyunción Excluyente Elemental

Tipo 2.- $A (P_{min})$

A es una condición de Tipo 1

$P_{min} \in [-1,1]$ (Valor de Certidumbre)

$A(P_{min})$ se cumple si $C(A) \geq P_{min}$

Tipo 3.- $A_1 \text{ l } A_2$

A_1 es una condición del Tipo 1

$A_2 = P_1(\&V \text{ k}) P_2(\&V \text{ k}) \dots P_n(\&V \text{ k})$ representa una condición de desconocimiento de las proposiciones P_1, P_2, \dots, P_n según el conectivo como sigue:

& Se desconocen todos

V Se desconoce al menos uno

k Se desconoce exactamente k proposiciones

$A_1 \text{ l } A_2$ Se cumple si $C(A_1) > 0$ y $C(A_2) > 0$, es decir, si se cumple la expresión representada en A_1 y la condición de desconocimiento expresada en A_2 .

Tipo 4.- Condición de Pertenencia $C_P C = \langle T, I, C \rangle$

$T = \{ P_1, P_2, \dots, P_r \}$ es una lista de proposiciones simples

$I = \{ ([W_{11}, W_{21}], [W_{12}, W_{22}], \dots, [W_{1r}, W_{2r}]) \}$ representa un conjunto de intervalos de certidumbres asociados al conjunto anterior, que pueden ser abiertos o cerrados (por la izquierda o la derecha) según se utilice (,) , [,] respectivamente.

Ejemplos: $P_1 (0, 100]$ (No incluye 0)

$P_1 [0, 100]$ (Incluye 0)

$C = \{ \&, V, k \}$ Conectivo que define la condición general

La expresión se representa de la siguiente forma:

$P_1([W_{11}, W_{21}]) \&V \text{ k } P_2([W_{12}, W_{22}]) \&V \text{ k } \dots \&V \text{ k } P_r([W_{1r}, W_{2r}])$

Se cumple si Todas (&), al menos una (V) o exactamente k (k) proposiciones P_i , según el conectivo utilizado, cumplen que: $C(P_i) \in ([W_{1i}, W_{2i}])$

Tipo 5.- Condición de Evaluación $C_E C = \langle T, C \rangle$

$T = \{ P_1, P_2, \dots, P_r \}$ es una lista de proposiciones simples

$C = \{ \&, V, k \}$ Conectivo que define la condición general

La expresión se representa de la siguiente forma:

$$\{P_1, P_2, \dots, P_n\}(C)$$

Se cumple si Todas (&), al menos una (V) o exactamente k (k) proposiciones P_i , según el conectivo utilizado, están sin evaluar en el momento de análisis de la expresión.

**Tipo 6.- Análisis de Conclusiones Seleccionadas $C_C C = [Exp]$
(Q)**

$Exp = \{ T_{\#1}, T_{\#2}, \dots, T_{\#i} \}$ Es un conjunto formado por literales o conclusiones puras que se pueden expresar como sigue: $T_{\#i} \in \{ P, C \}$ y por tanto, $P_{\#i}$ representa un literal y $C_{\#i}$ una Conclusión Pura.

$C = \{ \&, V, k \}$ Conectivo que define la condición general

La expresión se representa de la siguiente forma:

$$[T_{\#1}, T_{\#2}, \dots, T_{\#r}](C)$$

Se cumple si Todas (&), al menos una (V) o exactamente k (k) de las componentes $T_{\#i}$, según el tipo de T y el conectivo utilizado, tienen el atributo conclusión efectiva en el momento del análisis de la expresión.

Tipo 7.- Análisis de Pertenencia a un Intervalo $C_p C_i = \langle T, C, I_1, I_2 \rangle$

$T = \{ L_1, L_2, \dots, L_r \}$ Es una lista de Literales

$[I_1, I_2]$ Es un intervalo de pesos, es decir, $I_1, I_2 \in [-1, 1]$

$C = \{ \&, V, k \}$ Conectivo que define la condición general

La expresión se representa de la siguiente forma:

$$L_1 \& V_1 L_2 \& V_2 L_3 \dots \& V_k L_r ([I_1, I_2])$$

Se cumple si los valores de certidumbre asociados a Todos (&), al menos uno (V) o exactamente k (\downarrow k) literales L_i , según el conectivo utilizado, se encuentran en el intervalo $[I_1, I_2]$ ($C(L_i) \in ([I_1, I_2])$).

Tipo 8.- Evaluación de Diferencias CD

Es una expresión que se representa de la siguiente forma:

$$L_1/L_2/\dots/L_t \{L_p, W_p, W_d, W_r\}$$

Donde:

L_i Representa un literal cualquiera.

L_p Es un literal de referencia que no se encuentra en el conjunto L_1, L_2, \dots, L_t y puede estar ausente (se le asigna valor 0).

W_p Representa el peso mínimo admisible para L_p ($C(L_p) \geq W_p$).

W_d Mínima diferencia admitida entre el literal de referencia y el de mayor peso (LMAX) en el conjunto ($C(L_p) - C(L_{MAX}) \geq W_d$).

W_r Peso máximo admitido para LMAX ($C(L_{MAX}) \leq W_r$)

La evaluación de diferencias se cumple si:

- 1) $C(L_p) \geq W_p$
- 2) $C(L_p) \geq C(L_{MAX})$
- 3) $C(L_p) - C(L_{MAX}) \geq W_d$
- 4) $C(L_{MAX}) \leq W_r$

Anexo

B

Diccionario de Datos

Diccionario de Datos

Tabla: *elem_mult*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
elem_id (Llave Primaria)	autonumérico	entero largo	índice del elemento multimedia
ident_elem	texto	50	Identificación del elemento.
id_tipo_elem	numérico	entero	Proveniente de la tabla tipo_elem Para los tipos: 3, 4, 5, 6, 7, 8

Organización: La llave primaria (elem_id), se indexa de manera incremental

Tabla: *elem_rtf*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
elem_id (Llave Primaria)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla elem_mult.
rich_text	memo		Texto enriquecido.
rich_format	memo		Formato del texto.
fondo_text	numérico	entero largo	Fondo del texto enriquecido

Organización: El campo que representa la llave de la tabla es: elem_id.

Tabla: *elem_imag*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
elem_id (Llave Primaria)	numérico	entero largo	Identificador del elemento imagen.
ruta_n_i	memo		Ruta y nombre de la imagen.
ver_nodo	numérico	byte	Forma de presentación: 0 - rectángulo, 1 - inverso, 2 - no destacar.

Organización: elem_id es el campo identificador de la tabla.

Tabla: *elem_svp*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
elem_id (Llave Primaria)	numérico	entero largo	Identificador de elemento svp.
ruta_svp	memo		Ruta y nombre del elemento.

Organización: La llave de esta tabla es el campo elem_id.

Tabla: *elem_hipw*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
elem_id	numérico	entero largo	Identificador del elemento hipw.
ruta_n_h	memo		Ruta y nombre del hipertexto.
pagina	numérico	entero	Página de comienzo o menú.

Organización: elem_id representa la llave de esta tabla.

Tabla: *tipo_elem*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
id_tipo_elem (Llave Primaria)	autonumérico	entero	Identificador del tipo de elemento.
nom_tipo_elem	texto	50	Nombre del elemento 0 - Texto de conclusión, 1 - Texto de variable 2 - Texto de conclusión 3 - Texto RTF, 4 - imagen, 5 - video, 6 - sonido, 7 - hipermedia Windows, 8 - programa externo. 9 - página estática

Organización: La identificación de esta tabla está conformada por los campos: nodo_id y grupoa_id.

Tabla: *nodo*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
nodo_id (Llave Primaria)	autonumérico	entero largo	Nodo.
dinamismo	numérico	byte	0 - Estático 1 - Dinámico.
identn	texto	50	Texto de identificación.
conds	memo		Condición de Sensibilidad.
formav	numérico	byte	Forma de Visualizacion 0 - Jump 1 - Popup.
ncr	numérico	entero	Para Sistema Consultante. No de veces que se activo el nodo CON resultados.
nsr	numérico	entero	Para Sistema Consultante. No de veces que se activo el nodo SIN resultados.
mu	numérico	entero	Para Sistema Consultante. No de veces que se ha mostrado el nodo.

Organización: La llave primaria(nodo_id), se indexa de manera incremental.

Tabla: *nodo_grup*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
nodo_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "nodo".
grupoa_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "grupoa_acc", grupo de acción asociado al nodo.

Organización: La identificación de esta tabla está conformada por los campos: nodo_id y grupo a_id.

Tabla: *rect_nodo*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
elem_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "elem_mag".
nodo_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "nodo".
x1	numérico	entero	Ordenada del vértice superior izquierdo.
y1	numérico	entero	Abcisa del vértice superior izquierdo.
x2	numérico	entero	Ordenada del vértice inferior derecho.
y2	numérico	entero	Abcisa del vértice inferior derecho.

Organización: Esta tabla se identifica por los campos: elem_id y nodo_id.

Tabla: *hyp_txt*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
elem_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "elem_rtf".
nodo_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "nodo".
hyperliga	numérico	entero	Numero de la Hiperliga del texto correspondiente.

Organización: La llave de esta tabla se forma por los campos elem_id y nodo_id.

Tabla: *grupo_acc*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
grupo a_id (Llave Primaria)	autonumérico	entero largo	Identificador del grupo de acciones.
ident_g_a	texto	50	Identificación del grupo.
condicion_g	memo		Condición de Análisis del Grupo.
gcr	numérico	entero	Para Sistema Consultante. No de veces que se activo el Grupo CON resultados.
gsr	numérico	entero	Para Sistema Consultante. No de veces que se activo el Grupo SIN resultados.

Organización: La llave primaria (grupoa_id), se indexa de manera incremental.

Tabla: *grupo_acción*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
grupo a_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "grupo_acc".
accion_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "acción".

Organización: Los campos de esta tabla conforman la llave de la misma.

Tabla: *acción*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
acción_id (Llave Primaria)	autonumérico	entero largo	Identificador de la acción.
antec_a	memo		Antecedente de la acción.

Organización: La llave primaria (accion_id), se indexa de manera incremental.

Tabla: *sucedente*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
suc_id (Llave Primaria)	autonumérico	entero largo	Sucedente_a.
accion_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "acción".
afir_neg	Si/No		TRUE - referido a suc. afirmativo FALSE - suc. negativo.
id_tipo_elem (Llave Foránea)	numérico	entero	Proveniente de la tabla "tipo_elem". Para los tipos: 0 - 9 .

Organización: La llave primaria (suc_id), se indexa de manera incremental.

Tabla: *suc_elem_ub*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
suc_id (Llave Primaria)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "sucedente"
elem_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "elem_mult".
s_ajgx	numérico	byte	Ajuste Grueso por X.
s_ajfx	numérico	entero	Ajuste Fino por X.
s_ajgy	numérico	byte	Ajuste Grueso por Y.
s_ajfy	numérico	entero	Ajuste Fino por Y.

Organización: Esta tabla se identifica por los campos: suc_id y elem_id.

Tabla: *suc_tbc*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
suc_id (Llave Primaria)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "sucedente"
numtexto	numérico	entero	Numero del texto a extraer.
s_ajgx	numérico	byte	Ubicación del elemento. Ajuste Grueso por X.
s_ajfx	numérico	entero	Ajuste Fino por X.
s_ajgy	numérico	byte	Ajuste Grueso por Y.
s_ajfy	numérico	entero	Ajuste Fino por Y.

Organización: La llave de esta tabla viene a ser el campo suc_id.

Tabla: *suc_son_prog*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
suc_id (Llave Primaria)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "sucedente"
elem_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "elem_mult".

Organización: Esta tabla se identifica por el campo: suc_id

Tabla: *suc_pag*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
suc_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "sucedente"
pag_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "pagina"

Organización: Esta tabla se Identifica por el campo: suc_id.

Tabla: *pagina*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
pag_id (Llave Primaria)	autonumérico	entero largo	Identificador de la página.
ident_pag	texto	50	Identificación de la página.
pmostrada	numérico	entero	Para Sistema Consultante. No de veces que se ha mostrado la Pagina.

Organización: La llave primaria (pag_id), se indexa de manera incremental.

Tabla: *elem_pag*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
elem_id_pag (Llave Primaria)	autonumérico	entero largo	Identificador del elemento de la página.
pag_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "página".
pag_orden_vis	numérico	entero	Orden de visualización
id_tipo_elem (Llave Foránea)	numérico	entero	Proveniente de la tabla "tipo_elem". Para los tipos: 0-8

Organización: La llave primaria (elem_id_pag), se indexa de manera incremental.

Tabla: *pag_elem_ub*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
elem_id_pag (Llave Primaria)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "elem_pag".
elem_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "elem_mult".
pajgx	numérico	byte	Ubicación del elemento. Ajuste Grueso por X.
pajfx	numérico	entero	Ajuste Fino por X.
pajgy	numérico	byte	Ajuste Grueso por Y.
pajfy	numérico	entero	Ajuste Fino por Y.

Organización: elem_id_pag es el identificador de la tabla.

Tabla: *pag_tbc*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
elem_id_pag (Llave Primaria)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "elem_pag".
pag_numtexto	numérico	entero	Número de texto dentro de la BC
P_ajgx	numérico	byte	Ubicación del elemento. Ajuste Grueso por X.
p_ajfx	numérico	entero	Ajuste Fino por X.
p_aigy	numérico	byte	Ajuste Grueso por Y.
p_ajfy	numérico	entero	Ajuste Fino por Y.

Organización: elem_id_pag es el identificador de la tabla.

Tabla: *pag_son_prog*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
elem_id_pag (Llave Primaria)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "elem_pag"
elem_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "elem_mult"

Organización: elem_id_pag es el identificador de la tabla.

Tabla: *zona_pag*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
pag_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Página a la que pertenece la zona. Proveniente de la tabla "página."
nodo_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Nodo asociado con la zona. Proveniente de la tabla "nodo".
px1	numérico	entero	Ordenada del vértice superior izquierdo.
py1	numérico	entero	Abcisa del vértice superior izquierdo.
px2	numérico	entero	Ordenada del vértice inferior derecho.
py2	numérico	entero	Abcisa del vértice inferior derecho.

Organización: Los campos pag_id y nodo_id identifican esta tabla.

Tabla: *pageje*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
peje_id (Llave Primaria)	autonumérico	entero largo	Identificador de la página dinámica.
ident_peje	texto	50	Texto que identifica la pagina.
viene_de	numérico	entero largo	0 Inicial (raíz) otro valor indica el "peje_id" correspondiente con la página que la activo.

Organización: El dato peje_id (llave primaria), se indexa de manera incremental.

Tabla: *conecta*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
peje_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "pageje".
va_hacia	numérico	entero largo	indica el "peje_id" correspondiente con la página que fue activada desde esta.

Organización: Los dos campos de esta tabla conforman su identificador.

Tabla: *pageje_elem*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
elem_id_pageje (Llave Primaria)	autonumérico	entero largo	índice del elemento de la página dinámica.
page_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "pageje".
pe_orden_vis	numérico	entero	Orden de visualización
id_tipo_elem (Llave Foránea)	numérico	entero	Proveniente de la tabla "tipo_elem".

Organización: La llave primaria (elem_id_pageje), se indexa de manera incremental.

Tabla: *pageje_elem_ub*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
elem_id_pageje (Llave Primaria)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "pageje_elem".
elem_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "elem_mult".
eajgx	numérico	byte	Ubicación del elemento. Ajuste Grueso por X.
eajfx	numérico	entero	Ajuste Fino por X.
eajgy	numérico	byte	Ajuste Grueso por Y.
eajfy	numérico	entero	Ajuste Fino por Y.

Organización: elem_id_pageje es el Identificador de la tabla.

Tabla: *pageje_tbc*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
elem_id_pageje (Llave Primaria)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "pageje_elem".
pageje_numtexto	numérico	entero	Número de texto dentro de la BC
e_ajgx	numérico	byte	Ubicación del elemento. Ajuste Grueso por X.
e_ajfx	numérico	entero	Ajuste Fino por X.
e_ajgy	numérico	byte	Ajuste Grueso por Y.
e_ajfy	numérico	entero	Ajuste Fino por Y.

Organización: elem_id_pageje es el Identificador de la tabla.

Tabla: *pageje_son_prog*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
elem_id_pageje (Llave Primaria)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "pageje_elem"
elem_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Proveniente de la tabla: "elem_mult"

Organización: elem_id_pageje es el identificador de la tabla.

Tabla: *zona_peje*

Nombre del dato	Tipo	Tamaño	Descripción
peje_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Identificador de la página dinámica a la que pertenece la zona.
nodo_id (Llave Foránea)	numérico	entero largo	Identificador del nodo asociado con la zona. Proveniente de la tabla "nodo"
pex1	numérico	entero	Ordenada del vértice superior izquierdo de la zona sensible(nodo).
peyl	numérico	entero	Abcisa del vértice superior izquierdo de la zona sensible(nodo).
pex2	numérico	entero	Ordenada del vértice inferior derecho de la zona sensible(nodo).
pey2	numérico	entero	Abcisa del vértice inferior derecho de la zona sensible(nodo).

Organización: Esta entidad tiene su identificador formado por los campos: peje_id y nodo id.

Referencias



Referencias

- [1] Akscyn, R.M., K. L. McCracken, E. A. Yoder, "KMS: A distributed hypermedia system for managing knowledge in organizations", *Communications of the Association for Computing Machinery ACM* Vol. 31 N° 7, 1988.
- [2] Alonso M. A., A. V. de la Cruz, Y. Muñoz, A. Briseño, "Desarrollo de Hipermedias Inteligentes Basadas en Conocimiento", *Congreso Latinoamericano de Multimedios Universitarios CLAMU 2002*, México D.F., 2002.
- [3] Balasubramain V., "State of the Art Review on Hypermedia Issues And aplicaciones Graduate School of Management", Rutgers University, New Jersey, 1994.
- [4] Bonfigli M. E., G. Casadei, P. Salomón, "Adaptative Intelligent hipermedia using XML", *Association for Computing Machinery ACM, Symposium on Applied Computing SAC 2000*, Bologna, 2000.
- [5] BushM., "As we may think", *The AtlanticMonthly*, Vol. 176 N° 1, Boston, 1945.
- [6] Castaño M., M. G. Piattini, "Fundamentos y modelos de bases de datos", Ed. ra-ma, México D.F., 1999.
- [7] Conklin, J., "Hypertext: an Introduction and Survey", *IEEE Computer*, Vol. 20 N° 9, 1987.
- [8] De la Cruz A., M. A. Alonso, "Teoría de la Construcción de Sistemas Multimedia Inteligente", *Symposium Internacional de Computación CIC'98*, México D.F., 1998.
- [9] De la Cruz A.V., J. J.Valdés, E. Jocik, J. Balsa, A. Rodríguez, "Fundamentos y Práctica de la Construcción de Sistemas Expertos", Ed. Academia, La Habana, 1993.
- [10] Díaz P., N. Catenazzi, C. I. Aedo, "De la Multimedia a la Hipermedia" Ed. Alfaomega, México, D.F., 1997.
- [11] Elmasri R., S. H. Navathe, "Sistemas de Bases de Datos, Conceptos Fundamentales", Ed. Addison Wesley, Chicago, 1997.
- [12] Engelbart, D. C, "A Conceptual Framework for the Augmentarion of Man's Intellect". *Greifl. (Ed.) Computer-Supported Cooperative Work: A Book of Readings*, Ed. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, 1963.

-
- [13] Fiderio, J. "A Grand Vision—Hypertext mimics the brain's ability to access information quickly and intuitively by reference", *Byte Magazine*, Vol. 13, N° 10, 1988.
- [14] Garcia de Jalón J., Rodríguez J. I., Imaz A., "Aprenda Servlets de Java", Escuela Superior de Ingenieros Industriales, Universidad de Navarra, San Sebastián, 1999.
- [15] Herzog M., "The Use of Intelligent Hypermedia in Architectural Design Environments", Tesis de doctorado, Universidad Tecnológica de Viena, 1994.
- [16] Jeffery K. G., "HYPERMEDATA Approach: A Way to Systems Integration", *Advances in Databases and Information Systems ADBIS'99*, Maribor, 1999.
- [17] Johnson J. L., "Bases de datos: Modelos, lenguajes, diseño" Ed. Oxford, México D.F, 1997.
- [18] Kaplan M., "Intelligent multimedia systems: a handbook for creating applications", Ed. Wiley Computer Pub., New York, 1997.
- [19] Kay, A., Goldberg A. "Personal Dynamic Media", *Computer, IEEE*, Vol. 10, N° 3, 1977.
- [20] Kusiak A., T. Letsche and A. Zakarian, "Data modeling with IDEF1x", *Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 10, No. 6, 1997.
- [21] Lennon J.A., "Hypermedia Systems and Applications", Ed. Springer-Verlang. Berlín, 1997.
- [22] Marshall, C.C., Shipman, F. M. III. "Searching for the Missing Link: Discovering Implicit Structure in Spatial Hypertext." *Proceedings of Hypertext '93*, Seattle, 1993.
- [23] Mayburg M. T., "Intelligent Multimedia information retrieval", Ed. Cambridge, Massachusets, 1997.
- [24] Mcfadden F. R., Jeffrey A. Hoffer, M. B. Prescott, "Modern Database Management", Ed. Addison-Wesley, Chicago, 1999.
- [25] Mullier D.J., Moore, Hobbs, "A Web based Intelligent Tutoring System", *Proceedings of NETWORKING ENTITLES Conference NETIES*, Leeds, 1998.
- [26] Nelson T.H., "Getting it out of our System, Information Retrieval: A Critical Review", Ed. Thompson Books, Washington, 1967.
-

-
- [27] Nielsen J., "Hypertext and Hypermedia", Ed. Academic Press, Boston, 1990.
- [28] Nilsson N. J., "Artificial Intelligence: A New Synthesis", Ed. Morgan Kaufmann, San Francisco, 1998.
- [29] Parsaye K., "Intelligent Databases: object-oriented, deductive hypermedia technologies", Ed. Wiley, New York, 1989.
- [30] Rolston D. W., "Principles of Artificial Intelligence and Expert Systems Development", Ed. Mac Graw Hill, Chicago, 1988.
- [31] Sánchez J. " Sistemas de Multimedia e Hipermedia: Aplicaciones Educativas", *Proyecto de Investigación VII 8*, Universidad de Chile, Santiago de Chile, 1997.
- [32] Schneider A., "Hypermedia authoring **with** HM-Card", Association for the Advancement of Computing in Education, 1995.
- [33] Simón A.R., "Strategic Database Technology: Management for the year 2000", Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Francisco, 1995.
- [34] Srinivasan P., "Incorporating Intelligent Navigational Techniques to Hypermedia" *Symposium on Applied Computing SAC00*, Bologna, 2000.
- [35] Walker J. H., "Document examiner: Delivery interface for hypertext documents", *Proceedings of Hypertext '87*, North Carolina, 1987.