



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Ciencias

Análisis de la capacidad de interacción con  
usuarios en MPEG-4

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
Licenciada en Ciencias de la Computación

P R E S E N T A :

Claudia Berenice Navarrete Ortega

Director de tesis: Dr. Fernando Gamboa  
Rodríguez

2005



m. 34 27 82

FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ**  
**Jefe de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

"Análisis de la capacidad de interacción con usuarios en MPEG-4"

realizado por Claudia Berenice Navarrete Ortega

con número de cuenta 09607498-3 , quien cubrió los créditos de la carrera de Lic. en Ciencias de la Computación

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

**A t e n t a m e n t e**

Director de Tesis  
Propietario

Dr. Fernando Garboa Rodríguez

*Fernando Garboa Rodríguez*

Propietario

Mat. María Concepción Ana Luisa Solís González - Cosío

*María Concepción Ana Luisa Solís González - Cosío*

Propietario

M. en C. María Guadalupe Elena Ibarquengoitia González

*María Guadalupe Elena Ibarquengoitia González*

Suplente

Dra. Hanna Oktaba

*Hanna Oktaba*

Suplente

Lic. Gustavo de la Cruz Martínez

*Gustavo de la Cruz Martínez*

**Consejo Departamental de Matemáticas**



Dr. Francisco Hernández Quiroz

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
CONSEJO DEPARTAMENTAL  
DE  
MATEMÁTICAS

# Agradecimientos

*Agradezco este trabajo a mis padres por todo el apoyo incondicional que me brindaron durante mi formación, llegando ahora a la culminación de esta etapa de mi carrera profesional. Por todos aquellos momentos en los cuales con su cariño y franqueza lograron lo que para mí hoy representa el logro más importante en mi vida.*

*Agradezco a mis maestros porque a través de sus enseñanzas supieron guiarme de la manera adecuada para la elaboración de este trabajo.*

*Gracias.*



# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>5</b>
<b>2. MPEG-4</b>	<b>7</b>
2.1. Introducción.	7
2.2. Historia	9
2.3. MPEG-4	10
2.3.1. ISMA (Internet Streaming Media Alliance)	12
2.4. Descripción de MPEG-4	13
2.4.1. Comparación entre MPEG-4 y MPEG-2	13
2.4.2. Descripción y funcionamiento de las partes de MPEG-4	16
2.4.3. DMIF (Delivery Multimedia Integration Framework)	17
2.4.4. Sistemas	22
2.4.5. Audio	23
2.4.6. Visual	24
2.4.7. Sistemas	24
2.4.8. MPEG-J	26
2.4.9. Conformidad	28
2.4.10. Software de Referencia	29
2.5. Estado del Arte	29
<b>3. INTERACCIÓN HUMANO-COMPUTADORA</b>	<b>31</b>
3.1. Introducción	31
3.2. Definición de Interfaz	32
3.2.1. Definición de Interacción	32
3.3. Estudio del Usuario	35
3.3.1. Usuarios-Tipo	35
3.3.2. Análisis Usuario-Tarea	36
3.3.3. Árboles MAD	37
3.4. Prototipos	38
3.5. Modelos de Diálogo	39
3.5.1. Diagramas de Transición	39
3.5.2. Modelos Escritos	40
3.5.3. Notación gráfica	40
3.6. Evaluación	41
3.6.1. Criterios de Usabilidad	41

## ÍNDICE GENERAL

---

3.6.2. Criterios Ergonómicos . . . . .	41
3.7. Proceso de software . . . . .	44
3.7.1. Modelado de procesos . . . . .	45
3.7.2. MULTIMEDIA . . . . .	45
3.7.3. Discusión . . . . .	49
<b>4. Caso de Estudio: Un sistema multimedia de un zoológico con la tecnología MPEG-4</b>	<b>51</b>
4.1. Introducción . . . . .	51
4.2. Preproducción . . . . .	51
4.2.1. Guión Conceptual . . . . .	52
4.2.2. Guión Itinerario . . . . .	52
4.2.3. Guión Técnico . . . . .	55
4.2.4. Listas Maestras . . . . .	56
4.3. Producción . . . . .	57
4.3.1. Envivio . . . . .	57
<b>5. Pruebas y Resultados</b>	<b>63</b>
5.1. Introducción . . . . .	63
5.2. Evaluación Tecnológica . . . . .	63
5.2.1. Proceso de Evaluación . . . . .	63
5.2.2. Pantalla Visión General . . . . .	63
5.2.3. Pantalla de Recorrido . . . . .	64
5.2.4. Pantalla de Información . . . . .	65
5.2.5. Ventajas y Desventajas . . . . .	65
5.3. Evaluación de la interfaz . . . . .	67
5.3.1. Lista de tareas . . . . .	68
<b>6. Conclusiones</b>	<b>73</b>
<b>A. Listas Maestras</b>	<b>77</b>
<b>B. Diagrama de Navegación</b>	<b>81</b>

# Capítulo 1

## Introducción

El presente trabajo presenta un estudio realizado sobre la exploración de las facultades interactivas que provee MPEG-4. En él se exponen las características y facultades del estándar, así como también el estado del arte del mismo.

MPEG-4 es un estándar que propone una estructura genérica para la representación de contenido multimedia en un marco que comprende: la integración de contenido natural y sintético, un mayor grado de interacción, la codificación adecuada y finalmente la escalabilidad de contenido favoreciendo su difusión por diversos medios.

Nuestro estudio se realizó conforme la disciplina: **diseño de interfaces**. Esta disciplina ha dedicado su estudio al establecimiento de criterios y análisis que permitan el desarrollo de interfaces de calidad; estudio del usuario, análisis de la tarea, modelación de prototipos y métodos de evaluación son algunos de los análisis que se realizan. Dado que MPEG-4 fue especificado para contenido multimedia nos avocamos en una metodología especializada en el desarrollo de multimedios.

Considerando las características específicas a evaluar con respecto a MPEG-4 elaboramos nuestro caso de estudio, un multimedio titulado "El Zoológico". De esta forma nos fue posible evaluar los dos aspectos que hemos venido mencionando: la tecnología y el diseño de interfaces.

El primer capítulo lo dedicamos propiamente al estándar MPEG-4. Durante el mismo, explicamos los objetivos, la organización, el funcionamiento y el estado del arte.

En el segundo capítulo presentamos los conceptos básicos que conforman el área de diseño de interfaces, así como también, algunos de los trabajos más importantes y el estado en el que se encuentra esta rama. También se describen las diferentes técnicas para la planeación y desarrollo de aplicaciones multimedia.

El tercer capítulo explica en que consiste nuestro caso de estudio. Para la construcción del mismo nos basamos en las características que nos interesaba evaluar: integración de contenido y manipulación del contenido, capacidad de interacción y sincronización de elementos.

---

Durante este capítulo explicamos las etapas que efectuamos para generar el producto resultante: "El Zoológico".

En el cuarto capítulo explicamos las pruebas efectuadas y los resultados obtenidos de nuestro caso de estudio.

Finalmente se incluyen las conclusiones y opiniones las cuales están basadas en la experiencia que nos aportó el presente trabajo.

## Capítulo 2

### MPEG-4

#### 2.1. Introducción.

Aún sin saberlo, la mayoría de nosotros estamos relacionados con estándares que hoy día son aplicados a un sin fin de productos y servicios. Dichos estándares son elaborados por distintas instituciones cuyo trabajo está enfocado a la elaboración de normas que permiten controlar el desarrollo de productos, servicios y actividades.

La competencia en el mercado provoca que las compañías existentes busquen proporcionar lo mejor, ya sea un producto, un servicio o una actividad. Este hecho trae como consecuencia que cada una quiera imponer su estilo como el predominante en el área en la que se desenvuelve, e imponer a las demás su propio desarrollo e investigación. De no existir ninguna organización que controlara esta dinámica llegaríamos a una incompatibilidad entre el trabajo realizado por diferentes empresas; por lo que no habría posibilidad de intercambios, lo que conllevaría a una calidad y eficiencia limitadas. En este contexto, es factible incluso pensar que podríamos llegar a un estancamiento global. De ahí la necesidad de trabajar en consensos que permitan controlar el desarrollo y avances propuestos por las diferentes compañías involucradas.

En lo que respecta a los avances tecnológicos, éstos han dado pie a la creación de muchas herramientas y artefactos que tienen como fin común extender los servicios y facilidades con los que contamos hoy en día; e inclusive, explotar más eficazmente el uso de las tecnologías ya existentes.

La televisión digital es un ejemplo claro de este fenómeno. La televisión digital es una forma de transmitir el video y el sonido que componen un programa de televisión común, pero con capacidades extendidas que mejoran su uso, como proporcionar interactividad. En ella se ha enfocado la atención de muchas industrias ya que es un medio de difusión conocido por todo el mundo (por lo tanto, no se requiere de un proceso formativo para su uso) que ahora puede verse completamente revolucionado en cuanto a sus capacidades. En efecto hemos sido partícipes de los avances logrados con la tecnología digital y hemos utilizado la televisión durante gran parte de nuestras vidas. Así pues, la idea que sigue la televisión digital es proporcionar a la televisión nuevas capacidades que la tecnología digital le puede

## 2.1 Introducción.

---

proporcionar.

Al igual que en todas las tecnologías existentes en el ámbito de la tecnología digital, los avances en la televisión digital se han originado de diferentes industrias y compañías, dedicadas a la creación de posibles mecanismos. Por ello la necesidad de establecer estándares que de alguna manera dirijan y articulen el desarrollo de las mismas.

Actualmente existen muchos medios de transmisión y recepción utilizados para llevar señales digitales; de ahí que se requiriera un estándar que garantizara la calidad e interoperabilidad sobre los distintos medios de transmisión de datos, pero que además también aproveche las oportunidades que la tecnología digital provee.

Las ventajas obtenidas con los estándares favorecen a todos los que deciden guiarse por los mismos, ya que, por una parte en ellos se establecen los conceptos y mecanismos que deben respetarse de una manera clara, de modo que no haya cabida a posibles confusiones; por otro lado se garantiza la compatibilidad y el intercambio, y lo que es más importante para los consumidores, las consideraciones mediante las cuales los estándares garantizan la calidad y seguridad de los productos. Tal es el caso de los estándares creados por la ISO (International Standard Organization) y sus diversos comités especializados.

## MPEG

MPEG (Motion Picture Experts Group) es uno de los comités asignados por la ISO a la descripción de estándares para el proceso y manipulación de contenido multimedia. Se trata de un grupo de expertos dedicados a la realización de estándares para la transmisión digital de contenido multimedia. Este grupo recibe la participación de cientos de expertos de diferentes naciones e industrias involucradas en la revolución digital, como son consumidores de electrodomésticos, industria de computadoras, telecomunicaciones y la Academia. Esta comunidad es la creadora de los estándares MPEG-1, MPEG-2 y el que atañe el presente capítulo: MPEG-4.

Aunque los logros alcanzados han sido satisfactorios con los estándares MPEG-1 y MPEG-2; aún se pretende lograr avances en lo que respecta a la facilidad con la que se desarrolla contenido multimedia. A este particular se avoca el estándar MPEG-4: garantizar la reproducción de dicho contenido para cualquier plataforma <sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>En el contexto de MPEG-4, una plataforma se refiere a los diferentes dispositivos utilizados para la recepción y despliegue de datos transferidos mediante señales digitales. Por ejemplo, la televisión por cable, la computadora, palm, etc

## 2.2. Historia

MPEG [1] fue establecido con el propósito de desarrollar estándares para la representación codificada de video, audio y sus posibles combinaciones. Empezando en mayo de 1988 con 25 expertos participantes, MPEG ha crecido hasta llegar a ser hoy día un comité líder en el área.

Rápidamente MPEG creó exitosos estándares que fueron aceptados de manera general por los consumidores. El primer estándar con el que se dieron a conocer fue MPEG-1 (ISO 11172-1).

El estándar MPEG-1 [2] fue originalmente diseñado para los CD-interactivos y aplicaciones de video en demanda. Está orientado al almacenamiento y recuperación de datos de audio y video. En Noviembre de 1992 recibió una amplia aceptación por los consumidores, ya que alcanzó un buen factor de compresión con alta calidad y un desarrollo universal en computadoras personales. Actualmente es todavía ampliamente utilizado.

MPEG-2 [3] es hoy en día el estándar audiovisual más usado en aplicaciones de video para el entretenimiento. MPEG-2 habilita la televisión digital y DVDs, y cuenta con millones de decodificadores instalados en Satélites Digitales y cajas usadas para televisión por Cable, reproductores de DVD y computadoras personales. Es aún más eficiente que MPEG-1, pues permite alcanzar mayores niveles de compresión y soporta el video entrelazado <sup>2</sup>.

MPEG-4 (ISO 14496) fue iniciado en 1995. Para 1998 y 1999 se obtuvieron la primera y segunda versión correspondientemente. Aunque en un principio MPEG-4 se pensó como una continuación de sus antecesores, compartiendo el mismo objetivo; disminuir aún más los bits requeridos para la transmisión de contenido multimedia (bitrate), después se orientó a tres diferentes objetivos [4]:

1. poder utilizar varios tipos de servicios multimedia así como diferentes redes utilizadas como medios de transmisión
2. mejorar la experiencia del usuario (interactividad)
3. integrar el contenido de varios medios en un sólo marco de trabajo.

Actualmente contamos con un sin fin de medios de comunicación para la transmisión (antenas, satélite, cable, inalámbricos, etc) y consumo de datos (televisión, DVD, computadoras, teléfonos celulares, radio, etc), pero sin embargo, no existía ninguna estructura que nos permitiera integrar todas estas tecnologías en un sólo marco general para su manipulación. MPEG-4 es una clara respuesta a estas necesidades.

---

<sup>2</sup>Una película es una secuencia de imágenes, existen varias técnicas empleadas para el despliegue de dichas imágenes. El video entrelazado consiste en desplegar cada imagen en dos partes evitando de esta manera que se alcance a apreciar el efecto de parpadeo.

### 2.3. MPEG-4

MPEG-4 [5] es un estándar abierto <sup>3</sup>. La mayor diferencia entre MPEG-4 y las versiones anteriores del estándar es la representación de contenido multimedia por medio de objetos. De esa manera, una escena está constituida por objetos individuales con diferentes tipos de contenidos: contenido de video, audio, gráficos (2D y 3D) sintéticos tanto como naturales, animaciones y texto, además de la interacción que puede ser programada sobre los mismos.

Tenemos entonces que MPEG-4 es un estándar basado en objetos, lo que permite construir escenas multimedia con posibilidades revolucionarias de interacción con los medios. Las ventajas que se obtienen como resultado de que esté basado en objetos son:

- Cada objeto puede tener su propia codificación según sea conveniente.
- Permite una integración armoniosa de los diferentes tipos de datos en una escena.
- La interacción con los objetos e hiperligas es factible.
- Permite interacción con el contenido de manera independiente.
- Mejora la codificación del contenido y permite que se pueda reutilizar.
- Permite la escalabilidad del contenido base.

Las imágenes mostradas a continuación tienen la intención de mostrar a manera de ejemplo una escena audio-visual con su respectiva descripción de escena. Observemos que la escena consiste de imágenes en dos dimensiones, video, audio, sonido sintético, etc.

La figura 2.2 muestra la descripción de escena con respecto a la mostrada anteriormente 2.1. En un grupo fueron asociados todos los objetos de audio, en otro fueron asociados los objetos gráficos de 2D, excepto el marco del video mostrado, ya que éste fue asociado a un tercer grupo en donde se encuentra dicho cuadro y su respectivo video. El último grupo surge de esta manera por la relación espacial que existe entre sus integrantes.

Por otro lado, la correcta manipulación de cada uno de los diferentes tipos de contenido, la integración y reproducción de los mismos sobre cualquier plataforma aunada a proporcionar interacción es un objetivo que representa un esfuerzo en muchas áreas especializadas. Es por esta razón que MPEG-4 se divide en herramientas. Así cada herramienta está orientada a cumplir una función específica.

MPEG-4 ofrece por ejemplo, herramientas para desarrollar contenido sintético, como el de audio estructurado que es un lenguaje para la descripción de la generación de sonido. Entre otras muchas, podemos mencionar la dificultad que se presenta al reproducir mediante

---

<sup>3</sup>El término abierto significa que puede ser tomado por cualquier organización o persona tanto para su implementación, como para desarrollar extensiones que puedan ser útiles

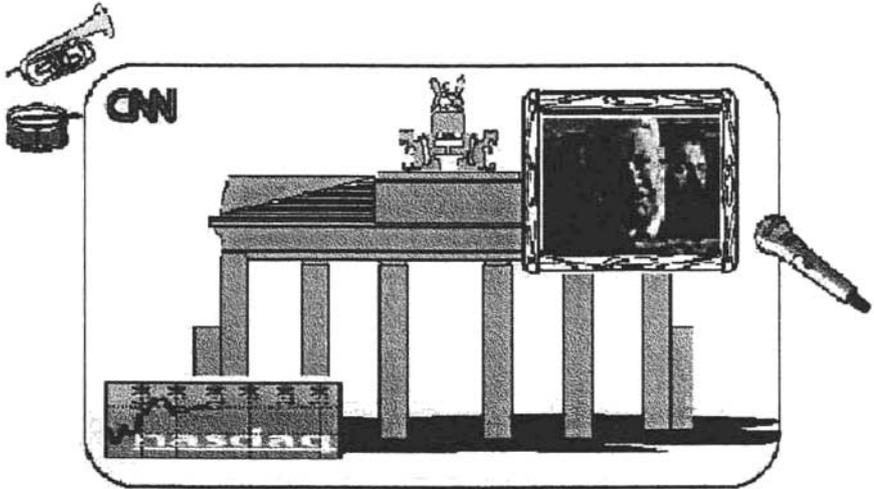


Figura 2.1: Ejemplo de una escena audiovisual.

la computadora los sonidos de una orquesta por ejemplo. Con los lenguajes que MPEG-4 proporciona para la descripción del contenido multimedia, un mínimo de información se necesita transmitir para realizar una presentación y el *rendering* se puede realizar localmente.

Es posible ver a MPEG-4 como una caja de herramientas, donde uno puede elegir con que subconjunto de herramientas va a trabajar. El optar por un cierto número y tipo de herramientas define, en el contexto de MPEG-4, un "perfil". Dado un perfil, también puede definirse la complejidad con la que se va a implementar cada herramienta elegida, lo que establece el "nivel" del perfil [6].

Los perfiles abarcan todos los aspectos que señala MPEG-4 en su especificación como son: audio, video, gráficos, descripción de escena, descriptor de objeto y los *mpeg-j*. Estos últimos representan un intento por integrar la máquina virtual de java a la escena audio-visual. Más adelante abundaremos sobre cuál es su objetivo y funcionamiento.

La lista mostrada a continuación describe las características básicas de cada uno de los perfiles que existen:

- **Audio.** Aquí se establecen los tipos de objetos de audio que van a ser soportados especificando características particulares. Por ejemplo: complejidad del audio, audio para terminales móviles, audio de alta calidad, etc.
- **Visual.** Se establecen los tipos de objetos visuales que van a ser soportados especificando características particulares. Como por ejemplo: características de compresión,

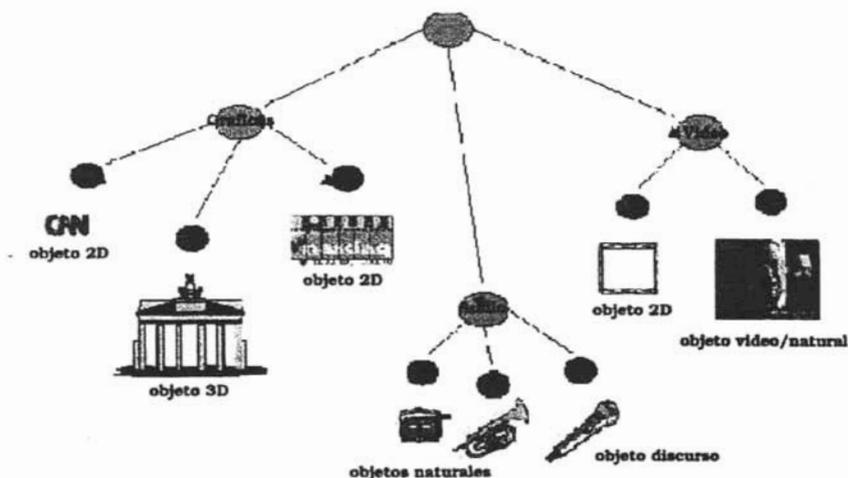


Figura 2.2: Descripción de escena.

escalabilidad, servicios de codificación en tiempo real, etc.

- **Gráficos.** Define los tipos de objetos visuales sintéticos que van a ser soportados, es decir, la complejidad de los objetos. Por ejemplo: objetos en 2D o 3D.
- **Descripción de escena.** Describe las características de la descripción de escena y el comportamiento que va a ser soportado. Podemos mencionar como ejemplo desde la composición de una escena que contenga solamente objetos de audio hasta la mezcla de objetos de audio y visuales con determinado comportamiento en una misma escena.
- **Descriptor de objeto.** Define las restricciones en el modelo de sincronización así como también las herramientas para el manejo de la propiedad intelectual.
- **MPEG-J.** Restringe las capacidades que la terminal va a ser capaz de soportar, por ejemplo, en número de salidas.

### 2.3.1. ISMA (Internet Streaming Media Alliance)

Ya que con MPEG-4 podemos elegir la herramienta que necesitamos implementar y la complejidad con la que se desarrollará, podemos notar como MPEG-4 permite elaborar nuestros perfiles y niveles de acuerdo a nuestros requerimientos particulares. Sin embargo la especificación del estándar menciona que para obtener una buena instancia de MPEG-4, es necesario encontrar un equilibrio entre el perfil o perfiles y sus respectivos niveles. Existen dentro del estándar algunas propuestas de perfiles y niveles que se pueden tomar como base

## PERFILES

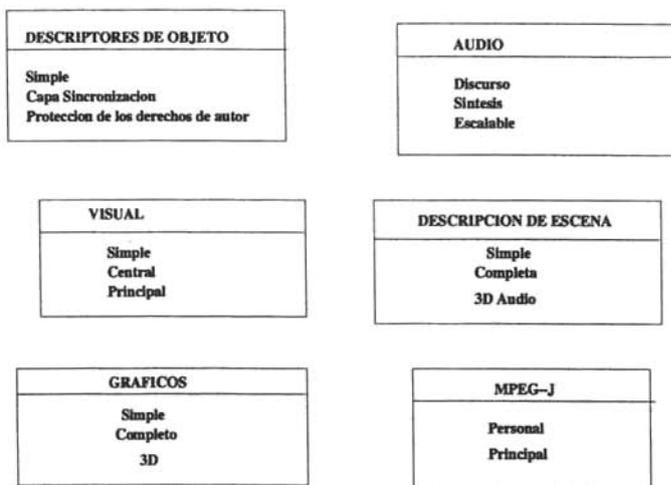


Figura 2.3: Perfiles que define MPEG-4 [7]

para establecer nuestros propios perfiles [6].

La ISMA [8] (Internet Streaming Media Alliance, Inc) es una corporación sin rubro, donde participan instituciones educativas, institutos de investigación gubernamentales, entre otros y cuya meta es lograr la adopción de los estándares. Para ello contribuye en la elaboración y extensión de los mismos. En lo que respecta a MPEG-4, ISMA define una implementación interoperable con *streaming* sobre redes IP. En lo que respecta a niveles y perfiles proporciona una lista muy completa de especificaciones que establecen perfiles con sus respectivos niveles para la parte de video.

## 2.4. Descripción de MPEG-4

### 2.4.1. Comparación entre MPEG-4 y MPEG-2

Para entender mejor los avances conseguidos con MPEG-4, recordemos como se realizaba la codificación en una versión anterior: MPEG-2. Con MPEG-2 el contenido podía ser generado a partir de varios medios como son video, gráficos, texto, etc. Después, todo era compuesto en una sola imagen es decir, las diferentes entradas quedaban integradas en una sola señal, y posteriormente eran codificados como si fueran píxeles de un solo video<sup>4</sup> 2.4. Dado que el consumidor recibe una sola señal, ésta es decodificada como una operación di-

<sup>4</sup>El video está conformado por una secuencia de imágenes, cada imagen está compuesta a su vez por un arreglo de píxeles para su descripción. Cada píxel conforma un punto en la imagen.

## 2.4 Descripción de MPEG-4

---

recta. Debido a esta manera de trabajar se dice que MPEG-2 manipula sólo representaciones estáticas, pues es posible agregar elementos gráficos y de texto, pero no se les puede borrar después. Recordemos lo que sucede cuando una televisora retransmite una señal obtenida por otra televisora en la que el video contiene el logotipo de la primera: es imposible eliminar dicho logotipo y la señal se tiene que retransmitir tal cual se tiene, obviando la fuente de información.

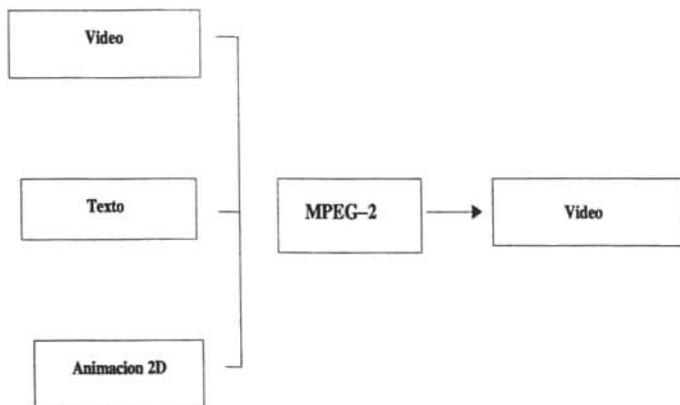


Figura 2.4: Codificación en MPEG-2.

La unión de los elementos en una escena de MPE2 es un video comprimido y transmitido, por lo que el receptor sólo tiene que descomprimirlo para poder hacer un despliegue del mismo, como lo muestra la figura 2.4.

MPEG-4 es dinámico donde MPEG-2 es estático debido a que, como ya mencionamos en un principio, los objetos que componen la señal son codificados de forma independiente, y con ello, transmitidos por separado en sus propios flujos de bits (a estos flujos se les conoce como *flujos elementales* al decodificador. Aquí la composición de la escena toma lugar en el cliente después de realizarse la decodificación de los objetos recibidos a diferencia de MPEG-2. Para poder realizar esta composición de la escena MPEG-4 incluye un lenguaje especial para la descripción de escenas, llamado BiFS (por Binary Format for Scenes).

La codificación de los elementos de una escena en MPEG-4 se realiza de manera independiente para cada uno de los elementos de la escena y se agrega un nuevo elemento que nos va a permitir realizar la composición de la escena, como se muestra en la figura 2.5.

Así la descripción de la escena es la responsable de proporcionar la información que permite al decodificador llevar a cabo la reconstrucción de la escena. Dicha descripción constituye una gráfica cuyos nodos representan los objetos participantes y, su estructura, la jerarquía que se encuentra implícita. Esta descripción permite agregar, eliminar o modificar los elementos participantes en la escena.

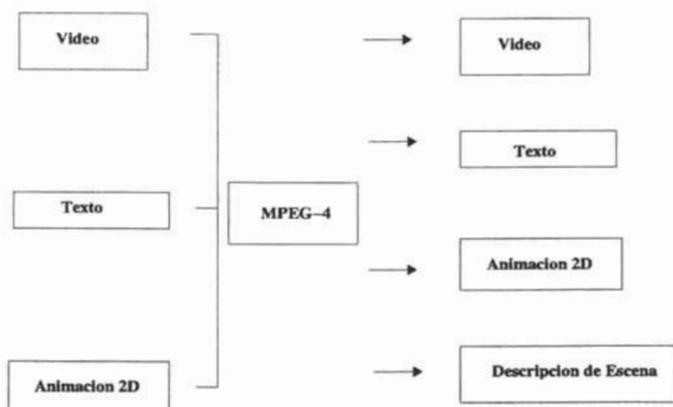


Figura 2.5: Codificación en MPEG-4.

El lenguaje BiFS no sólo describe dónde y cuándo deben aparecer los objetos en la escena, también puede describir el comportamiento y hasta un comportamiento condicional; es decir, los objetos responden a un determinado evento proveniente del usuario. Esto es precisamente lo que permite la interactividad en MPEG-4.

El estándar de MPEG-4 consiste de un grupo de partes individuales interrelacionadas pero distintas entre sí, lo que permite que puedan ser implementadas individualmente o combinadas.

Las partes base están conformadas por:

- Parte 1. Sistemas. Engloba la especificación de la descripción de escena, así como también, las herramientas necesarias para la sincronización del contenido audiovisual.
- Parte 2. Visual. Contiene la representación del contenido visual tanto sintético como natural.
- Parte 3. Audio. Contiene la representación del contenido de audio sintético y natural.
- Parte 4. Conformidad. Describe como deben ser probadas las implementaciones realizadas sobre el estándar.
- Parte 5. Software de Referencia. Contiene una lista de implementaciones no óptimas de software basado en MPEG-4.
- Parte 6. DMIF(Delivery Multimedia Integration Framework). Describe el marco que permitirá integrar las diferentes tecnologías usadas como medios de transmisión.
- Parte 7. Software Optimizado. Lista de implementaciones óptimas de software basado en MPEG-4 (bajo desarrollo).

## 2.4 Descripción de MPEG-4

---

MPEG-4 es un estándar en constante cambio, existen dos formas básicas en las que se produce algún cambio: una en la que se agrega alguna funcionalidad que no contenía anteriormente y otra en la que se mejora alguna funcionalidad existente. Como resultado de algunas adaptaciones se han añadido las siguientes partes:

- Parte 8. Una optimización en la codificación de video.
- Parte 9. Un descripción VHDL (Hardware Description Language) MPEG-4.
- Parte 10. Codificación avanzada de video.
- Parte 11. Descripción de escena.
- Parte 12. ISO formato archivo media.
- Parte 13. IPMP (Intellectual Property Management & Protection Extensiones).
- Parte 14. MP4 formato de archivo.
- Parte 15. AVC (Advanced Video Coding) formato de archivo.
- Parte 16. AFX (Animation Framework eXtensions) y MuW (Multi-user Worlds).

En internet existe una gama de páginas que proporcionan información detallada sobre la situación actual de los trabajos de extensión para MPEG-4 [9].

### 2.4.2. Descripción y funcionamiento de las partes de MPEG-4

Continuaremos con una vista más detallada del funcionamiento de cada una de las partes en las que consiste MPEG-4.

Con el fin de mantener una consistencia entre el flujo de datos real sobre la arquitectura de MPEG-4 y explicar de manera detallada su funcionamiento, a continuación se explica cada una de las partes del estándar según el flujo de datos mostrado en la siguiente imagen.

De la figura 2.6 podemos observar que la capa de transporte no pertenece al estándar y que la parte de conformidad y software de referencia no se ven envueltas en el flujo de datos ya que no participan directamente, por lo que hablaremos de dichas partes al concluir la explicación de las partes del estándar que intervienen en el flujo de datos.

La figura 2.6 sólo muestra de manera general el salto de datos de una parte del estándar a otra. Sin embargo, la relación entre las diferentes partes del estándar es muy estrecha; DMIF Sistemas, Visual y Audio participan en el proceso de recepción de los datos que provienen de los diferentes medios y realizan la integración y tareas necesarias para obtener los flujos de datos elementales.

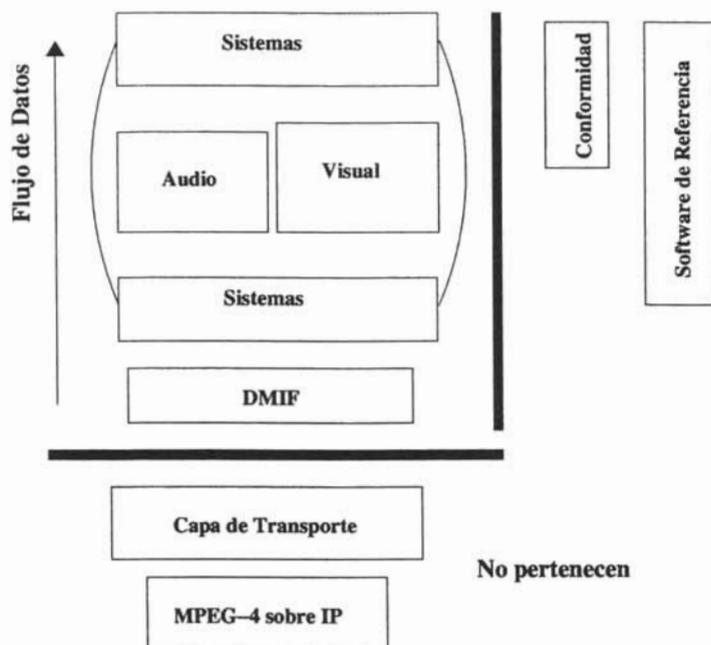


Figura 2.6: Flujo de datos en MPEG-4.

En la figura 2.7 se muestran las relaciones y dependencias de las funcionalidades que provee cada una de las partes del estándar.

Volviendo a la figura 2.6, la primera parte por la que pasan los flujos elementarios es la interfaz de transporte; es decir, la DMIF, por lo que comenzaremos nuestra revisión con dicha parte.

### 2.4.3. DMIF (Delivery Multimedia Integration Framework)

En la actualidad existen muchas tecnologías utilizadas como medios de transmisión. Considerando esto, MPEG-4 fue diseñado con la finalidad de adaptar escenarios de operación múltiple con diversas tecnologías y protocolos. Como ya habíamos hecho notar, y a diferencia de los estándares anteriores tales como MPEG-1 y MPEG-2, este estándar no define el medio de transporte.

En los estándares anteriores existe una clara orientación hacia un determinado medio de transporte o una tecnología en particular, logrando así la optimización de ese medio en particular.

## 2.4 Descripción de MPEG-4

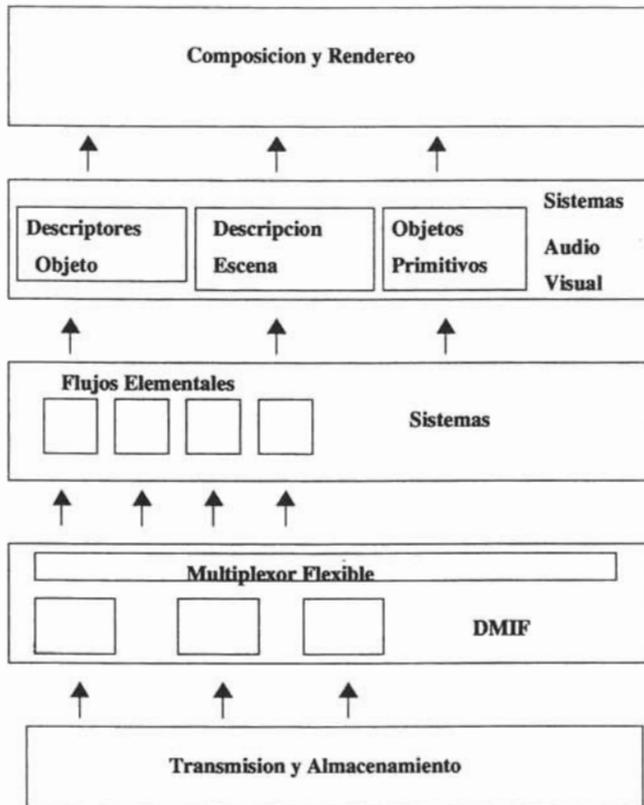


Figura 2.7: Arquitectura de MPEG-4.

La capa DMIF fue diseñada para separar la aplicación de la red: una aplicación no tiene por qué saber de dónde provienen los objetos con los que trabaja. Esto permite producir contenido por un medio y publicarlo por otro.

Con esta tecnología un objeto puede provenir de un servidor interactivo, un canal de televisión, puede estar disponible localmente, de una ATM, de Internet, de televisión digital o una mezcla de ellos.

Los principales objetivos que se plantean aquí son:

- Ocultar los detalles de las tecnologías utilizadas para transferir datos.
- Cuidar la calidad del servicio en tiempo real mediante canales sensitivos.
- Mejorar la interoperabilidad entre sistemas finales.

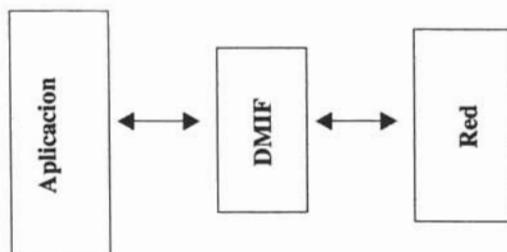


Figura 2.8: Funcionamiento de DMIF.

- Garantizar la funcionalidad de la aplicación en presencia de nuevas tecnologías.
- Uso concurrente de diferentes tecnologías de transmisión.

Para incluir todas las tecnologías existentes para la transmisión de datos MPEG-4 realizó una agrupación general entre la tecnologías considerando al final sólo tres familias: las basadas en la recuperación local, las basadas en interacción memota y los escenarios de difusión masiva.

- La familia de tecnologías basadas en recuperación local abarca todas aquellas tecnologías que pueden ser almacenadas de manera local en el dispositivo, por ejemplo, DVD.
- La familia de tecnologías basadas en la interacción remota consiste de todas aquellas tecnologías que requieren de un servidor para realizar sus tareas.
- La familia de tecnologías basadas en escenarios de difusión masiva consiste de todas aquellas tecnologías cuyo contenido es transmitido de forma abierta a los dispositivos capaces de captar su señal.

El punto central de DMIF es la abstracción realizada sobre las funcionalidades que la capa de transporte tiene que proveer, y las actividades de la parte de Sistemas. Como resultado de dicha abstracción se creo el DAI (DMIF Application Interface), en donde se consideran los aspectos que pueden ser manejados uniformemente e independientemente de la tecnología de transmisión. Así, el DAI es una interfaz entre Sistemas y DMIF.

Los elementos fundamentales de DMIF son la arquitectura de referencia, el DAI y el filtro DMIF. Los flujos que llegan al DMIF pasan por cuatro bloques conocidos como aplicación objetivo, DMIF objetivo, DMIF creada y finalmente aplicación creada. La aplicación creada es la aplicación actual en la terminal, por ejemplo, un navegador de MPEG-4. El bloque de aplicación creada interactúa con su aplicación objetivo a través del DMIF en el caso de que la interacción sea remota la comunicación es regulada por el protocolo de señalización. DMIF creada-objetivo proveen el servicio a nivel sesión.

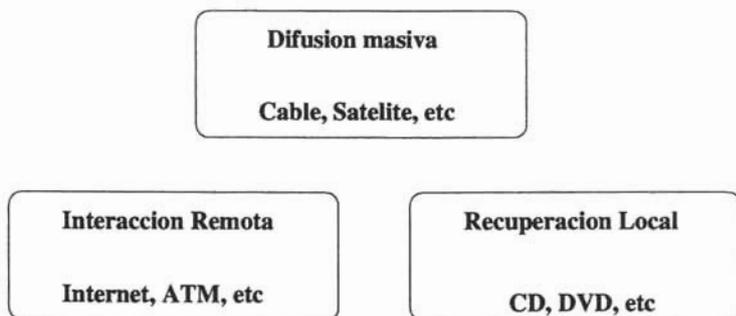


Figura 2.9: Agrupación de las tecnologías en subgrupos.

El filtro DMIF es un contenedor que ordena todas las instancias de DMIF creadas, su función es seleccionar la instancia apropiada para proveer un servicio. Es una parte muy útil ya que permite el *plug&play* de instancias DMIF sin necesidad de recompilar o religar la aplicación. Por otra parte también permite la función de DNI ( DMIF Network Interface ).

Como ya mencionamos, el DAI permite marcar los elementos que pueden ser manejados uniformemente e independientemente de la tecnología de transmisión por lo que es una interfaz entre la parte de sistemas y la de DMIF. En el paso de elementos por esta etapa surgen los llamados "elementos opacos" los cuales sólo son entendidos en la aplicación objetivo, por ejemplo el ID de un flujo elemental no es comunicado de manera explícita al DAI, en su lugar pasa como un dato opaco que sólo la aplicación tiene conocimiento.

La figura 2.10 mostrada a continuación contiene el flujo de datos en la arquitectura del DMIF. Los objetos pertenecientes a la escena llegan por distintos medios de transmisión, por cada uno se genera una instancia de DMIF que simula una terminal remota, sólo para los casos en que no exista una red real. En esta instancia, a pesar de la ideología de no conocer las particularidades del medio de transmisión, se establecen las bases que permiten manejar cada una de las distintas redes particulares. Para el caso de que sí exista una red, se utiliza un mapa de señalización que hace una abstracción de los métodos para manejarlos de manera general. El DMIF filtro elige la instancia del DMIF que puede resolver la petición generada por la aplicación, ya que contiene los apuntadores a las instancias actuales de DMIF.

La figura 2.11 muestra un modelo computacional de esta capa, digamos que estamos ejecutando una aplicación de MPEG-4 sobre nuestra terminal, ésta a su vez comunica con su instancia de DMIF las peticiones que puedan surgir, una vez generada y comunicada la petición ésta se transmite a DMIF compañero para que busque la aplicación que pueda resolver la petición y establezca un canal de comunicación y finalmente las aplicaciones intercambien información que permita resolver la petición.

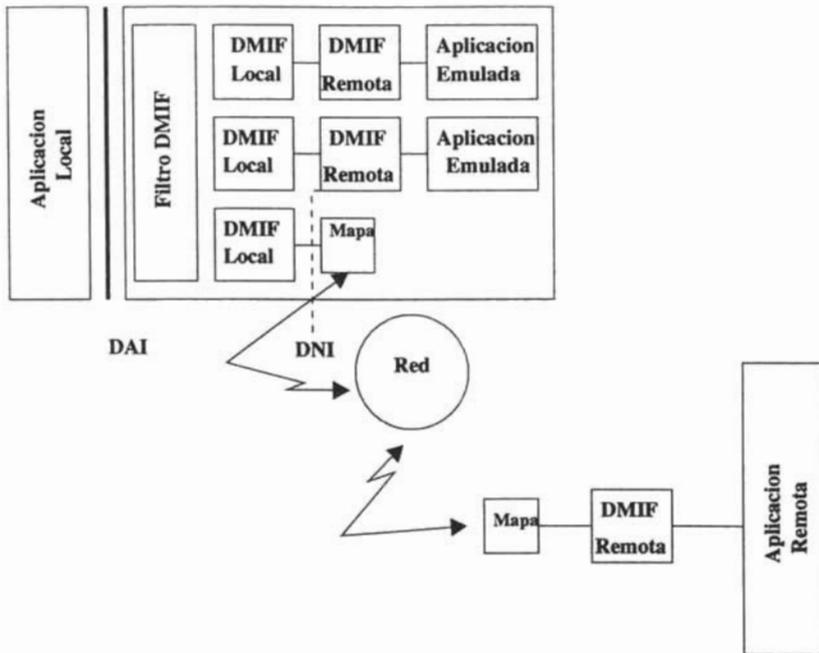


Figura 2.10: Arquitectura del DMIF.

Entonces en realidad partimos de que la aplicación realiza una petición, esta petición pasa por el DAI, es decir, por la interfaz entre Sistemas y DMIF, en un formato que no tiene porque ser comprendido en su totalidad por la parte de DMIF. Dicha petición es evaluada por el filtro de DMIF, que elige la instancia actual de DMIF que pueda resolverla. Para lograr la comunicación entre el DMIF creado en la terminal y su terminal objetivo, en el caso de que exista una red real, la petición pasa por la interfaz entre el DMIF creado y la red (Delivery Network Interface, DNI), después se utiliza de mapa de señalización que permite la conexión con el DMIF objetivo en el lugar correcto, en otro caso se realiza una emulación del DMIF objetivo y la aplicación objetivo.

Siguiendo la figura 2.6, donde se muestra el flujo de datos de MPEG-4 podemos observar que la siguiente parte que entra en acción es Sistemas.

Recordemos que la parte DMIF mantenía una relación estrecha con la parte de Sistemas mediante la interfaz DAI, retomando éste hecho comenzaremos a explicar la parte de Sistemas.

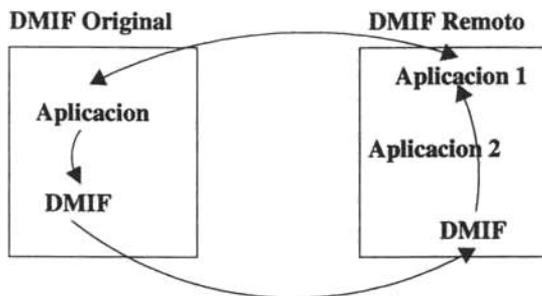


Figura 2.11: Modelo computacional de DMIF.

### 2.4.4. Sistemas

Las tareas ejecutadas por la parte de Sistemas están divididas en dos: la primera cumple con los requerimientos básicos como son multiplexar y sincronizar; la segunda resuelve los requerimientos generados al manipular los elementos de la escena como objetos independientes. Es la razón por la cual la parte de Sistemas participa dos veces en el flujo de datos, pero con muy diferentes funciones.

Por el momento se explicará la primera parte, consistente en multiplexar y sincronizar los flujos de datos. Es importante mencionar que MPEG-4 permite eliminar la necesidad, si así se desea, de tener que almacenar toda la información a presentar, ya que ésta se transmite pieza por pieza, con lo que se habilita la participación de usuarios de redes y terminales con capacidades limitadas. A esta nueva modalidad se le conoce como *streaming*.

Dado que la información se transmite pieza por pieza en MPEG-4 no se maneja el tamaño de los archivos, más bien, se consideran de longitud "infinita", es decir, se desconoce la cantidad de flujos de datos que puedan ser transmitidos y que correspondan a un mismo objeto en la escena. Con el fin de llevar a cabo las tareas requeridas para administrar de manera correcta los flujos de datos que lleguen, MPEG-4 creó una herramienta para multiplexar la cual es conocida como FlexMux (Flexible Multiplex).

En realidad ésta herramienta no es obligatoria si es que la capa de transporte realiza todas las tareas necesarias para administrar el flujo de datos.

La capa de sincronización es donde se resuelve el problema de contar con diferentes mecanismos de acuerdo a los tipos de objetos, estableciendo un mecanismo común para todos ellos. En esta capa se debe contar con un buffer que permita el almacenamiento momentáneo de los flujos de datos.

El proceso de sincronización requiere meta-información contenida dentro de la codificación de los objetos. Esta información le permite sincronizar todos los objetos que se encuentren relacionados, por ejemplo, el video y su audio correspondiente.

De esta manera se obtienen los flujos elementales que son entregados a la parte visual y de audio. Recordemos que la información hasta este momento se encuentra todavía codificada y es aquí donde los flujos se ven expuestos a sus respectivos decodificadores con el fin de obtener el objeto en su forma natural. Por lo tanto comenzaremos a explicar en que consisten la parte Visual y de Audio.

Tanto para la parte Visual como para el Audio, MPEG-4 provee de las herramientas que permiten la integración de contenido sintético y natural. Otra característica homogénea en ambas partes es que los algoritmos de compresión están diseñados para soportar ambientes de error muy altos como son los ambientes de las redes móviles.

### 2.4.5. Audio

Por lo que respecta al audio [10] proporciona de las herramientas necesarias para manejar sonido natural y sintético. De esta manera la parte de audio describe la representación adecuada para ambos tipos de sonido.

Con la finalidad de obtener la mayor eficiencia en la codificación del sonido natural MPEG-4 propone un marco general que provea capacidades de escalabilidad considerables. Este marco general hace una mezcla entre las técnicas aplicadas en los algoritmos particulares utilizados para la codificación sobre los distintos medios de transmisión. Las técnicas sobre las que están basados dichos algoritmos son: codificación paramétrica, codificación lineal predictiva y codificación de tiempo-frecuencia.

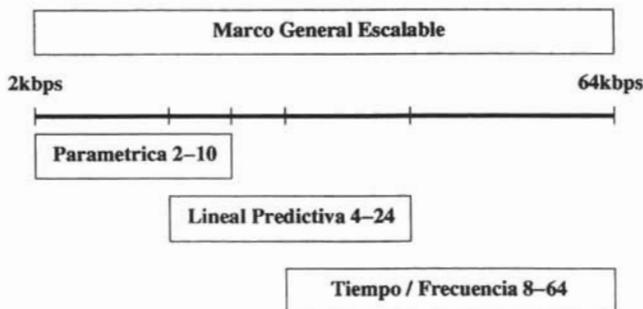


Figura 2.12: Marco general para el manejo de audio.

La figura 2.12 muestra el marco general que establece MPEG-4 para el manejo del audio, así como también los alcances de cada una de las técnicas de codificación.

Por otra parte para la codificación del sonido sintético, MPEG-4 está dividida en dos partes, el "Texto-To-Speech" y el sonido sintético.

## 2.4 Descripción de MPEG-4

---

Para el primer caso el texto de entrada es convertido a discurso dentro del decodificador, en éste caso MPEG-4 proporciona una interfaz para la operación de dicha conversión.

En el caso del sonido sintético, es necesario recibir ciertos datos de entrada que contengan una descripción del sonido a reproducir; para esto, MPEG-4 definió un lenguaje llamado "lenguaje estructurado para el audio de orquesta" o con siglas en inglés SAOL (Structured Audio Orchestra Language).

Por otro lado, como ya habíamos mencionado, MPEG-4 proporciona herramientas para la integración de contenido visual tanto natural como sintético. Esta sección del MPEG-4 se ocupa de cómo llevar a cabo dicha característica, proporcionando los algoritmos adecuados.

### 2.4.6. Visual

La parte Visual de MPEG-4 soporta una amplia gama de formatos, bitrates y resoluciones. Respecto a la compresión, el grado alcanzado es satisfactorio tanto para texturas como para video, permitiendo realizar accesos aleatorios que permiten hacer pausas, adelantar o regresar sobre la secuencia de video.

Recordemos que la capacidad de escalar un objeto, dadas las condiciones de la red por la que éste puede ser enviado, puede resultar un factor que influye enormemente sobre la presentación de la escena audiovisual. MPEG-4, en la parte de video, proporciona complejos algoritmos de escalabilidad; tanto en el codificador como en el decodificador que guardan la calidad y que pueden ser aplicados en momentos precisos.

La animación facial es extendida, ya que ahora permite enviar parámetros para la modificación directa en la animación.

### 2.4.7. Sistemas

Volviendo a la figura 2.6 que muestra el flujo de datos dentro de MPEG-4, después de la parte Visual y de Audio, la parte de Sistemas vuelve a intervenir en el proceso. Por esta razón comenzaremos a detallar la función de la parte de Sistemas en este punto.

Que MPEG-4 provea de todas aquellas características que lo hacen sobresalir de los estándares anteriores, es una consecuencia inmediata de la manipulación del contenido de una escena como elementos individuales u objetos, el establecimiento del manejo de una descripción de la escena es la clave en el proceso.

La descripción de escena representa una gráfica en la cual se describe la jerarquía de los objetos de la escena audio-visual, así como las dependencias entre los mismos. La descripción de escena propuesta por este estándar toma muchas de las ideas que se establecen por el

lenguaje de realidad virtual (con siglas en inglés VRML) , pero con extensiones que facilitan más la programación de la interactividad que se desee agregar a una escena audio visual, entre otras aportaciones.

Los objetos definidos en MPEG-4 son establecidos en base al tipo de contenido que almacenan y a las dependencias entre ellos. Existen objetos simples y compuestos el video representa un objeto compuesto, ya que está conformado por dos objetos simples que son el audio y la secuencia de imágenes.

Independientemente del tipo de objeto que se incluya en la escena audio-visual, cada uno tiene un descriptor de objeto que permite identificar los atributos de espacio y tiempo, todo esto con el fin de mostrarlo en el momento y lugar correctos.

Son los descriptores de objeto los que permiten manejar varios tipos de objetos en una escena audio-visual, son también los que permiten la existencia de comandos mediante los cuales es posible realizar actualizaciones de manera dinámica sobre un determinado objeto u objetos.

Para llevar a cabo la presentación de la escena, ésta requiere de varias entradas; los descriptores de objetos, la gráfica de la escena y los objetos en su forma primitiva. La obtención de estos flujos elementales clasificados requieren de un proceso que ya hemos descrito a detalle anteriormente.

## BiFS

Por cuestiones de optimización en la transmisión de la descripción de escena y de los descriptores de objetos, MPEG-4 propone un formato codificado para dicha información conocido como formato binario para la descripción de escenas, cuyas siglas en inglés son BIFS (Binary Format for Scene). Los conceptos fundamentales de BIFS están basados en el modelo utilizado en VRML, pero son extendidos en diferentes aspectos que se explican a continuación:

- Al codificar la información en forma binaria se obtiene una representación eficiente de los datos en lugar de la representación en texto como la que se obtiene en VRML.
- A BIFS se le añadieron comandos que permiten la modificación de manera dinámica de la escena.
- BIFS provee de mecanismos que optimizan las animaciones almacenando menor cantidad de información necesaria para realizar la animación.
- Para aplicaciones que no requieran mayor grado de complejidad permite manejar sólo objetos de 2D o en su caso combinar objetos de 2D y 3D.
- La mejora sobre el audio es considerable porque permite combinar distintos tipos de audio.

## 2.4 Descripción de MPEG-4

---

- Finalmente el soporte de niveles para la animación facial es muy útil.

De esta forma damos por concluida la descripción del funcionamiento de cada una de las partes base de MPEG-4. A continuación haremos una descripción de dos extensiones del estándar que participan durante el flujo de datos y que además representan adelantos importantes respecto a la interacción.

### 2.4.8. MPEG-J

Actualmente aún se encuentra en desarrollo la parte de interactividad, la interacción se provee mediante programas que permitan desarrollarla. MPEG-J es una extensión de MPEG-4 que permite mediante el uso de clases de java, manipular el contenido MPEG-4. Esto permite que una sesión audio-visual sea adaptada a las características operacionales de una terminal dada.

Se planea que el código Java permita crear y modificar escenas, participación del usuario completa en el modelo de interacción de la escena y el control de los decodificadores. También permitirá generar componentes GUI para implementar directamente la funcionalidad de la aplicación. Sin embargo el código Java no participará en el flujo de datos en tiempo real, por ejemplo, implementando un decodificador de video. Con el fin de mejorar la calidad de decodificación del medio éste será recibido por una terminal MPEG-4 en su propio flujo elemental y será asociado con la escena usando un nodo especial y las facilidades de un objeto regular descriptor.

Los MPEGlets son las aplicaciones que utilizan MPEG-J, éstas son transferidas (enviadas) al cliente con contenido MPEG-4 media. Pueden ser locales o remotos. Es posible tener múltiples MPEGlets sobre la misma escena, pero ninguno tiene conocimiento de la existencia del otro ya que en principio no se puede asumir que ambos estén corriendo sobre la misma máquina virtual. Pueden tener conocimiento de las modificaciones que puedan surgir en la escena mediante el registro de las notificaciones de cambios de la escena, es decir, cuando un MPEGlet es notificado se examina todo el árbol con el fin de identificar los nodos borrados, agregados o modificados.

### IPMP

La necesidad de proveer de mecanismos que permitan la protección del contenido ha sido un punto importante en cuestión de los derechos de autor. Este aspecto ha sido considerado en los estandares de MPEG, tal es el caso de MPEG-4, donde la vinculación se encuentra en la parte de Sistemas.

Al igual que MPEG-2, MPEG-4 también incluye una interfaz que permite proteger los derechos de autor sobre el contenido multimedia. Esta parte es conocida como IPMP por Intellectual Management and Protection (Manejo y protección de los derechos de autor).

En MPEG-2, la televisión digital proveía de un método que permitía el acceso condicional al contenido, este método consistía en dos partes: una que era la identificación del contenido y otra que era la protección.

La identificación del contenido se realizaba mediante un descriptor que se enviaba junto con los flujos de datos que forman un programa de televisión. Este descriptor contiene dos números: el primero es un identificador del tipo de trabajo (ISBN,ISSN)<sup>5</sup>: el segundo es el número de derecho de autor correspondiente. Es importante hacer notar que cada autoridad tiene la facultad de definir su propia sintáxis y semántica para la identificación del tipo trabajo en sí mismo.

Así, la protección se realiza mediante mensajes encriptados donde se establece un acceso condicional. Sin embargo, esta forma de protección limita las capacidades de interoperabilidad deseables.

En MPEG-4, el manejo de la información de los derechos de autor está integrada a la parte de Sistemas y consiste, al igual que en MPEG-2 en dos partes una de identificación y otra de protección.

Recordemos que la información que recibe MPEG-4 viene en forma de flujos de datos, es por esa razón que también la información de la propiedad intelectual es enviada en un tipo de flujos especializados para el manejo de este tipo de información conocidos como IPMP-ES (Intellectual Property Management & Protection Elementary Streams).

Los flujos elementales de IPMP son manejados de manera individual. El IPMP-Ds (Descriptors), es parte del descriptor de objeto y el IPMP-ES es utilizado para transportar datos específicos de IPMP.

Ahora, recordemos que la parte de identificación se encarga de obtener información y que la parte de protección utiliza la información obtenida para crear restricciones que protejan el contenido. De esta forma, resulta claro que debido a la función que desempeña la parte de identificación y la parte de protección, éstas utilicen IPMP-Ds y IPMP-ES respectivamente para cumplir con su función.

En realidad la parte de IPMP no está definida en el estándar, sin embargo, la imagen muestra una posible integración del manejo de la propiedad intelectual con la parte de sistemas de MPEG-4, así como también los posibles puntos de control que pueden ser manejados.

Con esto damos por concluido el seguimiento del flujo de datos a través de la arquitectura de MPEG-4. Ahora continuaremos con las dos partes del estándar que no influyen directamente en el flujo de datos: Conformidad y Software de Referencia.

---

<sup>5</sup>Organizaciones dedicadas a la asignación de identificadores únicos.

## 2.4 Descripción de MPEG-4

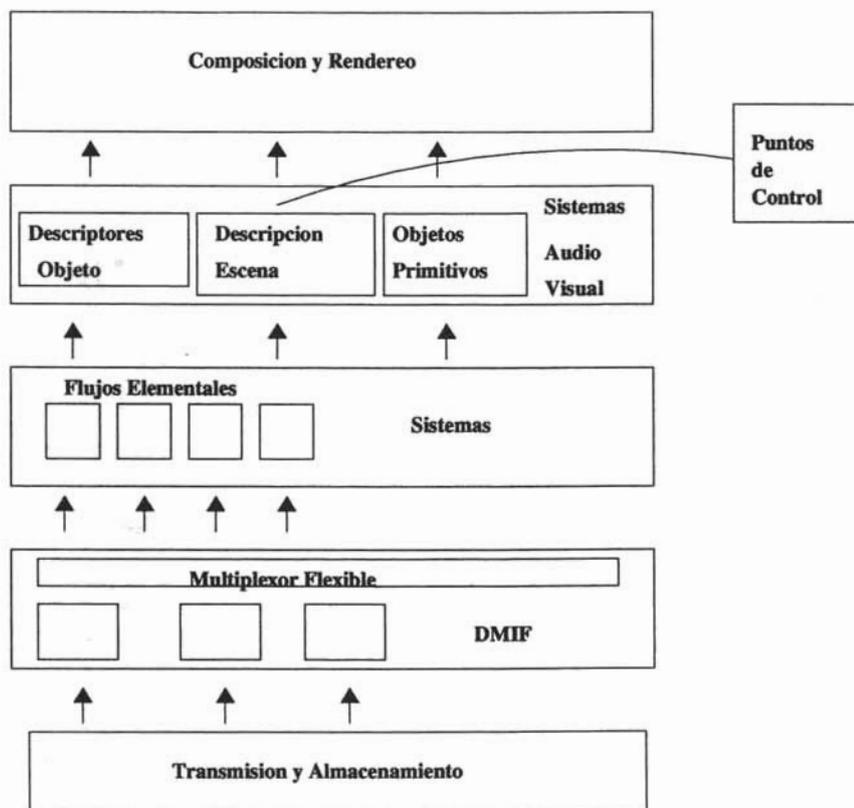


Figura 2.13: Muestra la integración de IPMP dentro de la arquitectura de MPEG-4.

### 2.4.9. Conformidad

En el contexto de MPEG-4, en la parte de Conformidad son establecidos todos los parámetros de revisión sobre las implementaciones que se realicen del estándar. La parte de Conformidad define como debe ser probada una implementación de MPEG-4 [11].

Podemos mencionar como ejemplo de algunas de las pruebas descritas las pruebas de eficiencia en la codificación, pruebas de robustez en ambientes propensos a error, pruebas de escalabilidad, etc.

Esto es lo que respecta a la parte de pruebas ahora continuaremos con el software de referencia que provee MPEG-4.

#### 2.4.10. Software de Referencia

El software de referencia, representa el conjunto de implementaciones basadas en el estándar. En el caso de los desarrolladores de software, éste puede ser visto como un ejemplo base, aunque no necesariamente sea la mejor forma de implementarlo.

La descripción del estándar clasifica los módulos que lo conforman en dos tipos: normativos e informativos. Los normativos son todos aquellos módulos para los cuales el estándar describe exactamente la forma en que deben ser implementados. Los informativos son todos los módulos para los cuales el estándar sólo especifica los resultados que deben obtenerse, sin embargo, no describe el método a seguir.

Para cada uno de las partes del estándar existen módulos ya desarrollados. Una descripción a detalle de los mismos es encontrada en [12].

Dado que la parte de Sistemas conecta todas las herramientas que proporciona MPEG-4, existe una gama de software propuesto por el estándar.

El lector puede encontrar información acerca de todas las implementaciones en la página oficial de este estándar [13].

### 2.5. Estado del Arte

Dado que el estándar consiste de una muy variada gama de herramientas, las diferentes compañías del mercado se han concentrado en implementar sólo una parte.

Recordaremos que el *streaming* es un punto esencial para la transferencia de un archivo con formato MPEG-4; por ello, existen varias compañías enfocadas en ese aspecto y entre las cuales podemos mencionar a Equator y a NEXTStreaming entre otras muchas.

De la misma forma que sus predecesores, la codificación es otro aspecto muy importante en MPEG-4. Es por ello que también existen empresas enfocadas en ese aspecto como son: Ahead Software, ToolkitMPEG-4 IBM, etc. MPEG-4 cuenta también con la implementación de un codec de video conocido como AVC por Advanced Video Coding. Este Codec fue desarrollado por Video Coding Expert Group (VCEG), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y el comité MPEG. Como resultado del trabajo realizado por los tres participantes el Codec obtenido supera en muchos aspectos a los que se conocen actualmente. Este Codec puede ser obtenido de la página del ISO.

En la página de **m4if**, existe una liga a las compañías que actualmente tienen registrados sus productos y servicios con las últimas actualizaciones además de otras ligas útiles.

Es importante mencionar que una de las compañías que destaca por la amplia gama de sus productos es **Envivio**. Envivio es una compañía brasileña que ha desarrollado software

## 2.5 Estado del Arte

---

para la creación, codificación, protección y distribución de contenido multimedia, por lo que es una de las opciones más completas.

Existen ya organizaciones que están evaluando el codec para su adopción, entre ellas se encuentran Internet streaming Media Alliance (ISMA), Advanced Television Systems Committee, etc.

Actualmente existe una gran cantidad de plugins necesarios para la reproducción de contenido MPEG-4 sobre los player más conocidos y usados, como: QuickTime, MediaPlayer, DivXPlayer, mpegableplayer, etc. Microsoft contaba con una de las implementaciones de la parte Visual de MPEG-4 en versiones anteriores.

Por lo que respecta a los codecs implementados, DivX5 es la implementación del perfil visual avanzado simple. En algunas versiones de Windows Media aparece una implementación del codec de video, sin embargo en la última versión no es así.

De esta manera damos por concluido el presente capítulo cuyo objetivo fue el presentar de manera general la esencia de MPEG-4 así como también el entorno sobre el cual gira su alcance actualmente.

## Capítulo 3

# INTERACCIÓN HUMANO-COMPUTADORA

### 3.1. Introducción

El objetivo inicial para el cual fueron creadas las computadoras, fue efectuar cálculos con gran velocidad y exactitud. Con el tiempo esta perspectiva se modificó, hasta llegar a la visión actual en la que las computadoras son orientadas, como medios de soporte que ayudan a un usuario a realizar tareas específicas y complejas para alcanzar un objetivo particular. Este enfoque permite la apertura de las computadoras a campos ya no sólo científicos, sino también de propósito general: industria, entretenimiento, etc. En los últimos 20 años poco a poco se han podido constatar las ventajas que proporcionan las computadoras para su uso genérico.

Así, a la par de la evolución de las computadoras como una herramienta eficaz para efectuar tareas específicas en muy distintas áreas, empezaron a surgir las más variadas ideas sobre posibles aplicaciones <sup>1</sup>. Con esta explosión en su uso, surge la necesidad de proporcionar a los desarrolladores las herramientas necesarias para la realización de aplicaciones finales de calidad, en donde calidad se refiere a que el producto sea útil y utilizable, útil en el sentido de que permita efectuar una tarea (sea funcional) y utilizable en que la manera de realizar la tarea sea intuitiva y fácil de llevar a cabo.

Conforme las capacidades de la computadora aumentaron, su uso pasó de efectuar procesos "en lote", a poder interactuar de manera dinámica con los usuarios. Es así como surge una interfaz entre el humano y la computadora. Hoy en día es claro que la mayoría de los usuarios son personas no especializadas en su uso, por lo que la interfaz debe proporcionarle los medios que permitan llevar a cabo sus actividades, sin necesidad de bastos conocimientos especializados. Esta interfaz es conocida como: "Interfaz Humano-Computadora".

Actualmente la elaboración de aplicaciones es realizada por gente especializada en el área

---

<sup>1</sup>Las aplicaciones consisten de un conjunto de programas que son ejecutados en la computadora, es decir, software. Comúnmente llamados también sistemas.

## 3.2 Definición de Interfaz

---

de desarrollo de software. Desafortunadamente, el objetivo principal del sistema a desarrollar es ajeno para los especialistas que lo elaboran. Este hecho produce un distanciamiento entre el usuario y el desarrollador. Dicho en otras palabras, las personas desean que la computadora les facilite de alguna manera las tareas que desempeñan y para ello recurren a personas especializadas (desarrolladores de software) para que les proporcionen una manera de elaborar su trabajo con la ayuda de la computadora. Sin embargo, es claro que el desarrollador no conoce la manera en que la persona realiza su trabajo. Por esta razón, la solución proporcionada puede no ser del todo útil para la persona; en el caso de las compañías desarrolladoras de software, este hecho implica pérdidas. Interacción Humano-Computadora para entender el problema del usuario, y poder proveerle una solución adecuada.

Por otra parte, contamos con dos niveles de interacción con una computadora: el que corresponde al hardware y el del software; es decir, la parte física y la parte de los programas que son ejecutados por la computadora. Para el caso de la parte física, se han realizado estándares para establecer el tamaño y forma de las partes de una computadora, por ejemplo, el ratón, el teclado, aparatos especializados, etc. En el caso del software, la interacción es principalmente visual y auditiva y se basa en las capacidades que las nuevas tecnologías nos permiten utilizar, por ejemplo, las animaciones, las redes, ambientes virtuales, etc.

Nuestro caso de estudio se enfoca a la realización de interfaces en la parte del software. De esta forma, el presente capítulo presenta un panorama general de la situación actual del diseño de interfaces, es decir, desarrollos propuestos, factores que influyen y los retos por concluir.

## 3.2. Definición de Interfaz

Para poder realizar un estudio claro sobre el diseño de interfaces es primordial tener claro que es una interfaz en computación. El término cuenta con una diversidad de propuestas; por ejemplo según Lewis y Rieman [14], es "los medios que facilitan la comunicación, la interacción entre dos sistemas de diferente naturaleza". Decidirse por una definición completa conlleva un estudio fuera del alcance del presente trabajo, sin embargo, la definición anterior es muy intuitiva, por esta razón la definición que utilizaremos será ésta.

### 3.2.1. Definición de Interacción

Las definiciones de interfaz implican también establecer el concepto de interacción: la **Interacción** representa el hecho de comunicar información por dos emisores/receptores de manera bidireccional y observable. Según el modelo de Foley & van Dam [15] hay cuatro niveles de descripción en una interacción entre un humano y cualquier sistema. Estos niveles son: objetivo, semántico, léxico y sintáctico. A continuación se explican.

En el nivel **objetivo** se encuentran los objetivos que el usuario desea alcanzar. Por ejemplo, enviar solicitudes de inscripción a las universidades.

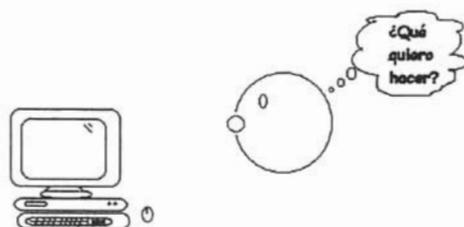


Figura 3.1: Nivel Objetivo.

Una vez que se tiene el objetivo a lograr, surgen los diferentes componentes y conocimientos que intervienen para lograr el objetivo planteado. En el nivel de interacción **semántico** se resuelven los significados de éstos. Por ejemplo, qué es una solicitud, qué es una solicitud de inscripción, cuáles universidades, datos requeridos en la inscripción, etc.

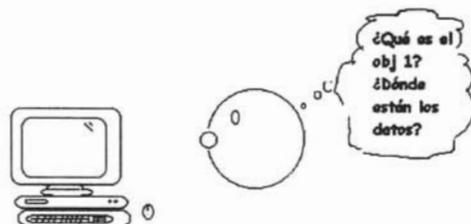


Figura 3.2: Nivel Semántico.

En el nivel léxico son analizadas las facultades que proporciona la computadora para alcanzar su objetivo, como por ejemplo: permite manipular los datos (es decir, almacenarlos, borrarlos, editarlos, agregarlos, imprimirlos, etc).

Por último, la persona traduce lo que sabe al procedimiento requerido para alcanzar el objetivo deseado mediante la computadora; es decir, la aplicación que debe usar, los comandos que debe teclear y el orden en que lo debe hacer. Por ejemplo, para el caso mencionado en los anteriores niveles sería como sigue: la aplicación sería un navegador, esa persona debe contar con una cuenta de correo electrónico que le permita enviar sus solicitudes, la

## 3.2 Definición de Interfaz

---

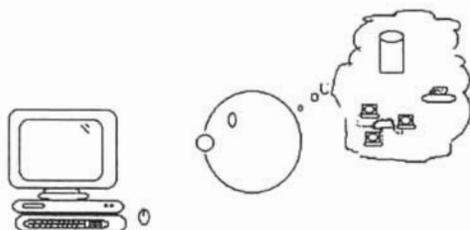


Figura 3.3: Nivel Léxico.

secuencia de comandos sería ejecutar el navegador, teclear la dirección de la página en la que tiene cuenta de correo, proporcionar el usuario y password en los campos requeridos, etc.

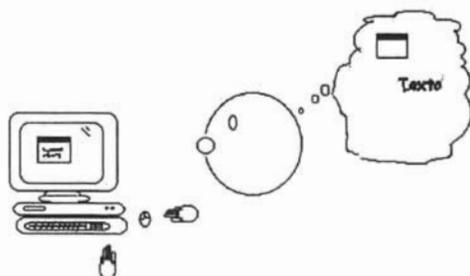


Figura 3.4: Nivel Sintáctico.

Estos niveles se pueden integrar en un ciclo completo de interacción que incluye todo el proceso, desde que se formula la meta y la intención, se especifica la acción, se ejecuta la acción, se percibe el estado del sistema, se interpreta el estado del sistema y se evalúa su respuesta.

Situémonos en el área de desarrollo de software, la cual se ha convertido con el paso del tiempo en una fábrica de software, cuyo producto y fuente de trabajo son software y desarrolladores de software respectivamente. Al igual que todos los negocios, esta área busca incrementar su productividad y disminuir los costos, en la medida que pueda proveer un producto fácil de usar y con beneficios inmediatos para los usuarios se determina el éxito del producto. Es así como surgen incógnitas como: ¿Cómo puedo proveerles algo que sea fácil de usar? ¿Cómo puedo proveerles beneficios inmediatos? ¿Cómo puedo disminuir mis costos? El

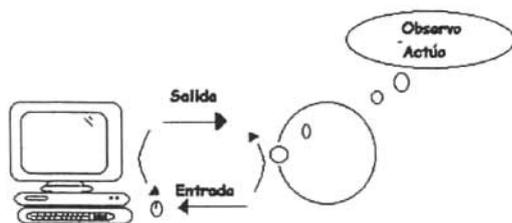


Figura 3.5: Ciclo de Interacción.

estudio de la interacción humano computadora nos va a permitir proveer sistemas de calidad.

En base a las investigaciones que se han realizados por distintas compañías y áreas de investigación se ha tratado de proveer de métodos y técnicas que intentan orientar el desarrollo de sistemas de calidad. En resumen se han enfocado en tres ramas; la primera se refiere al estudio de los usuarios, la segunda engloba formalismos propuestos para modelación de los estudios efectuados, la evaluación de aplicaciones, y finalmente la tercera intenta proveer un proceso de desarrollo de software.

La primera rama es una sub-área del diseño de interfaces y enfoca su estudio en los usuarios, consiste en identificar a los usuarios y analizar la tarea que realizan. A continuación se explica a detalle.

### 3.3. Estudio del Usuario

#### 3.3.1. Usuarios-Tipo

La diversidad de áreas para las cuales se desea elaborar un sistema puede ser muy grande, por lo que la diversidad de usuarios llega a ser aún mayor. Es por esa razón que se debe identificar el conjunto de usuarios que utilizarán el sistema, con el fin de proporcionarles un resultado adecuado a sus habilidades humanas, a su ambiente, sus motivaciones, su cultura, su estilo de trabajo y finalmente a sus objetivos.

Consideremos un sistema cuyo fin es lograr el aprendizaje del idioma inglés. En este caso, es necesario establecer si los usuarios finales son niños o adultos, ya que este cambio hace una diferencia muy marcada. Supongamos que decidimos desarrollarlo para los niños; esta elección preestablece las habilidades cognitivas y perceptuales de los usuarios. Inclusive entre niños es posible encontrar algunos que esten muy familiarizados con el uso de la computadora y otros para los cuales sea un artefacto ajeno.

Si se desea que el uso del sistema sea internacional, se debe considerar la diferencia entre los idiomas que el usuario maneje; o se puede limitar a un sólo idioma, por ejemplo: la enseñanza del idioma inglés para niños hispanoamericanos.

Aunque no lo hemos mencionado explícitamente, paralelamente a las características de los usuarios, el tipo de sistema define también una característica más en el perfil, por ejemplo; desarrollar un sistema para el aprendizaje y desarrollar un sistema que simula los impactos biológicos de la contaminación son dos sistemas con muy distintos perfiles.

De esta forma, es intuitivo concluir la necesidad de identificar los usuarios finales, es decir, establecer las características de los mismos. A estos usuarios se les conoce como **Usuarios-Tipo**. Una vez que identifamos a los usuarios-tipo tenemos que conocerlos y esto se logra mediante el análisis de la tarea, la cual permite identificar sus objetivos.

#### 3.3.2. Análisis Usuario-Tarea

El análisis de la tarea consiste en comprender el problema, es decir, qué es lo que hace el usuario, cómo lo hace y con qué lo hace.

La mayoría de los investigadores opinan que el “análisis de la tarea” es un paso previo y crucial en el diseño de una interfaz. Durante dicho análisis se dedica tiempo a la observación y al intercambio de ideas con los usuarios. Los resultados que deben obtenerse a través de este análisis son la obtención de la lista de tareas que realiza, así como también un panorama general de la función principal que se lleva a cabo.

Existe una clasificación sobre las tareas que desempeña un usuario según Shneiderman [16] son:

- **Frecuentes.** Como su nombre lo indica estas tareas son desempeñadas de manera cotidiana por el usuario.
- **Ocasionales.** Estas tareas son llevadas a cabo de forma ocasional pero de manera habitual.
- **Excepcionales.** Se refiere a las tareas que se llevan a cabo fuera de lo habitual.
- **De reparación.** Estas tareas son llevadas a cabo en respuesta a la necesidad de arreglar algún error.

El orden en que fueron mencionadas refleja el grado de dificultad que requiere su obtención.

Para la obtención de la lista de tareas es conveniente realizar entrevistas con los usuarios. Existen varias técnicas que permiten realizar las preguntas adecuadas para forzar las respuestas que nos interesan conocer. Las entrevistas están clasificadas en tres tipos: no-dirigidas,

semi-dirigidas y dirigidas. Cuando se le permite al usuario explicar libremente cuál o cuáles son las tareas que desempeña, éste suele proporcionar sólo las tareas que le representan mayor dificultad olvidando las demás es por esta razón que en la mayoría de los casos una entrevista no es suficiente, pues los usuarios sólo realizan lo que deben de hacer sin poner atención en cómo lo hacen; por lo que la obtención de algunas de las tareas, por ejemplo, las de error, sólo se pueden obtener observando a la persona en acción.

Durante el análisis deben abarcarse los siguientes aspectos: cuál es la función principal que se realiza; qué es lo que hacen cumplir dicha función; identificar características socioculturales de los usuarios; considerar la posible influencia del ambiente físico; considerar la influencia de experiencias anteriores y; finalmente, las características que pudieramos proporcionar a nuestra interfaz de tal forma que resultaran gratas. Por ejemplo, pensemos en que vamos a elaborar un sistema para el inventario de una organización, primero debemos conocer como llevan a cabo el manejo del inventario en ese momento, visitas en el área que realiza esta tarea ayudarían a conocer a los usuarios finales del sistema para establecer las características socioculturales de los mismos así como el lugar para conocer las limitaciones que éste pueda generar, si los usuarios ya habían utilizado en alguna otra ocasión un sistema de inventarios pueden tener predisposiciones durante el uso del mismo. Todos estos aspectos son analizados detenidamente durante esta fase.

Generalmente colocar la información obtenida de manera gráfica puede ayudar a obtener un entendimiento más claro del problema. Un ejemplo de esto son los árboles MAD (Modelo Analítico de Descomposición) gráficas en las que se representa las tareas que realiza el usuario.

### 3.3.3. Árboles MAD

MAD, según López Kolkovsky [17], es un formalismo utilizado para modelar la tarea del usuario, teniendo como objetivo que el resultado sea comprensible tanto para los desarrolladores y como para ergónomos.

Los árboles MAD consisten de un nodo principal que contiene el verbo que refleja la actividad central que se realiza. Las ramas son agregadas según el nivel de detalle que se desea proporcionar sobre la actividad realizada.

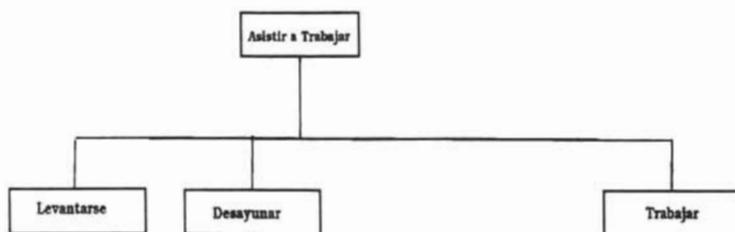


Figura 3.6: Árboles MAD.

### 3.4 Prototipos

---

La figura 3.6 representa mediante un árbol MAD los pasos que realizamos para asistir a trabajar. Para asistir a trabajar primero nos levantamos, luego desayunamos, luego de varias tareas llegamos al trabajo y nos ponemos a trabajar. Es importante mencionar que el nivel de detalle con el que se desee representar la acción incrementará el tamaño de nuestro árbol, por ejemplo es posible que antes de desayunar realizemos otras tareas, para representar este hecho descomponemos la tarea en las ramas que necesitamos.

En un árbol MAD además de la jerarquía de las tareas elaboradas, es posible integrar su sincronización, para ello son utilizados los **constructores**.

Los constructores que existen son:

- **Secuencial.** Este constructor indica que el orden de las tareas es secuencial, es decir, se lleva a cabo una por una en el orden que refleja el árbol.
- **Paralelo.** Este constructor indica la posibilidad de detener la ejecución de una tarea para realizar otra en cualquier momento.
- **Alternativo.** Este constructor indica la posibilidad de realizar una u sólo una de las subtareas indicadas en el árbol.
- **Simultáneo.** Este constructor indica la posibilidad de ejecutar n-tareas por n-usuarios al mismo tiempo.
- **Elemental.** Este se refiere a las hojas del árbol, es decir, tareas indivisibles.

Otro nivel de detalle en los árboles MAD es definir las pre y post condiciones necesarias para cada una de las tareas.

En el caso de las pre-condiciones existen tres tipos:

- **Inicio.** Indica los requerimientos para que pueda llevarse a cabo una tarea.
- **Ejecución.** Indica las circunstancias bajo las cuales la tarea debe ser ejecutada.
- **Paro.** Señala las condiciones bajo las cuales la tarea debe repetirse.

Por lo que respecta a las post-condiciones, éstas señalan los cambios sufridos en los objetos utilizados al ejecutar la tarea.

Existen otros atributos de las tareas, como por ejemplo la capacidad de que se pueda o no interrumpir y su prioridad.

## 3.4. Prototipos

Una vez realizado el análisis de tareas, se puede tener claro cuáles van a ser las funcionalidades que nuestra interfaz tiene que desempeñar; el tipo de usuario que va a utilizar la interfaz; la manera en la que se puede mejorar el método utilizado por el usuario actualmente.

En los primeros prototipos, la probabilidad de haber cometido errores es alta, por lo que es conveniente no realizar prototipos muy caros tanto en tiempo como en energía, se trata solamente de plasmar nuestras ideas. Un prototipo puede consistir en dibujos de las pantallas que planeamos presentar, aunque generalmente se busca que se parezca más al sistema real para que permita realizar pruebas con los usuarios.

Los prototipos son la parte estática de la interfaz, para representar la parte dinámica de un sistemas son utilizados los modelos de diálogo, es decir, el comportamiento del sistema bajo ciertos eventos a los que se pueda ver expuesto. Los modelos de diálogo que permiten visualizar el comportamiento dinámico del sistema.

### 3.5. Modelos de Diálogo

Los modelos de diálogo permiten llevar a cabo un seguimiento sobre el comportamiento que producirá el sistema durante la navegación del usuario sobre el mismo. Existen tres tipos de modelos de diálogo: los diagramas de transición, los modelos escritos y la notación gráfica.

#### 3.5.1. Diagramas de Transición

Los diagramas de transición son un ejemplo de modelos de diálogo. Estos diagramas pueden consistir de autómatas o redes de petri. En ellos se establecen las metas deseadas por el usuario y la manera en las que son cumplidas. Los diagramas de transición simulan las etapas por las que va pasando el usuario hasta conseguir el objetivo deseado, cada etapa es modelada por un estado y la transición de un estado a otro depende de la acción que realice el usuario.

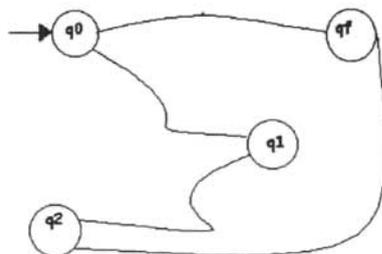


Figura 3.7: Diagramas de Transición.

Las redes de petri a diferencia de los autómatas permiten restringir las transiciones basando su criterio en marcas colocadas en los estados.

## 3.5 Modelos de Diálogo

### 3.5.2. Modelos Escritos

Los modelos escritos son otro ejemplo de modelo de diálogo. Dentro de los modelos escritos UAN (User Action Notation) representa uno de los esfuerzos más importantes. Según [18] UAN es un intento de representar de manera escrita la interacción de los componentes de una interfaz.

El funcionamiento de UAN está basado principalmente en el manejo de tablas, en donde son representados los objetos y las acciones posibles que intervienen. En cada tabla se ve reflejado la acción, la reacción del sistema y el estado interno del mismo.

UAN cuenta con una notación específica de representación, se basa en objetos y acciones. Para cada objeto existe una notación especial, por ejemplo, para el ratón corresponde M (de Mouse). Dependiendo de la acción que se desee representar sobre el objeto digamos un click le corresponde Mv.

También es posible proporcionar cierto formalismo con UAN para ello se proporciona la notación necesaria; negación, igualdad, para todo, etc.

En el ejemplo mostrado a continuación presenta la acción de seleccionar una ventana. En la primera columna se representa la acción del usuario que es mover el ratón hasta el objeto una ventana particular y dar clic mediante [Ventana'] Mv, la retroalimentación consiste en que la ventana que se ha seleccionado [Ventana']! y en ese momento la regla de que para toda ventana que no sea la ventana seleccionada se cumple que no está seleccionada se representa con  $\forall$  Ventana \* Ventana': Ventana-!, finalmente el estado de la interfaz es la ventana está seleccionada.

Tarea: Seleccionar una ventana.		
Acciones del Usuario	Retroalimentación de la Interfaz	Estado de la interfaz
[Ventana'] Mv	[Ventana']! $\forall$ Ventana * Ventana': Ventana-!	Ventana seleccionada

### 3.5.3. Notación gráfica

Otro ejemplo de modelo de diálogo es la notación gráfica. Diane+ [19] es un ejemplo de notación gráfica, ya que propone un formalismo gráfico para especificar aplicaciones interactivas. Este modelo de diálogo está orientado a la manera en que se dividen las actividades entre el humano y la computadora.

En las gráficas generadas por Diane + se muestra la secuencia de tareas que el usuario realiza de manera indicativa. En lo que respecta a las tareas, existe la posibilidad de representar el estado obligatorio o facultativo de las mismas.

Por parte de las acciones que efectúa el usuario, es posible representar los estados en los que la computadora cae, por ejemplo, el estado de espera del sistema por una acción

específica del usuario es posible representarla mediante los símbolos adecuados (símbolos).

Una vez efectuados los prototipos finales, es decir, los que mediante nuestra perspectiva como diseñadores, consideramos son los más apropiados, es conveniente realizar evaluaciones que validen nuestras decisiones.

## 3.6. Evaluación

Básicamente existen dos formas de evaluar nuestras aplicaciones: una forma depende directamente del usuario y la segunda no. La razón es que la primera se efectúa con el usuario y la segunda sin él.

Entre algunos de los métodos de inspección que no requieren al usuario podemos mencionar: la evaluación heurística, inspecciones de consistencia y el método cognitivo.

El trabajo realizado por Scapin y Bastien presenta un método basado en un conjunto de heurísticas cuyo refinamiento concluye en una serie de criterios usados para evaluar la calidad de la usabilidad de sistemas interactivos multimedia.

### 3.6.1. Criterios de Usabilidad

Las interfaces son un elemento clave en el desarrollo de un sistema ya que, pueden resultar confusas para el usuario y limitar su uso. El propósito principal de una interfaz es permitir a los usuarios trabajar en un propio propicio procurando hacer "transparente" la interfaz. Cuando una interfaz cumple estos objetivos se dice que es una interfaz **usable**.

Los criterios de usabilidad permiten identificar las características de una interfaz para calificar si es usable o no.

Dentro de los estudios para el establecimiento de criterios de usabilidad se destacan los propuestos en el área de **ergonomía**.<sup>2</sup>

Uno de los trabajos más reconocidos son los criterios ergonómicos [20], que se listan a continuación.

### 3.6.2. Criterios Ergonómicos

Los criterios ergonómicos están constituidos por veintiun criterios. A continuación se muestra una breve descripción de cada uno de ellos:

---

<sup>2</sup>La ergonomía tiene el propósito de garantizar la armonía entre el humano y los diferentes desarrollos de sistemas tecnológicos. La ergonomía cognitiva se enfoca al proceso mental, es decir, a la percepción, la memoria, el razonamiento y la respuesta motora. Dicho en otras palabras, la medida en que estos elementos afectan la interacción entre el humano y los componentes de un sistema

### 3.6 Evaluación

---

- **Guía.** Consisten de todos aquellos medios implementados para dirigir al usuario durante la interacción con la computadora.
  - **Incitación.** Son todos los medios que llevan a los usuarios a efectuar acciones específicas.
  - **Agrupamiento.** Se refiere relación de los elementos desplegados de acuerdo a la organización visual.
  - **Retroalimentación.** Se refiere a la respuesta inmediata que provee el sistema a las acciones del usuario.
  - **Legibilidad.** Se refiere a los aspectos visuales que permitan realizar una lectura fácil de la información.
- **Carga de Trabajo.** Se refiere a los aspectos que controlan la cantidad de información para no causar una carga de trabajo mental excesiva.
  - **Brevedad.** Se refiere a la carga mental que ocasionan las entradas.
  - **Densidad de información.** Se refiere a la carga de trabajo perceptiva ocasionada por el conjunto de información y elementos individuales presentados al usuario.
- **Control Explícito.** Se refiere a las características que permitan al usuario controlar la situación del sistema.
  - **Acciones explícitas del usuario.** Se refiere a que el sistema debe de realizar únicamente lo que el usuario pide.
  - **Control del usuario.** Se refiere a la facultad de control del usuario sobre cualquier tarea que ejecute el sistema.
- **Adaptabilidad.** Se refiere a la capacidades de un sistema que permitan soportar las necesidades particulares de los usuarios .
  - **Flexibilidad.** Se refiere a los medios que proporcione un sistema para la personalización del mismo.
  - **Experiencia del usuario.** Se refiere a los medios disponibles que consideren el nivel de experiencia del usuario.
- **Manejo de Errores.** Se refiere a los medios que permiten la prevención y el manejo de errores.
  - **Protección contra errores.** Se refiere a los medios que detecten posibles errores y los prevengan.
  - **Calidad de los mensajes de error.** Se refiere a que el contenido de los mensajes de error sean entendidos de forma clara en el usuario. El usuario debe ser capaz de entender el problema y poderlo arreglar a través del mensaje de error mostrado.
  - **Corrección de errores.** Si no fue posible evitar el error una vez que se cometió el sistema debe permitir corregirlo regresando al estado anterior.

- **Consistencia.** Se refiere a la conservación de las características visuales en contextos similares.
- **Significado de Códigos.** Se refiere a la relación entre los términos y los signos utilizados.
- **Compatibilidad.** Se refiere a la relación entre las características del usuario y las de la tarea.

Según [21], la evaluación heurística consiste de especialistas que definen principios conocidos por su validez no oficial como heurísticas. Una vez establecidos los principios proceden a evaluar con respecto a los mismos.

Por otra parte, las inspecciones de consistencia según [21] plantean la existencia de varios grupos de trabajo. Cada grupo se encarga de elaborar su propio desarrollo y su propia evaluación. Una vez que cada grupo haya concluido sus evaluaciones, se realiza una inspección que verifique la consistencia entre los trabajos obtenidos por cada grupo.

Finalmente el método cognitivo es uno de los más interesantes métodos de inspección. En él se simula el comportamiento del usuario con el fin de poder detectar los posibles problemas a los que se pueda enfrentar y la manera de resolverlos.

Las **pruebas con usuarios** son pruebas preparadas por los desarrolladores con el fin de validar los requisitos, el diseño y el desempeño del sistema. Cuando validamos los requisitos comprobamos si entendimos bien lo que el usuario quería y lo que necesitaba. En la validación del diseño comprobamos si el diseño propuesto fue el correcto, es decir, si es útil, apropiado, etc. Finalmente en la validación del desempeño comprobamos si el usuario trabaja mejor que antes de utilizar el sistema.

Las pruebas con usuario consisten de tres fases. La planeación es la primera fase y es en donde se establecen los aspectos que nos interesan validar, es aquí donde se establece nuestra hipótesis de usabilidad. La hipótesis de usabilidad representa el comportamiento que el usuario "debe" de ejecutar. También se establece la planeación de las tareas a efectuar y el instrumento que nos va a permitir medir la prueba. La ejecución de la prueba es la segunda fase y es aquí donde se lleva a cabo la prueba mediante un protocolo de bienvenida, un monitor <sup>3</sup>. En esta parte obtenemos como resultado un video por usuario. Por último el análisis de la prueba comprende la última fase y es en donde los diseñadores observan el video y califican los resultados obtenidos.

Con esto damos por concluido la parte de formalización para la interfaz humano computadora, por lo que a continuación hablaremos de la tercer rama que consiste en establecer un proceso de desarrollo de software.

---

<sup>3</sup>Un monitor es la persona que aplica la prueba al usuario. Para conseguir resultados más objetivos esta persona debe ser ajena al sistema.

### 3.7. Proceso de software

La ingeniería de software es una rama de la ingeniería cuya filosofía consiste en establecer un proceso a seguir para el desarrollo de software. Recordemos que un proceso es un conjunto ordenado de actividades necesarias para alcanzar una meta.

En la actualidad existe una variedad de procesos propuestos, sin embargo, a fin de resumir los puntos esenciales de los mismos haremos referencia a un estudio realizado por Ibarguengoitia y Oktaba [22] el cual analiza las características del proceso de software. El proceso de software está dividido en **fases** en cada fase se obtiene uno o más **productos**, estos productos son obtenidos por **actividades** (conjunto de **tareas**) realizadas por una **agente** (ya que puede ser una persona o una máquina) asignado a desarrollar dicha actividad, es decir con ese **Rol**. Dentro de las actividades existe una clasificación de las mismas en: actividades de producción, control (control del proceso o del producto), tecnología y comunicación.

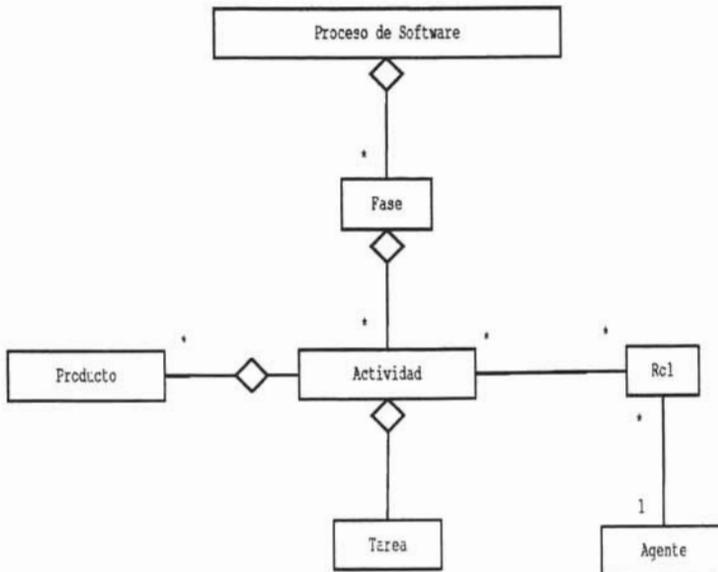


Figura 3.8: Proceso de Software.

Los componentes de un proceso son:

- Actividades, conjunto de tareas.
- Roles, conjunto de tareas asignadas a agentes.
- Tareas.
- Productos

- Agentes, personas o máquinas.
- Recursos.
- Flujo de trabajo: orden parcial de las actividades.
- Planeación.
- Retroalimentación.

### 3.7.1. Modelado de procesos

El modelado de procesos es la descripción de un proceso en términos de sus componentes y ayuda a:

- Entender el proceso.
- Mejorar su ejecución.
- Ejecutarlo.
- Diseñar y definir el proceso.
- Automatizar.
- Simulación.
- Entretenimiento.

Hoy en día existen herramientas de apoyo para el modelado de procesos como por ejemplo, Rational Rose, UML que es propiamente un lenguaje de modelado, entre otros. A continuación nos enfocaremos en caso particular de software: multimedia educativo.

### 3.7.2. MULTIMEDIA

El término multimedia se refiere a la integración de varios medios como son: texto, sonido, animaciones, video, entre otros, en una interfaz hombre-máquina, así que también es finalmente un software. Como un tipo específico software podríamos pensar en aplicar las mismas metodologías para el desarrollo de software que mencionábamos anteriormente, sin embargo, no es posible aplicarlas de manera tan directa. Los objetivos de la Ingeniería de software difieren de los objetivos que se buscan conseguir durante el diseño de multimedios, específicamente multimedios educativos; la ingeniería de Software busca proporcionar los procesos que permitan el desarrollo de sistemas robustos, eficientes, funcionales y sobre todo con menos costos en tiempo y esfuerzo; en cambio durante el diseño de un multimedia se busca transmitir información de la manera más adecuada.

En el trabajo presentado por Mendoza [23], presenta una metodología para el desarrollo de software educativo multimedia que surge de la experiencia en el desarrollo de este tipo de

### 3.7 Proceso de software

software en DGSCA (Dirección General de Servicios de Cómputo Académico) y las aportaciones del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) en particular del área de interfaz humano-computadora. Dicha metodología representa para nosotros una base para desarrollar nuestro propio caso de estudio, porque en ella se encuentran considerados los aspectos que nos interesan.

A continuación explicaremos en que consiste esta metodología. Básicamente el proceso de desarrollo está dividido en tres etapas: Preproducción, Producción y Posproducción. Con el fin de esclarecer su funcionamiento presentamos el diagrama correspondiente.

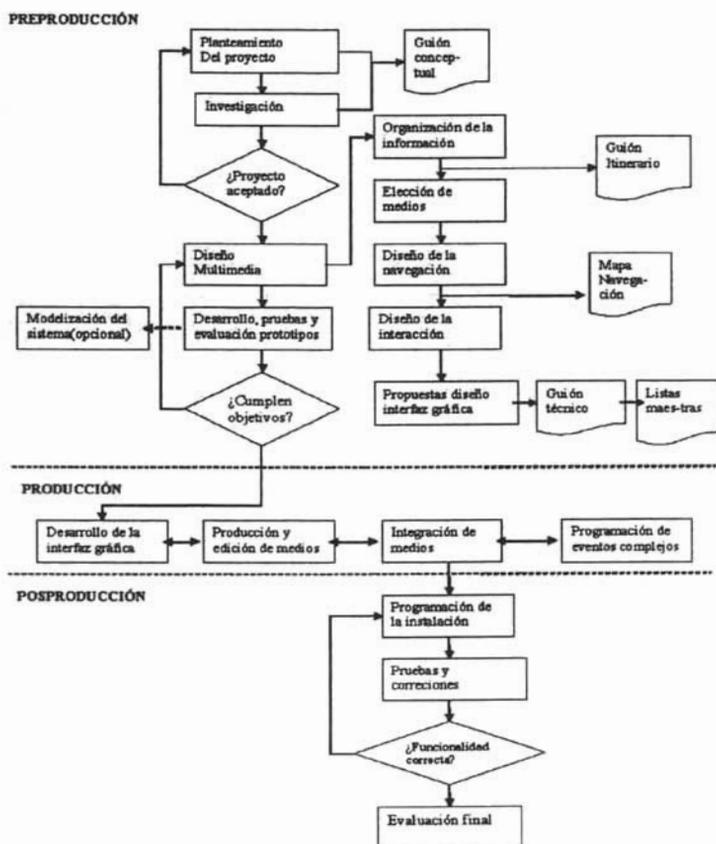


Figura 3.9: Diagrama de la metodología propuesta por Mendoza.

En lo que respecta al equipo de desarrollo, Mendoza propone en su metodología siete roles: el coordinador general, el guionista, el coordinador de diseño, el animador, el respon-

sable de digitalización y edición de medios, el coordinador de programación y finalmente el investigador. Cada actividad mencionada en su metodología es asignada también a uno o varios roles responsables.

Retomando la secuencia de la metodología, comenzaremos con la etapa de preproducción.

### PREPRODUCCIÓN

En la etapa de preproducción se define el proyecto, es decir, los objetivos del mismo, sus características, los recursos, el tiempo y costo. Es en esta etapa donde se obtienen varios productos claves durante todo el desarrollo, los cuales son enlistados a continuación: el Guión Conceptual, el Guión itinerario, el Mapa de Navegación, el Guión Técnico y las listas maestras. Esta etapa se divide en cinco tareas: Planteamiento del Proyecto, Investigación, Diseño Multimedia, Desarrollo, pruebas y evaluación de prototipos y Modelización del Sistema.

Durante el planteamiento del proyecto se estudia la factibilidad del mismo para asegurarse que es posible llevarlo a cabo. Una vez que se aprueba un proyecto se prosigue a definirlo, es decir, se esclarece el contenido (resultado de un proceso de investigación), el equipo de trabajo y, el tiempo y costo. Toda esta información se documenta en lo que se conoce como Guión conceptual. Este documento debe ser elaborado de manera que pueda ser comprendido por el cliente y todos los miembros del equipo de desarrollo, dicho documento es elaborado por el coordinador general y/o guionista con apoyo de los coordinadores de diseño y programación.

Es importante también durante esta tarea definir un plan de actividades para programar tiempos de todas las etapas, tareas y subtareas del desarrollo del multimedia. Durante la tarea de investigación se recopila toda la información existente que sea congruente con los objetivos que se tienen planteados.

La tarea de diseño multimedia se subdivide a su vez en cinco subtareas: la organización de la información, la elección de medios, el diseño de la navegación, el diseño de la interacción y propuestas de diseño para la interfaz gráfica. Es en el diseño multimedia donde se organiza la información definiendo aspectos referentes a cuales van a ser los medios que se van a usar, las facilidades y restricciones que podrá tener el usuario y la apariencia de las pantallas.

Durante la organización de la información se busca modularizar todo el multimedia a fin de reducir la complejidad del mismo y establecer los objetivos de cada bloque. Mendoza sugiere realizar dos tareas que nos ayuden a efectuar esta organización, la primera tarea consiste en analizar el contenido seleccionado con alumnos mediante entrevistas en donde se discuta el temario y la segunda tarea consiste en analizar los módulos en base a la experiencia docente y a teorías de la enseñanza ref. El documento que contiene esta información es conocido como Guión itinerario.

La elección de los medios requiere de una investigación del material visual y sonoro que

### 3.7 Proceso de software

---

nos permita conocer las ventajas y desventajas de los mismos y seleccionarlos en base a los objetivos que tenemos planteados.

Durante el diseño de la navegación se define como van a estar conectados los módulos, es decir, de que manera el usuario puede tener acceso a cada uno. El documento generado durante esta tarea es el mapa de navegación y consiste en una representación gráfica.

Durante el diseño de la interacción se especifica donde y en que momento el usuario tendrá el control dependiendo de lo que quiera hacer en un momento dado. Es aquí donde se decide que pasará en cada pantalla, cuales van a hacer los objetos que le permitirán al usuario hacer determinada acción. En general se busca proveer al usuario una interfaz que le sea clara, sencilla y fácil de usar.

Finalmente la última subtarea del diseño multimedia son las propuestas del diseño de la interfaz gráfica, en esta etapa se realizan los bosquejos del diseño visual del multimedia. Esta tarea es elaborada por los diseñadores gráficos y se basa en las habilidades artísticas de los mismos.

Como resultado de las subtarear del diseño multimedia se obtiene el guión técnico, el cual contiene la especificación de las pantallas; los medios que las componen, el tipo de medio, los controles para navegar, las características y la ubicación de los mismos. Por otro lado, las listas maestras también pueden ser obtenidas durante esta subtarea ya que contienen una descripción de los medios, pero más detallada, en ellas se incluyen datos como: nombre y formato, a qué sección pertenecen, fuente y descripción.

La tarea que sigue al diseño multimedia es el desarrollo de pruebas y evaluación de prototipos, esta tarea consiste de la implementación de un prototipo. Aquí se busca solidificar los análisis realizados en las tareas previas en una interfaz gráfica y así poder validar su funcionalidad y usabilidad, y verificar de esta manera nuestro prototipo probándola ante el cliente y el usuario final.

Por otro lado, como una tarea opcional se presenta la modelización del sistema. Esta modelización consiste en crear una "plantilla" de programación cuya estructura y sistema permita crear varios tipos de aplicaciones semejantes pero con distintos tipos de información. Estos modelos son útiles desde el punto de vista de la programación ya que permiten la reutilización del código.

Con esto damos por concluido las tareas que componen la etapa de la preproducción, continuando entonces con la producción del multimedia.

## PRODUCCIÓN

En la etapa de producción se prosigue a la creación de todos los medios que previamente tenemos especificados. Esta etapa consiste de cuatro tareas: desarrollo de la interfaz gráfica,

producción y edición de los medios, integración de los medios y programación de los eventos o interacciones complejas.

Durante el desarrollo de la interfaz gráfica son creados todos los elementos que componen cada una de las pantallas, tales como: botones, fondos, etc. La siguiente tarea es la de la producción y edición de los medios. Esta tarea consiste de digitalizar y editar todos los medios, auxiliándose del contenido de las listas maestras.

Continuando con la secuencia mencionada toca el turno a la tarea de integración de los medios, en la cual como su nombre lo indica se lleva a cabo la labor de integración durante la programación, tomando como referencia el guión técnico y el mapa de navegación. Algunos tipos de multimedios requieren una programación no trivial por lo que esta tarea está considerada también en la metodología como una tarea.

Es importante mencionar que cada una de las tareas que componen la producción pueden realizarse simultáneamente y no como una secuencia de tareas. Con esto damos por concluido la etapa de producción y comenzaremos con la descripción de la postproducción.

### POST-PRODUCCIÓN

En esta etapa se esclarecen aspectos de instalación como la descripción de los requerimientos del multimedia y pruebas sobre el ambiente real, para de esta manera detectar posibles errores técnicos y corregirlos. Durante esta etapa se busca conseguir que el multimedia se instale de manera automática y funcione correctamente sobre la computadora del usuario.

Es así como concluimos con la descripción de la metodología para el desarrollo de software educativo multimedia.

#### 3.7.3. Discusión

A lo largo de este capítulo mostramos el panorama general del que consiste el área de interfaz humano-computadora, la necesidad de la misma y la situación actual en la que se encuentra. Sin embargo, podemos concluir que aún es un área que esta en proceso de desarrollo y aceptación entre la gente del medio.

La discrepancia entre los sistemas que se pretenden desarrollar representa un factor importante para la no existencia de una metodología única, en lugar de esto contamos con diferentes herramientas que nos ayudan a resolverlos mediante la elección de la más apropiada de acuerdo a nuestras necesidades.

Otro aspecto importante de señalar es que dada la difusión que actualmente tiene la Ingeniería de Software los intentos por integrar los análisis que requieren la elaboración de una interfaz de calidad en las metodologías propuestas representa un avance crucial para lograr

### 3.7 Proceso de software

---

su apertura y conocimiento, la metodología descrita en este capítulo para el desarrollo de software educativo multimedia es uno de los ejemplos.

Es así como hasta este punto hemos descrito por un lado una de las tecnologías para el desarrollo del contenido multimedia más actuales e innovadoras, y por otro lado las herramientas para desarrollar un sistema de calidad, por lo que continuaremos ahora con la descripción de nuestro caso de estudio.

Para concluir este capítulo mencionaremos que no existe aún un método o una técnica que nos permita asegurar que será la más eficiente, ya que cada situación es única. Alternativamente es común entre los desarrolladores escoger entre las técnicas y métodos los más apropiados a sus necesidades e inclusive elaborar sus propias técnicas y herramientas.

## Capítulo 4

# Caso de Estudio: Un sistema multimedia de un zoológico con la tecnología MPEG-4

### 4.1. Introducción

Durante el presente capítulo haremos una descripción de nuestro caso de estudio: un sistema multimedia de un zoológico, desarrollado a través de la metodología propuesta por Mendoza (capítulo 2) y utilizando una herramienta especializada basada en la tecnología MPEG-4 (capítulo 1).

La intención de nuestro caso de estudio fue experimentar con MPEG-4 mediante un multimedia interactivo considerando los principios básicos del diseño de multimedios, por esta razón, buscamos en primera instancia temas sencillos, poco extensos y sobretodo donde la obtención del material fuera viable. Es así como surge el tema del zoológico.

En cada una de las pantallas que conforman nuestro multimedia fueron incorporados los elementos que nos permitieran evaluar cada una de las características planteadas; integración y manejo de contenido, capacidad de interacción y sincronización.

En cuanto a la herramienta, después de una tarea de investigación y evaluación elegimos BroadcastStudio que es una propuesta elaborada por Envivio, que permite la creación de contenido multimedia interactivo con tecnología MPEG-4.

Continuaremos ahora a explicar las etapas que seguimos para el desarrollo del multimedia.

### 4.2. Preproducción

Recordemos que la primera etapa de la metodología para el desarrollo de software multimedia es la preproducción. Durante esta etapa establecimos los objetivos y alcances del

## 4.2 Preproducción

---

proyecto, generando los siguientes productos: el guión conceptual, el guión itinerario, el mapa de navegación, el guión técnico y finalmente las listas maestras.

### 4.2.1. Guión Conceptual

Nuestro proyecto consistió en desarrollar un sistema multimedia de un parque zoológico. Después de una discusión sobre la posibilidad de conseguir material que permitiera el desarrollo de nuestro multimedia, decidimos continuar con esta idea, ya que la obtención del mismo no resulta lejana a nuestras posibilidades. El proyecto fue titulado: "El Zoológico". Los objetivos que planteamos acerca de este multimedia están clasificados en dos aspectos:

- **Contenido.** Desde un principio teníamos claro que la elaboración de un multimedia requiere la colaboración de diversos profesionistas en su desarrollo, dado que nuestro objetivo no es realizar un multimedia profesional sino simplemente explorar las posibilidades de MPEG-4, limitamos el contenido con respecto a la cantidad de información así como también a la extensión del mismo.
- **Tecnología.** En vista de la diversidad de funcionalidades que nos proporciona MPEG-4 decidimos enfocarnos sólo en algunas características específicas pertenecientes a la capa de Sistemas; integración y manejo de elementos naturales y sintéticos, capacidad de interacción entre los elementos y sincronización de los elementos. Cabe señalarse, que analizar este aspecto es el objetivo de estudio del presente trabajo.

En lo que respecta a nuestro público, decidimos orientarlo al público infantil entre 9 y 11 años de edad. Los conceptos presentados en el multimedia son congruentes con el temario de educación primaria que presenta la secretaría de educación pública para los alumnos que ya hayan o estén cursado 5to año de primaria.

El programa pretende llevar al usuario bajo la metáfora de un zoológico, comenzando con una visión general del mismo y posteriormente proporcionando los medios que les permitan adentrarse a cada una de las zonas. Por esta razón el programa consiste de estas fases: visión general, recorrido y cuadro informativo. La visión general como su nombre lo indica presenta un panorama general de todo el zoológico, el recorrido permite realizar un recorrido breve por cada uno de las zonas y finalmente el cuadro informativo presenta una ficha técnica para cada uno de los animales que pertenecen al zoológico.

En cuanto a los requerimientos del sistema, por la cantidad de recursos que el programa consume durante su ejecución se sugiere que la máquina posea al menos 256 MB de memoria RAM. El multimedia requiere la plataforma windows, la instalación de un plug-in y uno de los siguientes reproductores de medios: RealOne, MediaPlayer o QuickTime.

El siguiente producto que generamos es el guión itinerario descrito a continuación.

### 4.2.2. Guión Itinerario

Los módulos que conforman el zoológico son tres: vista general, recorrido y cuadro informativo.

## Vista General

En este módulo pretendemos familiarizar al usuario con el parque zoológico mostrándole una panorámica general del mismo. La mayoría de los zoológicos agrupan a los animales de acuerdo a su hábitat, por lo que decidimos agruparlos bajo este criterio. Mediante este módulo pretendemos también mostrar algunas características de los ecosistemas como son la vegetación, clima y algunos de los animales que los habitan.

Durante nuestro proceso de investigación descubrimos que existen ocho hábitats en total, sin embargo, uno de nuestros principales objetivos menciona el interés por crear un multimedia representativo de la tecnología y no propiamente un multimedia profesional, es por ello que decidimos sólo considerar cuatro de los hábitats: sabana, tundra, bosque templado y marino.

De esta forma nuestro zoológico está seccionado por zonas de acuerdo a los hábitats que elegimos.

Por otro lado, con la intención de no extendernos en el contenido del multimedia decidimos también seleccionar sólo uno de los hábitats para su desarrollo: la sabana.

Paralelamente a este análisis decidimos establecer los medios para la realización de este módulo. Por un lado, una imagen de fondo para mostrar la segmentación del zoológico mediante un mapa, video para cada uno de los hábitats que elegimos y texto que sirviera de guía mientras se utiliza el multimedia.

De esta manera tenemos elementos sintéticos y naturales interactuando entre sí en un mismo escenario. Respecto a la interacción provista tenemos eventos del ratón y la modificación de atributos para objetos video e imágenes.

Las características de MPEG-4 que nos interesa evaluar son: integración de objetos y manejo de eventos.

## Recorrido

Este módulo tiene por objetivo internar al usuario dentro del ambiente del zoológico. La interacción se lleva a cabo mediante la sincronización de los elementos y la captura de eventos sobre el ratón. Tenemos entonces la explotación de las capacidades para el manejo de eventos, integración y sincronización de los objetos en un sólo escenario.

Este escenario reúne video, audio, imágenes y texto, el material que conforma este módulo son en su mayoría videos con grabaciones del recorrido por el zoológico; uno introductorio y los demás por cada animal.

## 4.2 Preproducción

---

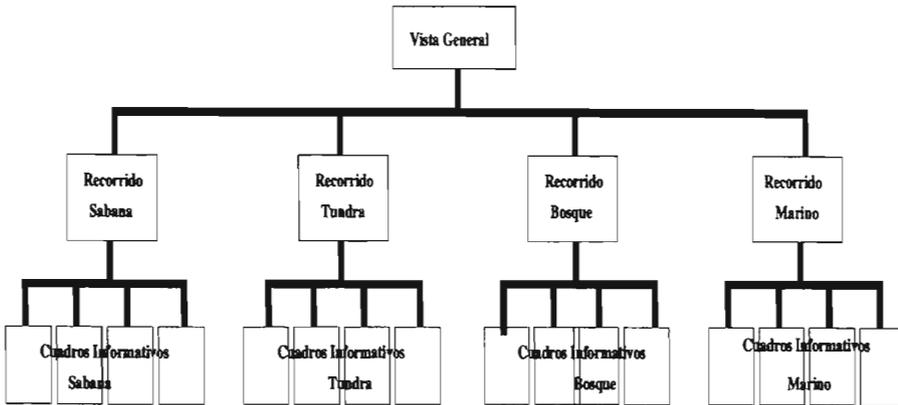


Figura 4.1: Mapa de Navegación.

### Cuadro Informativo

Este módulo es el más específico, porque en él se mostrará la información de cada uno de los animales. Tiene por objetivo enseñar algunas de las características de los animales y ejemplificar ciertas características de MPEG-4 (composición de escena y manejo de eventos sobre el video).

Como se dijo antes, sólo se desarrollo el habitat para la sabana, pero también es importante mencionar la elección de sus animales más representativos (elefante, jirafa y león) a fin de simplificar el contenido. En lo que respecta al cuadro informativo incluimos el nombre, la alimentación (hervívoro, carnívoro y omnívoro), el tipo de reproducción (vivíparo u ovíparo), la ubicación (continente) y el habitat al que pertenecen. Esta información fue seleccionada con base en la revisión del programa de educación pública.

Para este módulo pretendemos mezclar imágenes con videos y los elementos que permitan realizar un control sobre el video mostrado.

De esta manera concluimos con la descripción de los módulos que conforman nuestro multimedia.

La imagen mostrada a continuación es el resultado del análisis de la navegabilidad del multimedia.

El mapa de navegación 4.1 muestra la congruencia entre el sentido de los módulos y la manera de navegar entre ellos. En la parte superior se encuentra la pantalla de la vista general. Desde ese punto podemos llegar a las pantallas de recorrido de cada uno de los habitats, pero no directamente a los cuadros informativos. Desde las pantallas de recorrido podemos regresar la visión general o pasar al cuadro informativo de cualquiera de los animales que pertenezcan a ese habitat. Finalmente, desde el cuadro informativo podemos regresar a la

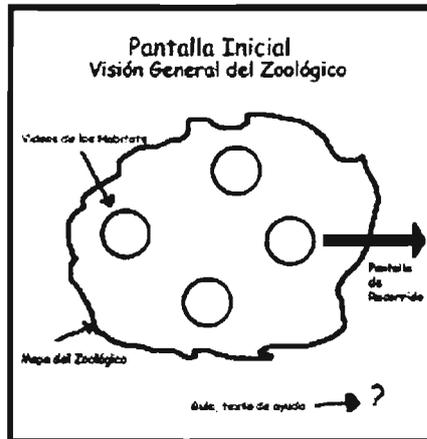


Figura 4.2: Pantalla Inicial.

pantalla de recorrido pero no hasta la pantalla visión general.

Continuaremos ahora con el resultado del análisis del diseño de la interacción descrito en el siguiente guión técnico.

### 4.2.3. Guión Técnico

Nuestro prototipo está formado por tres pantallas que corresponden a las tres fases que hemos venido mencionando durante este Capítulo. Para todas las pantallas consideramos los criterios ergonómicos (véase Cap2), pero también hicimos algunas consideraciones extra de acuerdo a nuestro público: la información presentada es breve y se simplificaron los medios para navegar.

La pantalla inicial 4.2 se encarga de mostrar una vista general del zoológico, esta vista está dividida en cuatro zonas de acuerdo a los habitats (sabana, tundra, bosque templado y marino). En cada una de las zonas se reproducirá el video respectivo del habitat y contendrá una guía en forma de texto que le informará al usuario cómo puede reproducir los videos presentados. Para pasar a la siguiente pantalla será necesario dar clic sobre uno de los videos, en nuestro caso sólo se implementará en el video de la sabana.

Una vez que se le da clic en el video nos muestra la pantalla de recorrido 4.3 del zoológico. Esta pantalla se compone de un video de introducción y tres iconos para observar cada uno de los videos del animal que el icono represente, además de un botón que permita regresar a la pantalla anterior.

Mientras se observa el video del animal seleccionado se mostrará un elemento de ayuda

## 4.2 Producción

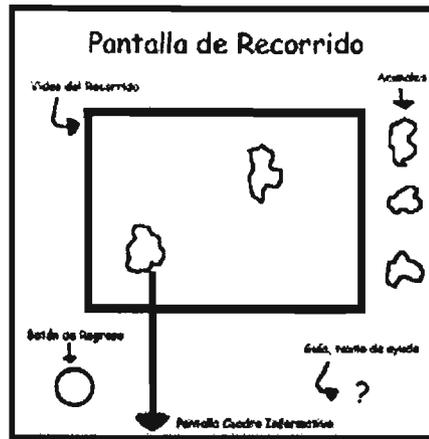


Figura 4.3: Pantalla Recorrido.

que informe la posibilidad de dar clic sobre el animal dentro de video para de esta manera mostrar el cuadro informativo siendo ésta la siguiente pantalla.

La pantalla del cuadro informativo 4.4 presenta varios videos y los controles para manejarlos (comenzar reproducción, detener, pausar y modificar el tamaño), de lado derecho presenta la ficha del animal (Nombre del animal, reino, reproducción, alimentación y continente), un botón para regresar a la pantalla anterior y un texto que desempeña la función de guía y/o ayuda.

Es así como terminamos la descripción de nuestro prototipo, por lo que a continuación haremos una descripción del material que utilizamos para su creación.

### 4.2.4. Listas Maestras

De esta forma proseguimos a establecer la lista del material necesario para la elaboración de nuestro multimedia. Para la lista clasificamos el material de acuerdo a su tipo; texto, imágenes, videos, etc. Tenemos entonces una tabla por cada tipo de material, en cada tabla encontramos el nombre, la sección y una breve descripción de cada material. De esta manera identificamos cada material dentro nuestro multimedia. Véase apéndice A.

Con las listas obtuvimos una idea clara del material que se debía elaborar para el desarrollo del multimedia. Cabe señalarse el trabajo realizado por Ana Libia Eslava Cervantes quien elaboró el diseño gráfico del material utilizado.

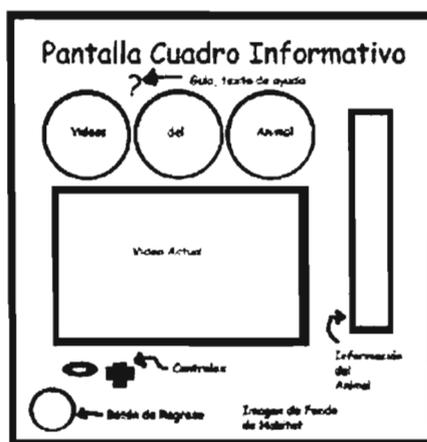


Figura 4.4: Cuadro Informativo.

### 4.3. Producción

Ese así como llegamos a la etapa de producción del prototipo. Para la implementación, nos dimos a la tarea de encontrar una herramienta que nos brindara las funcionalidades necesarias para llevar a cabo nuestro proyecto. Como mencionamos en el capítulo 1, MPEG-4 es un estándar que se encuentra en pleno desarrollo y existen pocas herramientas que implementen las características de interacción que nos interesan.

Sin embargo, entre las herramientas rescatables encontramos la propuesta elaborada por Envivio.

#### 4.3.1. Envivio

Envivio es una compañía Brasileña dedicada al desarrollo de herramientas basadas en el estándar MPEG-4 vease [24]. Su trabajo abarca tanto la parte de hardware como de software. En términos generales sus herramientas tienen como objetivo soportar la creación, distribución y reproducción del contenido MPEG-4. Conforme las partes que integran MPEG-4 enlistaremos las herramientas desarrolladas por esta compañía:

- **Parte Visual y Audio**
  - **Codificadores.** Codificadores para tiempo real y diferido. Los algoritmos implementados corresponden a los niveles: AVC (Advanced Video Coding) en los perfiles principal y línea base, SP (Simple Profile) y Advanced Simple.

## 4.3 Producción

---

- **Decodificadores.** Decodificador en términos del medio de transporte y un plug-in para pc's, tv digitales, entre otros artefactos. En lo que respecta al audio cuenta con una implementación del nivel HE-AAC (High Efficiency Advanced Audio Coding).

### ■ Transporte

Como recordaremos la capa de transporte no es especificada dentro del estándar, sin embargo, Envivio provee una implementación de un mecanismo que permita la transferencia de datos codificados bajo MPEG-4, bajo el protocolo TCP/IP.

- **Difusión.** Consiste de un producto plug-and-play que almacena y permite la difusión sobre redes IP.
- **Servidores.** Un servidor para el flujo de datos bajo IPTV<sup>1</sup> y un servidor para el manejo y difusión de contenido interactivo a través de redes IP.
- **TV-IP.** Un producto que funciona como intermediario entre las redes IP y la televisión comercial.

### ■ Gráficos

- **Gráficos en 2D.** Los codificadores integrados en Envivio soportan el perfil simple de esta categoría.

### ■ Sistemas

- **Creadores de contenido.** Broadcast Studio es un software elaborado para la creación de contenido MPEG-4 interactivo. Además de contar con implementaciones de los diferentes *codecs* mencionados anteriormente, en particular en esta herramienta proporciona una codificación para BIFS.
- **Descripción de Escena.** Por las funcionalidades que provee la herramienta de Broadcast Studio, podemos decir que presenta un perfil correspondiente al conocido como Completo en 2D.

De todas las herramientas que provee Envivio, Broadcast Studio es la herramienta que por sus características cumple las expectativas de experimentación que requeríamos, por esta razón seleccionamos esta herramienta.

### Broadcast Envivio

Broadcast Envivio es un software desarrollado con Java, que permite la creación de aplicaciones con contenido interactivo. Presenta tres fases para la creación de un archivo mp4; la primera es la parte en la que se compone la escena, la segunda permite la codificación de los elementos y la tercera fase permite generar el archivo final.

---

<sup>1</sup> IPTV. Es un protocolo que habilita servicios de televisión digital bajo redes de banda ancha basadas en IP.

Durante la primer fase, es decir, durante la composición de la escena tenemos la opción de crear, editar y eliminar los objetos que conformen la escena. Esta herramienta maneja los siguientes tipos de objetos:

- **Imágen:** este objeto posee propiedades para modificar sus atributos (opacidad,tamaño, posición, archivo asociado, entre otros).
- **Video:** este objeto almacena contenido de video permite modificar los atributos para el video, tales como, posición, tamaño, visibilidad.
- **Audio:** este objeto posee propiedades para modificar los atributos de audio asociado, por ejemplo, volumen, audibilidad, etc.
- **Película:** este objeto reúne dos tipos de contenido uno para el video y otro para el audio. Posee propiedades que permiten modificar los atributos para el audio y video, tales como, posición, tamaño, visibilidad y volumen respectivamente.
- **Película en línea:** Este objeto a diferencia del objeto Película permite el manejo de una mayor cantidad de eventos.
- **Texto:** este objeto almacena sólo texto y permite modificar la fuente (toma las fuentes que existan en la máquina instalada), el tamaño, la posición, etc.
- **MP4 remoto:** este objeto puede asociar cualquier archivo que haya sido generado con alguna de las herramientas de MPEG-4.
- **Script:** es un objeto especial que permite programar una interacción más compleja, el lenguaje de programación que utiliza es conocido como EBScript. EBScript no es más que una derivación del estándar ECMA [25] al igual que Javascript por lo que su programación es muy similar.

Cada objeto define el tipo de datos que almacena, así como también las propiedades y los eventos que puede manejar.

Las animaciones 2D forman parte de los objetos sintéticos que pueden agregarse en una escena.

La siguiente tabla muestra los tipos de objetos y los eventos que pueden capturarse.

### 4.3 Producción

---

Acción	Audio	Video	Imagen	Pel- cula	Pel- cula- línea	MP4	Ani- ma- ción- 2D	Texto
Silencio	X	-	-	X	X	-	-	-
Mostrar	-	X	X	X	X	X	X	X
Ocultar	-	X	X	X	X	X	X	X
Mover a	-	X	X	X	X	X	X	X
Cambiar Tamaño	-	X	X	X	X	X	X	-
Reproducir	-	-	-	-	X	-	-	-
Pausar	-	-	-	-	X	-	-	-
Detener	-	-	-	-	X	-	-	-
Establecer Texto	-	-	-	-	-	-	-	X
Establecer URL	-	-	-	-	X	X	-	-

Tabla 1. Eventos del ratón.

Los eventos con respecto al ratón que se pueden capturar son: click, entered, exited, drag, moved, pressed, released.

El objeto script no maneja ningún evento. Dentro de estos objetos pueden definirse funciones, las funciones: **initialize** y **ondefault** son ejecutadas primero en el orden mencionado cuando se ejecuta un script. Los objetos script pueden recibir el número de parámetros necesarios así como también del tipo que se requiera.

Las variables y funciones globales también existen dentro de la herramienta y al igual que los objetos script contienen las funciones initialize y ondefault. Los tipos de variables pueden ser enteros, cadenas, flotantes, arreglos, objetos, media (imágenes), arreglos de imágenes, posición, tamaño, timers, entre otros.

Las variables de tipo timer son muy útiles para la programación. Estas variables como su nombre lo indica son relojes y tienen un tiempo de duración que indica durante cuanto tiempo permanecerán ejecutandose, mientras se ejecutan es posible indicarle que ejecute ciertas instrucciones, por ejemplo, las de una función en particular, también tienen una opción para repetir el ciclo o realizar alguna instrucción al termino del mismo.

Es importante mencionar el concepto de capa dentro de esta herramienta ya que resulta muy útil durante el desarrollo de cualquier aplicación. Todos los objetos tienen un atributo conocido como capa, este atributo permite hacer visible u ocultar los objetos en un determinado momento cambiando al objeto de una capa a otra. Las capas son identificadas por un número entero, y mientras menor sea el número los objetos aparecen más adelante.

Otro aspecto importante dentro de la herramienta es el factor tiempo, existe una línea del tiempo en donde aparece el tiempo de vida de un objeto dentro de la aplicación (aplica a todos los objetos, excepto el script), es muy útil para las animaciones.

Dentro del manejo de eventos es posible una vez que se captura un evento enviar un mensaje a otro de los objetos de escena para modificar alguna de sus propiedades o ejecutar alguno de los objetos script.

Tipo de datos que recibe video:

- AVI(DV, 24 bits), MOV, MPEG-4.
- Audio AIFC, AIFF, AU, archivos descomprimidos con formato WAV, PCM y MP3.
- Gráficos en 2D e imágenes con formato bmp, flashpix, gif, jfif/jpeg, MacPaint, pngt, png, quickdraw, targa, tiff, gráficos animados gif, flash de macromedia textos y gráficos.

La siguiente fase es la codificación de los objetos. Para cada uno de los objetos Broadcast provee los codificadores correspondientes, al igual que lo sugiere el estándar. Para video implementa el perfil avanzado simple con cinco niveles. Este perfil es el más optimizado del estándar, porque permite la reproducción del contenido en más variedades de ambientes, es decir, soporta un rango amplio de bit rate.

Para audio implementa una el estándar AAC. En la actualidad existen dos formas para la codificación de audio; la primera consiste en eliminar los sonidos que son irrelevantes o no percibidos y la segunda consiste en eliminar las redundancias. AAC implementa las dos formas por lo que alcanza una codificación eficiente, disminuyendo el bit rate hasta 64kb/s o menos en sonido estéreo.

Para texturas utiliza los algoritmos de JPEG. La resolución va de 176x144 pixeles a 720x480/576 pixeles en un incremento de dos pixeles horizontal.

En caso de que se pretenda distribuir la aplicación por la red existen un conjunto de valores establecidos que establecen el bit rate para cada uno de los objetos dependiendo del tipo red (modem 56, ISDN, T1, etc), sin embargo estos valores pueden modificarse. En caso de tratarse de una aplicación local existen parámetros para CD-ROM 60, 120 y 180 minutos.

Con esto damos por concluida nuestra breve reseña de Envivio y las herramientas que lo conforman, mostrando que dentro de las opciones del mercado Broadcast Envivio es la que nos brinda las posibilidades para experimentar en el campo de la interacción.

Una vez terminada la implementación de nuestro prototipo utilizando la herramienta de Broadcast Envivio, nos dimos a la tarea de evaluar el trabajo realizado. De esas evaluaciones hablaremos durante el siguiente capítulo.



# Capítulo 5

## Pruebas y Resultados

### 5.1. Introducción

Durante el presente capítulo explicaremos las evaluaciones que aplicamos al prototipo de "El Zoológico". Estas evaluaciones fueron clasificadas en dos: una para la evaluación de la parte tecnológica y otra para la evaluación del diseño de la interfaz.

### 5.2. Evaluación Tecnológica

#### 5.2.1. Proceso de Evaluación

Previo a la evaluación, recordemos que durante el diseño de nuestro prototipo establecimos entre otras cosas las características específicas que nos interesaba enfatizar en cada una de las pantallas: integración de objetos, manejo de eventos, sincronización de objetos y composición de escena. Es con base en estos criterios que procedemos a evaluar y a explicar los resultados obtenidos, los cuales, están en función de la herramienta utilizada, a saber: Envivio.

Proseguiremos entonces a explicar por cada pantalla los resultados obtenidos y al final un resumen global de las ventajas y desventajas encontradas.

#### 5.2.2. Pantalla Visión General

Para esta pantalla las características a evaluar son: integración de objetos y manejo de eventos.

En lo que respecta a la integración de objetos ésta nos resultó muy sencilla, debido a que la fase de composición que provee Envivio es orientada a objetos, de esta forma permite la creación, eliminación y edición de objetos como entes independientes sin importar el tipo de dato que almacene, pero que a su vez conforman un sólo objeto completo. Para esta pantalla integramos cuatro objetos de video ( objetos naturales), una imagen (objeto sintéticos ) y

## 5.2 Evaluación Tecnológica

---

un texto.

Es importante mencionar que todas las imágenes que contienen transparencia tienen formato “png”, ya que es el único formato en el que, una vez codificados los objetos Envivio respeta las transparencias.

Por otra parte, en lo que respecta al manejo de eventos, cada objeto contiene una serie de eventos que pueden ser capturados y manejados de forma independiente, por lo que al igual que la integración, el manejo de dichos eventos resulta sencilla y clara.

La idea original para esta pantalla no incluía sincronización de objetos, sin embargo, durante las primeras pruebas del archivo mp4 que Envivio genera notamos que todos los objetos “video” mostraban un cuadro oscuro en lugar del video seleccionado. Es por esta razón que agregamos una función cuyo objetivo era reproducir un pedazo de cada video para que apareciera una parte del video en cada uno de los objetos, en lugar del fondo negro.

Durante la ejecución final del multimedia notamos varias incongruencias para esta pantalla: en ocasiones no se ejecuta correctamente el “timer” que nos permitió programar el efecto para que se vayan ejecutando los pedazos de cada video, lo que provoca que se muestre el fondo negro en lugar de los videos correspondientes.

### 5.2.3. Pantalla de Recorrido

Para esta pantalla las características a evaluar son: manejo de eventos, integración y sincronización de objetos.

En esta pantalla integramos cuatro objetos “video”, doce objetos “imagen” y cuatro objetos “texto”. Esta integración se llevó de manera exitosa tanto en la parte de desarrollo como en las pruebas sobre el producto final.

En lo que respecta a la sincronización para implementar los diferentes efectos que se presentan en esta pantalla (por ejemplo, el efecto de hacer sensitiva una parte del video) recurrimos en varias ocasiones a utilizar los objetos “timers” mediante los “scripts” que permiten la programación de la sincronización, sin embargo, encontramos varios detalles al respecto. Cada que se despliega cada uno de los videos se ejecuta también un “timer” que después de cierto tiempo muestra un texto de ayuda y después lo oculta. Como el efecto es el mismo para todos los videos, probamos con una función que hiciera lo que necesitábamos y recibiera los diferentes parámetros con el fin de reutilizarla. Sin embargo, debido a que puede darse el caso de que antes de que termine su ejecución den clic en otro video y se vuelva a ejecutar el script, necesitábamos revisar primero si ya se estaba ejecutando el timer. Para resolverlo consultamos el manual y encontramos una función que cubría nuestra necesidad, sin embargo, al probarla nos dimos cuenta de que no funcionaba. Por esta razón nos vimos en la necesidad de utilizar variables globales.

El manejo de eventos en esta pantalla se conforma por eventos clic y del cursor del ratón. Entre pantalla y pantalla establecimos distintas capas que nos permitieron mostrar y ocultar los objetos según fuese conveniente, esto como consecuencia de que al tratar de modificar el atributo visible después de capturar el evento clic, este atributo no se modificaba. Es así como la primera ventana pertenece a la capa con mayor profundidad y la última pantalla pertenece a la capa con menor profundidad.

### 5.2.4. Pantalla de Información

Las características a evaluar son: composición de escena y manejo de eventos sobre el video.

Los componentes para esta pantalla se conforman por videos y controles que permiten reproducir, detener, pausar y hacer un zoom sobre el video seleccionado. Al igual que en las pantallas anteriores la composición de escena es muy sencilla porque se crean los objetos y luego sólo se modifican sus propiedades hasta obtener la vista deseada. Existe una variedad tanto para los atributos como para los eventos que pueden ser capturados, lo que ayuda a componer la escena fácilmente. Cabe señalarse que la existencia de las capas nos ayudaron a proveer el efecto de darle forma al video.

Para cada video utilizamos un objeto video en línea, pese a que era más eficiente utilizar sólo un objeto y luego cambiar dinámicamente el video vinculado no lo pudimos llevar a cabo de esa manera porque hasta la versión 6.0 de Envivio no es posible realizarlo. Esta facultad sólo se puede realizar sobre imágenes y audio.

Al igual que en la pantalla de visión general, en la idea original para esta pantalla no se incluyó ninguna evaluación para la sincronización de objetos, pero debido a que incluimos varios videos para esta pantalla tuvimos también que incorporar “timers” y como resultado de las pruebas realizadas obtuvimos también problemas durante la reproducción.

El manejo de eventos para esta pantalla se puntualiza en la manipulación del video, con los controles incorporados modificamos de manera dinámica el estado del mismo. Este manejo de eventos se llevo a cabo de manera exitosa y no presento ningún problema durante su implementación ni tampoco durante su reproducción.

### 5.2.5. Ventajas y Desventajas

A continuación mostramos tablas que concentran los resultados obtenidos para cada uno de los aspectos evaluados.

## 5.2 Evaluación Tecnológica

---

<b>Manejo de Eventos</b>	
<b>Positivas</b>	<b>Negativas</b>
Eventos por objeto	Fallas internas para la modificación dinámica de atributos.
Variedad de eventos capturables	Limitaciones para la modificación dinámica de atributos.
Implementación sencilla	

<b>Integración de Objetos</b>	
<b>Positivas</b>	<b>Negativas</b>
Elementos como objetos	Restricciones para el tipo de contenido.
Independencia del tipo de contenido	Fallas en la codificación para determinados formatos.

<b>Sincronización de Objetos</b>	
<b>Positivas</b>	<b>Negativas</b>
Objetos específicos para proveer sincronización	Inconsistencia durante la ejecución
	Faltan mecanismos para el control de la sincronización.

<b>Composición de Escena</b>	
<b>Positivas</b>	<b>Negativas</b>
Elementos como objetos	
Variedad de atributos modificables	
Variedad de eventos capturables	
Objetos específicos para proveer interacción compleja	
Nunca se vieron alteradas las características incorporadas en el producto final	

En cuanto a observaciones realizadas sobre el funcionamiento de Envivo encontramos las siguientes ventajas y desventajas.

Envivio	
Positivas	Negativas
Utiliza los últimos algoritmos para la codificación	Consume muchos recursos.
Sistema para la identificación de errores durante la programación	Restricciones sobre el atributo texto.
Reproductor interno	Limitaciones sobre la manipulación del icono del mouse.

Es importante mencionar que mientras probabamos el comportamiento del multimedia por los diferentes reproductores para los cuales existe un conector, notamos que en particular cuando utilizamos Windows Media Player el icono del mouse no cambia aún cuando el objeto sobre el que pasa es sensible.

### Comparación tamaño original vs final

La proporción del tamaño final del archivo codificado con respecto al tamaño original que ocupaba en conjunto los elementos del multimedia es de 12%, es decir el tamaño se redujo 12 veces el tamaño original.

En conjunto el tamaño del multimedia ascendió a la cantidad aproximada de 1.5GB y el tamaño del archivo resultante es de 219MB.

#### Nota

Todos los videos que se incorporaron el multimedia tienen formato avi.

Tamaño original	Tamaño codificado
1.5 GB	219 MB

### 5.3. Evaluación de la interfaz

La prueba efectuada a nuestro multimedia se llevó a cabo en un laboratorio adaptado que se encuentra en el CCADET (Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico). Para la prueba se requiere de una persona que se conoce como “monitor” y es quien acompaña a los usuarios mientras se efectúa la prueba. Se sugiere que esta persona sea totalmente ajena a la aplicación para que no interfiera en los resultados mientras ésta se aplica. El laboratorio tiene la capacidad de permitirnos grabar y comunicarnos con el monitor mientras se efectúa la prueba, sin que el usuario lo perciba.

La prueba consiste de una breve introducción en donde se le informa al usuario el motivo por el que está ahí y en que consiste el multimedia. Luego se prosigue a pedirle que llene el cuestionario de perfil del usuario (con el fin de conocer las características de los usuarios) una vez terminado el cuestionario se comienza a trabajar con el multimedia, es decir, se le pide al usuario que realice una secuencia de tareas y finalmente el usuario llena el cuestionario de

## 5.3 Evaluación de la interfaz

---

usabilidad (con el fin de evaluar la usabilidad del multimedia).

Nuestro usuario-tipo debía tener las siguientes características:

- Estar cursando 5to o 6to año de nivel primaria. Esto debido a los conceptos presentados en el multimedia.
- Debía estar familiarizado con una computadora, conocer el funcionamiento del ratón básicamente.
- Conocer los controles para el manejo de video: reproducir, detener, pausar y acercar.

Para la evaluación de nuestro prototipo aplicamos la prueba a 4 niños. Con base en los cuestionarios de perfil que los niños llenaron obtuvimos la información siguiente:

- USUARIO1: Niña que cursa 6to año de nivel primaria, utiliza la computadora desde hace 2 años aproximadamente. La utiliza para hacer sus tareas escolares, no había utilizado con anterioridad un programa similar.
- USUARIO2: Niño que cursa 6to año de nivel primaria, utiliza la computadora desde hace 1 año, la utiliza con una frecuencia de 3 días por semana para elaborar sus tareas. No había utilizado con anterioridad un programa similar.
- USUARIO3: Niña que cursa 6to año de nivel primaria, nunca había utilizado con anterioridad una computadora.
- USUARIO4: Niña que cursa 5to año de nivel primaria, hace un mes comenzó a utilizar una computadora y la utiliza para escuchar música y elaborar sus tareas.

Como podemos observar el USUARIO1 y el USUARIO3 tienen características muy disgregadas, el primero lleva utilizando una computadora frecuentemente durante un período largo mientras que el segundo se enfrentaba por primera vez a tratar de utilizar una computadora.

Durante la prueba los niños efectuaron algunos ejercicios que representan un uso normal del multimedia. A continuación incluiremos las tareas que cada uno de los usuarios realizó.

### 5.3.1. Lista de tareas

**Suposición.** El multimedia ya se encuentra abierto.

- 0) Describe lo que vez en la pantalla.
- 1) Reproduce el video del habitat: Marino.
- 2) Reproduce el video del habitat: Bosque.
- 3) Reproduce el video del habitat: Tundra.

- 4) Reproduce el video del habitat: Sabana.
- 5) Entra a ver los animales de la sabana.
- 6) Describe lo que vez en la pantalla.
- 7) Elige la jirafa.
- 8) Describe lo que vez en la pantalla.
- 9) Elige al león.
- 10) Abre la pantalla de información del león.
- 11) Elige cualquiera de los videos.
- 12) Detén la reproducción del video.
- 13) Comienza con la reproducción del video.
- 14) Pausa la reproducción del video.
- 15) Comienza la reproducción del video.
- 16) Haz un zoom sobre el video.
- 17) Regresa el video a su tamaño original.
- 18) Regresa a la pantalla anterior (Recorrido).
- 19) Regresa a la pantalla del mapa del parque.

Una vez terminada la prueba los niños respondieron el siguiente cuestionario de usabilidad que consiste de nueve preguntas con dos opciones como respuesta (Si/No):

1. ¿Te gustaría volver a utilizar el programa?.
2. ¿Se te hizo difícil?.
3. ¿Te pareció que es fácil de usar?.
4. ¿Crees que necesitarás ayuda de tus papás o maestro para usarlo?.
5. ¿Crees que tus compañeros aprendan a usarlo rápido?.
6. ¿Te pareció aburrido?.
7. ¿Te sentiste contento mientras lo usabas?.
8. ¿Te faltaba aprender muchas cosas para poder usarlo?.
9. ¿Te sentiste seguro usándolo?.

### 5.3 Evaluación de la interfaz

Después de aplicada la prueba, con apoyo del video grabado hicimos un análisis con respecto a la manera en la que los usuarios resolvieron las tareas que se les presentaron durante la prueba.

TAREAS	USUARIOS			
	Usuario1	Usuario2	Usuario3	Usuario4
0	Si	Si	Si	Si
1	Si	Si	Si	Si
2	Si	Si	Si	Si
3	Si	Si	Si	Si
4	Si	Si	Si	Si
5	Si	Si	Si	Si
6	Si	Si	Si	Si
7	Si	Si	Si	Si
8	Si	Si	Si	Si
9	Si	Si	Si	Si
10	Si	Si	Si	Si
11	Si	Si	Si	Si
12	Si	Si	No	No
13	Si	Si	No	No
14	Si	Si	No	No
15	Si	Si	Si	Si
16	Si	Si	Si	Si
17	Si	Si	Si	Si
18	Si	Si	Si	Si
19	Si	Si	Si	Si

Figura 5.1: Resultados obtenidos en la ejecución de las tareas.

En la figura 5.1 tenemos que: en color rojo se encuentran sombreadas las tareas que más problemas presentaron, en color amarillo se encuentran las tareas que presentar problemas y en color azul las tareas con menor problema.

De la tabla 1 podemos focalizar nuestra atención en las tareas 10 y 16 que fueron las que presentaron problemas para su ejecución. La tarea 10 consistía en abrir la pantalla de información del león, para completar esta era necesario dar clic sobre el león que aparecía en el video. Como elementos guía mostramos un texto que indicaba como llevar acabo esta tarea, sin embargo, sólo el usuario1 leyó el texto y pudo completar la tarea. Para solucionar este problema pensamos conveniente la modificación de la apariencia del texto tanto en el color como en el lugar en que aparece.

Por otra parte, la tarea 16 no pudo ser completada por ninguno de los usuarios, esta tarea consistía en hacer un acercamiento sobre el video, para completar la tarea los usuarios debían oprimir el botón de zoom, identificado con una lupa en el centro, sin embargo, ninguno de los niños pudo relacionar el botón con la acción que éste desempeñaba. Este problema se debe a la falta de elementos guía, por lo que proponemos agregar textos tips en inglés tooltip text que se muestren cuando el cursor se coloque sobre el botón y que indiquen la función que el

botón realiza.

Los usuarios 3 y 4 presentaron problemas para completar las tareas 12,13 y 14, en general estas tareas se refieren a los videos y los controles: reproducir, detener y pausar respectivamente. Al igual que para la tarea 16 el problema se debió al diseño del prototipo, para solucionarlos proponemos aumentar los elementos guía, en este caso textos tips para cada uno de los botones.

La tarea 4 consistía en reproducir el video de la sabana de la pantalla visión general, el usuario3 no pudo completar la tarea en su primer intento debido a un problema de ejecución de nuestro prototipo (se mostraba un fondo negro en lugar de la imagen perteneciente al video respectivo). Para solucionarlo durante la prueba el monitor reinició el reproductor utilizado para ejecutar el prototipo.

La tarea 5 consistía en entrar a ver los animales de la sabana, esta tarea debía completarse dando un clic sobre ese video. Como recordaremos una de las características de nuestro usuario3 es que no había utilizado con anterioridad ninguna computadora por lo que desconocía el funcionamiento de los botones del ratón, para solucionar este problema el monitor le explico la manera en que el ratón es utilizado.

Con respecto al cuestionario de usabilidad mostramos en la siguiente imagen los resultados que obtuvimos. De la figura podemos observar que la pregunta número ocho, es la que presento menos respuestas positivas. La pregunta se refería a si los niños pensaban que necesitaban conocer más cosas para utilizar el prototipo, los usuarios que respondieron si fueron el usuario2 y el usuario3, como recordaremos el usuario3 nunca antes había utilizado una computadora, por lo que su respuesta tiene razones evidentes, sin embargo, no así para el usuario3. La pregunta 2 y 5 obtuvieron el 75 % de respuestas positivas, en la pregunta 2 se les preguntaba si les había parecido difícil el prototipo, el usuario 4 respondió que afirmativamente, este usuario es el más pequeño en edad (1 año menor) y en general tardó más tiempo en completar las tareas. En las preguntas restantes se obtuvieron respuestas afirmativas de todos los usuarios.

La figura 5.2 muestra los resultados obtenidos. Por cada pregunta (nueve preguntas en total) se muestran la suma en porcentaje de las respuestas positivas de los usuarios. En color azul mostramos las preguntas contestadas positivamente por todos los usuarios, en color amarillo se encuentran las preguntas en las que sólo un usuario contestó negativamente y finalmente en color rojo se encuentran las preguntas con menor respuestas positivas.

Como resultado de los cuestionarios de usabilidad obtuvimos en una escala del 0 al 10 un promedio general de 8.8, lo que nos indica que obtuvimos una calificación aprobatoria y buena por parte de los usuarios.

De esta manera concluimos el presente capítulo en donde presentamos las pruebas aplicadas a nuestro prototipo y los resultados obtenidos.

### 5.3 Evaluación de la interfaz

---

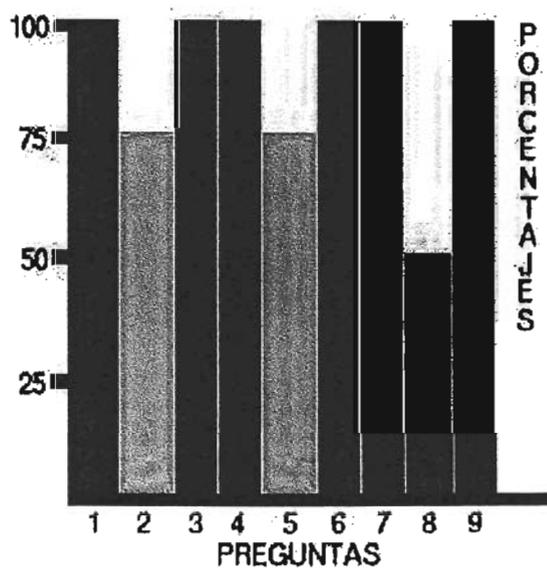


Figura 5.2: Resultados obtenidos de los cuestionarios.

# Capítulo 6

## Conclusiones

Basándonos en la investigación previa realizada y en las pruebas aplicadas alrededor del estándar MPEG-4, podemos concluir que aún se encuentra en fase de desarrollo y maduración. Sin embargo, la integración e independencia del tipo de contenido y el manejo de eventos son las características más elaboradas en la herramienta que utilizamos y con los resultados más convincentes.

Pese a que la herramienta utilizada tiene varios detalles en su implementación podemos rescatar el hecho de que nos permitió elaborar un multimedia que incorpora video interactivo, lo cual es una característica que hasta hoy no es posible llevar a cabo con otras alternativas. La fácil integración de los diferentes tipos de contenido es otra característica rescatable, porque representa la independencia del tipo de contenido sobre los medios incorporados y con ello la generalización.

En lo que respecta a la reproducción del multimedia sobre distintos medios de comunicación y ambientes, todavía no se cuenta con la infraestructura que soporte de manera adecuada la compresión de datos escalable, la sincronización de los mismos y la difusión del contenido.

Los medios para la interacción que la herramienta implementó del estándar representan un avance significativo con respecto a la visión que MPEG-4 propone ya que establece las funcionalidades básicas que proveen interacción sobre distintos medios, aunque ésta se encuentre aún en desarrollo y maduración para ciertos aspectos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las sesiones con usuarios y los cuestionarios de usabilidad aplicados, podemos concluir en primer instancia la actitud positiva de los niños para con el multimedia ya que mostraron entusiasmo al utilizarlo y todos se sintieron motivados en utilizarlo en otra ocasión, lo que nos fué muy grato observar.

En general, los problemas que tuvieron los niños para la correcta utilización del multimedia se debió a que no leían los textos que aparecían como guía mientras recorrían el zoológico. Para corregir este problema pensamos en la opción de cambiar de lugar el texto y presentarlo de una manera más vistosa para llamar la atención de los niños.

---

Otro problema generalizado se concentró en la pantalla de información para cada animal donde pretendíamos que los niños relacionaran la imagen del botón con la acción que este desempeñaba, sin embargo, esto no ocurrió así en la mayoría de los casos, por lo que concluimos hizo falta agregar más objetos guía; como por ejemplo pequeños textos con tips que indicaran la acción del botón o botones animados.

Pensar en poder generalizar sobre el diseño de nuestra interfaz es difícil de predecir, sin embargo con base en nuestra muestra podemos concluir que nuestro diseño obtuvo resultados positivos.

Así podemos concluir que los resultados obtenidos con respecto al diseño de la interfaz fueron aceptables y nos dejan claro la cantidad de trabajo que aún hace falta por desarrollar; por ejemplo, una extensión de nuestro proyecto que implemente todos los ecosistemas con sus respectivos animales que permita una ampliación del contenido presentado.

En términos generales podemos decir que el estándar considera los medios necesarios para la implementación de interfaces con niveles de interacción complejos, esto debido a la concepción de los medios como objetos independientes. Recordemos que, todo se centra en la implementación del objeto composición de escena, porque este objeto es el encargado de componer correctamente la escena y soportar la interacción que se presente durante la reproducción sin que se produzcan errores por los cambios de ambientes por los que los medios sean transmitidos. Sin embargo, este objeto es el que todavía requiere de una maduración que permita su correcto funcionamiento.

Nuestro trabajo se concentra en la creación de escenas multimedia en donde todos los elementos se encuentran almacenados en un sólo sitio y la reproducción del mismo se realiza de forma local, por lo que es un caso muy específico, a pesar de esto, podemos señalar que la interacción implementada para este multimedio no se encuentra en ningún aspecto limitada, porque durante el diseño del prototipo establecimos el comportamiento de mismo y pudimos llevarla acabo de manera completa. Aunque si bien los métodos para implementarlo en algunos casos no son los óptimos en términos de "buenas prácticas" de programación todas las funcionalidades diseñadas fueron implementadas.

Tomando como base el trabajo realizado en este proyecto de tesis, podemos concluir que las implementaciones actuales del estándar aún estan en fase de desarrollo para permitir la utilización de todas las capacidades que aporta el estándar y que aún queda mucho camino por recorrer para proveer una implementación completa del mismo.

Pensar en la clase de proyectos que se verían beneficiados por las características que hasta el momento nos proporciona MPEG-4, nos lleva a multimedios interactivos en el que los temas por su naturaleza sugieran la integración de video. Los métodos para integrar interacción son suficientes para proporcionar una interacción compleja, así que este aspecto sólo se vería limitado por la creatividad del desarrollador.

Actualmente existen ya en el mercado una cantidad considerable de herramientas que proponen nuevas implementaciones para cubrir las características de MPEG-4. Podemos mencionar incursiones tanto por medio de software como para hardware, por ejemplo en Envivio tenemos una gama de productos para efectuar la difusión del contenido MPEG-4, nuevas versiones de software para desarrollo de contenido, etc.

Desde mi particular punto de vista pienso que con los continuos avances de la tecnología y las necesidades emergentes será posible concebir una implementación que basada en MPEG-4 refleje las ventajas que MPEG-4 propone.



# Apéndice A

## Listas Maestras

- Lista de Textos

<b>NOMBRE</b>	<b>SECCIÓN</b>	<b>NOMBRE SECCIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
ayuda1	1	Pantalla Inicial	Texto de ayuda y/o guía para la utilización de la pantalla.
ayuda2	2	Pantalla Recorrido	Texto de ayuda y/o guía para la utilización de la pantalla.
ayudaLeon	3	Pantalla Recorrido	Texto de guía para el león.
ayudaJirafa	3	Pantalla Recorrido	Texto de guía para el jirafa.
ayudaElefante	3	Pantalla Recorrido	Texto de guía para el elefante.
ayuda3	3	Cuadro Informativo	Texto de ayuda y/o guía para la utilización de la pantalla.

- Lista de Imágenes

<b>NOMBRE</b>	<b>SECCIÓN</b>	<b>NOMBRE SECCIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
tooltipLeon.jpg	2	Pantalla Recorrido	Ayuda para mostrar el video del León.
tooltipJirafa.jpg	2	Pantalla Recorrido	Ayuda para mostrar el video de la Jirafa.
tooltipElefante.jpg	2	Pantalla Recorrido	Ayuda para mostrar el video del Elefante.
circulo.png	1	Pantalla Inicial	Aureola azul para los videos.
cuadro1.png	2	Pantalla Recorrido	Cuadro transparente para el elefante.
cuadro2.png	2	Pantalla Recorrido	Cuadro transparente para el león.
cuadro3.png	2	Pantalla Recorrido	Cuadro transparente para la jirafa.

- Lista de fondos

NOMBRE	SECCIÓN	NOMBRE SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
mapa_zoologico.png	1	Pantalla Inicial	Mapa del parque zoológico.
fondo.png	2	Pantalla Recorrido	Fondo de hojas verde con recuadro.
pantalla_elefante.png	3	Pantalla Recorrido	Cuadro informativo del elefante.
pantalla_jirafa.png	3	Pantalla Recorrido	Cuadro informativo de la jirafa.
pantalla_leon.png	3	Pantalla Recorrido	Cuadro informativo del león.

- Lista de Botones

NOMBRE	SECCIÓN	NOMBRE SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
regresol.jpg	2,3	Pantalla Recorrido y Pantalla Cuadro Informativo	Botón de regreso activo.
regreso2.jpg	2,3	Pantalla Recorrido y Pantalla Cuadro Informativo	Botón de regreso no activo.
iconoLeon.jpg	2	Pantalla Recorrido	Botón del león sentado.
iconoElefante.jpg	2	Pantalla Recorrido	Botón del elefante.
iconoJirafa.jpg	2	Pantalla Recorrido	Botón de la jirafa.
play1.jpg	3	Cuadro Informativo	Botón para reproducir el video activo.
play2.jpg	3	Cuadro Informativo	Botón para reproducir el video no activo.
stop1.jpg	3	Cuadro Informativo	Botón para detener el video activo.
stop2.jpg	3	Cuadro Informativo	Botón para detener el video no activo.
pausal1.jpg	3	Cuadro Informativo	Botón para pausar el video activo.
pausal2.jpg	3	Cuadro Informativo	Botón para pausar el video no activo.
zoom1.jpg	3	Cuadro Informativo	Botón para modificar el tamaño el video activo.
zoom2.jpg	3	Cuadro Informativo	Botón para modificar el tamaño el video no activo.

▪ Lista de Videos

NOMBRE	SECCIÓN	NOMBRE SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
tundra.avi	1	Pantalla Inicial	Video del habitat tundra.
sabana.avi	1	Pantalla Inicial	Video del habitat sabana.
bosque.avi	1	Pantalla Inicial	Video del habitat bosque.
marino.avi	1	Pantalla Inicial	Video del habitat marino.
recorrido.avi	2	Pantalla Recorrido	Video introductorio del recorrido.
recorrido_leon.avi	2	Pantalla Recorrido	Video del recorrido para el león.
recorrido_jirafa.avi	2	Pantalla Recorrido	Video del recorrido para la jirafa.
recorrido_elefante.avi	2	Pantalla Recorrido	Video del recorrido para el elefante.
leon1.avi	3	Cuadro Informativo	Video del león.
leon2.avi	3	Cuadro Informativo	Video del león.
leon3.avi	3	Cuadro Informativo	Video del león.
elefante1.avi	3	Cuadro Informativo	Video del elefante.
elefante2.avi	3	Cuadro Informativo	Video del elefante.
elefante3.avi	3	Cuadro Informativo	Video del elefante.
jirafa1.avi	3	Cuadro Informativo	Video de la jirafa.
jirafa2.avi	3	Cuadro Informativo	Video de la jirafa.
jirafa3.avi	3	Cuadro Informativo	Video de la jirafa.

▪ Lista de Audios

NOMBRE	SECCIÓN	NOMBRE SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
tundra.avi	1	Pantalla Inicial	Audio del habitat tundra.
sabana.avi	1	Pantalla Inicial	Audio del habitat sabana.
bosque.avi	1	Pantalla Inicial	Audio del habitat bosque.
marino.avi	1	Pantalla Inicial	Audio del habitat marino.
leon1.avi	3	Cuadro Informativo	Audio del león.
leon2.avi	3	Cuadro Informativo	Audio del león.
leon3.avi	3	Cuadro Informativo	Audio del león.
elefante1.avi	3	Cuadro Informativo	Audio del elefante.
elefante2.avi	3	Cuadro Informativo	Audio del elefante.
elefante3.avi	3	Cuadro Informativo	Audio del elefante.
jirafa1.avi	3	Cuadro Informativo	Audio de la jirafa.
jirafa2.avi	3	Cuadro Informativo	Audio de la jirafa.
jirafa3.avi	3	Cuadro Informativo	Audio de la jirafa.

## Apéndice B

### Diagrama de Navegación

Descripción de los estados:

- q0. Estado inicial, representa la pantalla que contiene la visión general del zoológico.
- q10. Este estado representa la visita al ecosistema de la sabana.
- q11. Este estado representa la visita al ecosistema de la tundra.
- q13. Este estado representa la visita al ecosistema de la bosque.
- q14. Este estado representa la visita al ecosistema de la mundo marino.
- q2. Este estado representa el recorrido por el zoológico en el área de la sabana.
- q30. Este estado representa la visita al león dentro del zoológico.
- q31. Este estado representa la visita la jirafa dentro del zoológico.
- q32. Este estado representa la visita al elefante dentro del zoológico.
- q40. Este estado representa la pantalla de información para el león.
- q41. Este estado representa la pantalla de información para la jirafa.
- q42. Este estado representa la pantalla de información para el elefante.

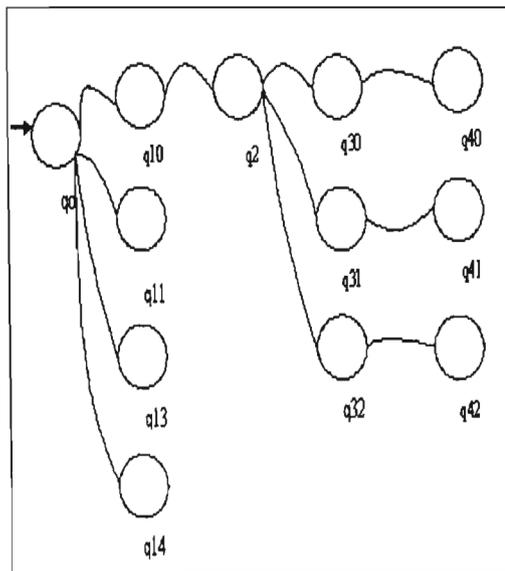


Figura B.1: Diagrama de Transición

# Bibliografía

- [1] [http://www.chiariglione.org/mpeg/who\\_we\\_are.htm](http://www.chiariglione.org/mpeg/who_we_are.htm)
- [2] <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-1/mpeg-1.htm>
- [3] <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-2/mpeg-2.htm>
- [4] MPEG-4 Jump-Start, Addison Wesley
- [5] <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-4/mpeg-4.htm>
- [6] [http://leonardo.telecomitalialab.com/paper/mpeg-4/#4\\_\\_MPEG\\_4\\_profiles](http://leonardo.telecomitalialab.com/paper/mpeg-4/#4__MPEG_4_profiles)
- [7] Artículo, *MPEG-4 The Media Standard*, MPEG-4 Industry Forum
- [8] <http://www.isma.tv>
- [9] <http://www.m4if.org>
- [10] <http://www.tnt.uni-hannover.de/project/mpeg/audio/faq/mpeg4.html>
- [11] [http://www.cselt.it/mpeg/quality\\_tests.htm](http://www.cselt.it/mpeg/quality_tests.htm)
- [12] Fernando Pereira, *The Book MPEG-4*, pag 626, Prentice Hall, 2002.
- [13] <http://www.iso.org>
- [14] Lewis, C. y Rieman, J., *Task-centered user interface design*, shareware(<http://hcibib.org/tcuid>), 1993
- [15] Foley, J.D., van Dam, *Computer Graphics: Principles and Practice*, Addison Wesley, 1990
- [16] Ben Shneiderman, *Designing the User Interface*, Addison Wesley, 1998
- [17] Ma. Alejandro López Kolkovsky, *Aportaciones al proceso unificado mediante el análisis del usuario*, México D.F, 2003
- [18] <http://www.it.bton.ac.uk/staff/rng/teaching/notes/UAN.html>
- [19] <http://www.isys.ucl.ac.be/etudes/cours/iag3960/Tarby-CADUI96.pdf>

## BIBLIOGRAFÍA

---

- [20] J.M.Christian Bastien y Dominique L. Scapin, *Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human/Computer Interfaces*, Reporte Técnico, 1993
- [21] Nielsen Mack, *Usability Inspection Methods*, United States of America, 1994
- [22] Guadalupe Ibargüengoitia y Hanna Oktaba, *Software Process Model with Objects*, Artículo, CIC-IPN, 1999
- [23] Mendoza Guzmán María Dolores, *Metodología para el desarrollo de software educativo multimedia*, Tesis-UNAM, 2001
- [24] <http://www.envivio.com>
- [25] <http://www.ecma-international.org>