



03063  
20

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE LA COMPUTACIÓN**

**METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE  
SOFTWARE EDUCATIVO  
MULTIMEDIA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRA EN CIENCIAS**

**P R E S E N T A:**

**MARÍA DOLORES MENDOZA GUZMÁN**

**DIRECTOR DE LA TESIS: DR. FERNANDO GAMBOA RODRÍGUEZ**

**MÉXICO, D. F.**

**2001**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## DEDICATORIA

---

*Dedico el presente trabajo a mi familia: Mi madre, Virginia; mi padre, Natividad, y mis dos hermanos, Austreberto y Omar.*

*Quienes juntos forman el camino de mis emociones, alegrías, tristezas y abandonos; agradeciendo a la vida tenerlos y valorar el amor, el impulso y fortaleza que me brindan cada minuto, cada día...*

*— Todo mi amor para cada uno de ellos —*

# AGRADECIMIENTOS

---

*A Dios, por ser el soporte de mi vida.  
Por guiar mis pasos y permitirme existir y estar aquí.*

*Agradezco a la UNAM, institución que me brindó la oportunidad de formarme profesionalmente a lo largo de muchos años y de la que siempre estaré orgullosa de pertenecer. A los amigos que tuve la fortuna de encontrar durante este trayecto; a Lulú, Violeta, Juanita y Don Mardonio por apoyarme y consentirme durante mi estancia en el IIMAS; a Mat, por ser mi ejemplo de superación y constancia en todos los aspectos de mi vida. A mis amigos y familiares más cercanos que día con día motivan mis momentos, gracias a cada uno de ellos.*

*Agradecimientos especiales:*

## ***A mi director de tesis Fernando Gamboa***

*Por su paciencia y sabiduría al dirigir esta tesis; por su gran calidad humana y el apoyo que me brindó. Por no dejarme ir en los momentos más difíciles y por guiar mis conocimientos hacia nuevos horizontes de la Multimedia.*

## ***A mis sinodales***

*Hanna Oktaba, Guadalupe Ibarquengoitia, Manuel Romero y Marco Antonio Murray Lasso, por aportarme sus valiosos comentarios y sugerencias a este trabajo.*

## ***Al Departamento de Multimedia de la DGSCA***

*A todos y cada uno de los que me aportaron sus ideas, sugerencias y conocimientos; en especial al capítulo tres de esta tesis.*

# ÍNDICE

---

## METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA

<b>INTRODUCCIÓN</b>	11
---------------------	----

---

### Capítulo 1. LA TECNOLOGÍA MULTIMEDIA EN EL SOFTWARE EDUCATIVO

<b>1.1. Introducción</b>	15
<b>1.2. Impacto de la computadora en la educación</b>	16
1.2.1. La problemática del sistema educativo	16
1.2.2. El impacto de la tecnología en el personal docente	17
1.2.3. Justificación de un desarrollo educativo nuevo	18
<b>1.3. Software educativo</b>	20
1.3.1. Definición de software educativo	20
1.3.2. Características esenciales del software educativo	21
1.3.3. Diseño de software educativo con soporte multimedia	21
1.3.4. Actores involucrados en el desarrollo de software educativo multimedia	25
<b>1.4. Definición de multimedia</b>	26
<b>1.5. Tipos de sistemas multimedia</b>	28
1.5.1. Por el tipo de información que presentan	28
1.5.2. Por la forma de presentar la información	29
<b>1.6. Herramientas para crear aplicaciones multimedia</b>	31
1.6.1. Software para multimedia. Clasificación	31
1.6.2. Hardware para multimedia. Clasificación	32
<b>1.7. La tecnología multimedia en el contexto del aprendizaje</b>	34
1.7.1. La interactividad	34
1.7.2. El aspecto lúdico	35
1.7.3. Las creencias del alumno contra las evidencias que las contradigan	36
1.7.4. Ventajas de la tecnología multimedia en la educación	36
1.7.5. Desventajas de la tecnología multimedia en la educación	38

---

<b>1.8. Elementos de multimedia en la enseñanza</b>	39
1.8.1. Texto	40
1.8.1.1. Hipertexto	41
1.8.2. Imagen	42
1.8.3. Animación	44
1.8.4. Audio	46
1.8.5. Video	47

---

## **Capítulo 2. ESPECIFICACIONES DE SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA DE CALIDAD**

<b>2.1. Introducción</b>	53
<b>2.2. Útil, utilizable y educativo</b>	54
2.2.1. Definición de útil, utilizable y educativo	54
2.2.2. Integración de la Ingeniería de la Usabilidad con la Ingeniería de Software	55
2.2.3. Métodos instruccionales	56
<b>2.3. Características del software educativo multimedia de calidad</b>	59
<b>2.4. Evaluación del software educativo multimedia</b>	66
2.4.1. Técnicas de evaluación	67
2.4.1.1. Evaluación del diseño	67
2.4.1.2. Evaluación de la implementación	68
2.4.2. Aspectos a considerar en la evaluación	69
2.4.2.1. El programa como objeto material	69
2.4.2.2. El programa como objeto educativo	71
2.4.2.3. El programa en su uso concreto	74
2.4.3. Criterios de selección en la evaluación	75

---

## **Capítulo 3. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA**

<b>3.1. Introducción</b>	79
<b>3.2. Metodologías o ciclos de desarrollo</b>	80
3.2.1. Ciclos de desarrollo de la Ingeniería de Software	81
3.2.2. Ciclos de desarrollo para sistemas multimedia interactivos	82
3.2.2.1. Diseño Interactivo de Kristof y Satrán	82
3.2.2.2. Diseño de sistemas interactivos de Newman y Lamming	84
3.2.2.3. El ciclo de vida de la Ingeniería de la Usabilidad de Mayhew	89

<b>3.3. El proceso de producción para desarrollar sistemas multimedia interactivos utilizado en la DGSCA</b>	94
<u>Preproducción</u>	96
3.3.1. Planteamiento del proyecto	96
3.3.1.1. Estudio de factibilidad	96
3.3.1.2. Definición del proyecto	97
3.3.1.2.1. El guión conceptual	98
3.3.1.2.2. Contrato o carta convenio	99
3.3.1.2.3. Equipo de producción	99
3.3.1.2.4. Plan de actividades	100
3.3.2. Investigación	101
3.3.2.1. Investigación iconográfica y sonora	102
3.3.3. Diseño Multimedia	102
3.3.3.1. Organización de la información	103
3.3.3.1.1. El guión literario	103
3.3.3.2. Elección de medios	104
3.3.3.3. Diseño de la navegación	104
3.3.3.3.1. Mapa de navegación	104
3.3.3.4. Diseño de la interacción	109
3.3.3.5. Propuestas de diseño de interfaz gráfica	110
3.3.3.6. Elaboración del guión técnico	110
3.3.3.6.1. Listas maestras	112
3.3.4. Desarrollo, pruebas y evaluación de prototipos	114
3.3.5. Modelización del sistema (opcional)	115
<u>Producción</u>	116
3.3.6. Desarrollo de interfaz gráfica	116
3.3.7. Producción y edición de medios	116
3.3.8. Integración de medios	117
3.3.9. Programación de eventos o interacciones complejas	117
<u>Posproducción</u>	118
3.3.10. Programación de la instalación	118
3.3.11. Pruebas y correcciones	118
3.3.11.1. Pruebas alfa	119
3.3.11.2. Pruebas beta	119
3.3.12. Evaluación final	119
<b>3.4. Modificaciones al proceso de producción para desarrollar software educativo multimedia</b>	120
<u>Consideraciones en la Preproducción</u>	121
3.4.1. Análisis del contenido con alumnos (Diseño multimedia)	122
3.4.1.1. Modelado de las dudas de los alumnos	123

---

3.4.2. Análisis de los módulos a implementarse	125
3.4.2.1. Análisis y crítica del software educativo existente	125
3.4.2.2. Nuevas teorías de la enseñanza	126
3.4.2.3. Experiencia docente	128
<u>Consideraciones en la Producción</u>	130
3.4.3. Evaluaciones con alumnos	130

---

## **Capítulo 4. CASO DE ESTUDIO: DESARROLLO DE UN SISTEMA TUTORIAL INTERACTIVO DE FÍSICA**

4.1. <b>Antecedentes</b>	135
4.2. <b>Planteamiento del proyecto</b>	136
4.2.1. Estudio de factibilidad	136
4.2.2. Definición del proyecto	137
4.2.2.1. El guión conceptual	138
4.2.2.2. Equipo de producción	140
4.2.2.3. Plan de actividades	141
4.3. <b>Diseño multimedia</b>	141
4.3.1. Organización de la información	141
4.3.2. Elección de medios	142
4.3.3. Diseño de la navegación	143
4.3.3.1. Mapa de navegación	143
4.3.4. Diseño de la interacción	145
4.3.5. Propuestas de diseño de interfaz gráfica	149
4.4. <b>Modelización del sistema</b>	150
4.5. <b>Prototipo</b>	152
4.6. <b>Evaluaciones con alumnos</b>	155

---

<b>CONCLUSIONES</b>	161
---------------------	-----

---

**APÉNDICES**

- |     |   |     |
|-----|---|-----|
| I.  | Ejemplos de documentos del Proceso de Producción para desarrollar sistemas multimedia | 167 |
| II. | Criterios ergonómicos para la evaluación de interfaces humano-computadora             | 177 |
- 

**BIBLIOGRAFÍA**189

---

# INTRODUCCIÓN

---

Los cambios que vive nuestra sociedad exigen cambios en la tecnología que incrementen la diversidad y la eficiencia del proceso educativo en todos los niveles. Al mismo tiempo, el rápido desarrollo y convergencia de las comunicaciones y la tecnología de computación están creando un nuevo paradigma de aprendizaje. Las computadoras están contribuyendo a este proceso educativo en gran medida con atributos como: paciencia, disponibilidad a toda hora y programas de instrucción individualizados, que permiten al estudiante avanzar a su propio ritmo.

Debido a esto, la preocupación de crear software educativo que sirva como una *herramienta auxiliar y eficiente en la enseñanza* está creciendo de manera vertiginosa en nuestros días. Numerosas disciplinas se avocan a la tarea de desarrollar software educativo con este fin (la Instrucción Asistida por Computadora (IAC) y la Informática Educativa, son ejemplos claros de esto). Así mismo, profesores, pedagogos, ingenieros de software, e inclusive los propios alumnos, se interesan y se involucran cada vez más en el desarrollo de este tipo de software. No obstante, es necesario comprender y aceptar que *ni la tecnología ni la buena voluntad de los desarrolladores son suficientes*; en efecto, si bien la tecnología es útil y brinda extraordinarias posibilidades de expresión y comunicación, no debe obnubilarnos de tal manera que nos lleve a olvidar la importancia del contexto, las circunstancias y el uso que se le dará a un producto de software educativo. Como veremos en este trabajo, lo difícil y nada trivial, es encontrar las medidas, herramientas y metodologías necesarias para integrarlas al diseño de software educativo.

Es por esto, que el presente trabajo tiene como propósito principal definir un método que permita desarrollar software educativo multimedia de calidad, es decir, que sea útil, utilizable y educativo de modo que sirva como una herramienta eficiente en el proceso de aprendizaje.

El trabajo está conformado por cuatro capítulos:

En el primer capítulo (*La tecnología multimedia en el software educativo*), se da una explicación de lo que es la tecnología multimedia en el contexto del software educativo. Se presentan los elementos que se consideran necesarios para la enseñanza; las ventajas y desventajas que dicha tecnología tiene en la educación y las herramientas para crear aplicaciones multimedia, sin ahondar en sus aspectos técnicos.

En el segundo capítulo (*Especificaciones de software educativo multimedia de calidad*), se mencionan las especificaciones que se requieren para que un software educativo sea considerado de calidad (útil, utilizable y educativo) y algunas de las técnicas de evaluación empleadas para verificar si efectivamente, cumple con este calificativo.

En el tercer capítulo (*Metodología propuesta para el desarrollo de software educativo multimedia*), parte fundamental de este trabajo, se presenta la metodología propuesta para el desarrollo de software educativo multimedia. Esta metodología es diferente a los ciclos de desarrollo tradicionales utilizados en la Ingeniería de Software. En efecto, las etapas que se presentan han sido definidas: a) a partir de las características particulares que tiene el software multimedia; b) a partir de investigaciones realizadas en el Centro de Instrumentos; y c) con base en la experiencia de varios años de trabajo en el desarrollo de sistemas interactivos multimedia en la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico. Ambas instituciones de la UNAM.

En el cuarto capítulo (*Caso de estudio: Desarrollo de un sistema tutorial interactivo de Física*), se aplica la metodología de este trabajo para el desarrollo de un tutor inteligente para la enseñanza conceptual e interactiva de la física a nivel bachillerato.

En el Apéndice I, se proporcionan ejemplos de los documentos del Proceso de Producción para desarrollar sistemas multimedia, explicados a detalle en el capítulo tres.

En el Apéndice II, se proporcionan los criterios ergonómicos para la evaluación de interfaces humano-computadora, que se mencionan de manera general a lo largo de los capítulos dos y tres de este trabajo.

Finalmente, cabe mencionar que la contribución que aporta el presente trabajo es:

- En primer lugar, agrupar aquellos parámetros que definen la calidad de un software educativo multimedia, más allá de los aspectos técnicos o de implementación.
- En segundo lugar, a partir de dichos parámetros, se propone una metodología para desarrollar software educativo multimedia que muestre un mejor desempeño que el reportado, en general, por la literatura especializada.
- El planteamiento de un software educativo multimedia para la enseñanza de la Física.

# **CAPÍTULO 1**

## **LA TECNOLOGÍA MULTIMEDIA EN EL SOFTWARE EDUCATIVO**

---

# CAPÍTULO 1

## LA TECNOLOGÍA MULTIMEDIA EN EL SOFTWARE EDUCATIVO

*La sensación más hermosa es el contacto con lo desconocido.  
Este es el origen del arte y de la ciencia verdaderas.  
El que nunca haya tenido esa experiencia,  
el que no sea capaz de entusiasmarse  
y quedar petrificado ante el asombro,  
está como muerto: Sus ojos están cerrados.*

*Albert Einstein*

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Hasta la década de los 80's, el uso de la computación estaba restringido a instituciones de educación superior. Una década después, tres de las industrias de la comunicación con mayor influencia convergen: publicidad, televisión y computación; dando paso a un vehículo más dinámico de comunicación: la tecnología multimedia. No obstante, las aplicaciones que resultaban de esta tecnología no eran tan vastas debido al alto costo del hardware que se requería para su uso. Más adelante, con el incremento de su demanda y el decremento en los precios, tanto de hardware como de software, esta tecnología fue creciendo y volviéndose cada vez más común. Actualmente, su uso se está extendiendo más en instituciones de educación primaria y secundaria.

La evolución que ha tenido esta tecnología, la convierten en un medio poderoso de comunicación en muchos ámbitos de nuestra sociedad. La capacidad de integrar diversos medios para transmitir un mensaje o una idea, es explotada en la publicidad, en el entretenimiento y por supuesto en la educación.

Pero ¿cuándo y de qué manera podemos aprovechar el potencial que nos ofrece la computadora como instrumento educativo?, ¿qué aspectos debemos considerar antes de pensar en hacer uso de ella?, y en especial, ¿qué nos ofrece la tecnología multimedia en el ámbito educativo?.

A manera de dar respuesta a estas preguntas, se explica de manera general el impacto que tiene la computadora en la educación, y posteriormente, se da paso a la explicación de lo que es la tecnología multimedia y lo que ofrece en el ámbito educativo.

## 1.2. IMPACTO DE LA COMPUTADORA EN LA EDUCACIÓN

El uso significativo de la computadora en la educación ha sido materia de debate durante más de dos décadas. No obstante, su uso como herramienta pedagógica se ha incrementado en los últimos años, convirtiéndose en un paradigma alternativo para la enseñanza.

De acuerdo con Calderon (1988), la educación desde preescolar hasta profesional, debe procurar formar las estructuras que permitan al individuo incorporar nuevos conocimientos a sus esquemas de manera suave y natural. Se pretende que las personas sean capaces de buscar información cuando la necesiten, integrarla en un trabajo específico, desarrollando su capacidad de búsqueda, de abstracción, de síntesis y creatividad.

Dentro de este marco teórico, la computadora se convierte en una herramienta indispensable. Haciendo uso de ella de manera adecuada, permite a las personas investigar y procesar la información de acuerdo con sus procesos internos de asimilación y no como se ha basado tradicionalmente en una relación vertical entre alumnos y profesores, en la que el estudiante escucha lo que le tienen que decir, lo memoriza y, finalmente, lo repite textualmente en un examen.

Desde las primeras incursiones de la computadora en la educación, a finales de los 50's con la Instrucción Asistida por Computadora (IAC), la computadora ha sido portadora de innumerables programas de software orientados a la enseñanza; diseñados con diferentes lenguajes de programación y herramientas de la Ingeniería de Software. La experiencia que notamos que se ha ido adquiriendo en el uso de la computadora como herramienta educativa, está comenzando a delinear las características deseables de los nuevos productos, así como los procesos que debemos seguir para su diseño y construcción. Pero, ¿cuáles son los retos a los que nos enfrentamos al desarrollar nuevos productos de software para la enseñanza?.

A continuación presentamos algunos puntos importantes que vale la pena considerar antes de pensar en crear productos de software para la enseñanza.

### 1.2.1. La problemática del sistema educativo

De acuerdo con Osin (1996), actualmente vivimos con una crisis del sistema educativo. El alto porcentaje de alumnos que egresa sin dominar conocimientos fundamentales para una vida productiva en la sociedad, por una parte; y los docentes que experimentan una frustración creciente al no poder cubrir todas las necesidades educativas, por otra parte; son síntomas de esta crisis. Sin embargo, ni los docentes ni los alumnos son responsables por esta situación, sino que ésta, es una consecuencia de una definición totalmente inadecuada de la estructura educativa.

Esto es así, menciona el autor, porque el sistema escolar no está pensado para educar la diversidad de alumnos que la sociedad le suministra. El fracaso del sistema educativo tuvo su origen, cuando al finalizar la Revolución Industrial comenzaron a producirse métodos de "producción en serie" que fueron copiados por los sistemas educativos de los países más

industrializados, como Alemania, Francia e Inglaterra, con el fin de aumentar la eficiencia de los procesos de instrucción y reducir su costo. Había una necesidad de disminuir la mano de obra, multiplicar la producción, y perfeccionar la manufactura de las escuelas. Lo que no consideraron en ese entonces, al copiar los métodos industriales en el contexto escolar, es que la industria selecciona la materia prima usada en sus procesos, a modo de garantizar el nivel de homogeneidad necesario para el éxito de los mismos. El sistema educativo no puede y no debe proceder en esa forma, puesto que tiene la función y la obligación social de educar a toda la población, sin exclusiones.

Por otro lado, hay que considerar que los ritmos de aprendizaje son diferentes para cada alumno. Esto indica que es absurdo esperar que todos los alumnos de la misma clase aprendan los mismos contenidos en el mismo período de tiempo. La computadora es uno de los medios que tenemos para efectivamente poder individualizar la enseñanza y: "Este proceso de enseñanza es un proceso que tiene que generar para cada uno de los alumnos el entorno adecuado para su aprendizaje. La enseñanza es un acto social, el aprendizaje es un acto individual" (Osin, 1996).

Tomando en cuenta esto, y con un buen plan estratégico institucional, creemos que el apoyo de la computadora será un buen inicio para mejorar el sistema educativo por medio de la cual se definan y desarrollen programas encaminados a subsanar las deficiencias educativas.

### **1.2.2. El impacto de la tecnología en el personal docente**

Hasta hace dos o tres años atrás aproximadamente, era común escuchar el sentir de los profesores que pensaban que estaban siendo reemplazados de sus actividades docentes por la computadora, negándose incluso, a conocer los diferentes tipos de software educativo existente que se les ofrecía para auxiliarlos en sus tareas. Este sentir se ha ido desvaneciendo poco a poco conforme el uso de la computadora se ha hecho cada vez más indispensable en todos los ambientes laborales, incluso en el hogar.

No obstante, aún les confunde un poco la tecnología y el cambio que implica organizar de diferente manera su forma de trabajo para impartir una clase. Pero sin duda, uno de los aspectos que más influyen en la aceptación o rechazo de la tecnología para la instrucción por parte de los profesores, es la capacitación.

En la actualidad, instituciones como la UNAM, el TEC de Monterrey, entre muchas otras más; ofrecen cursos, diplomados y líneas de especialización a profesores para el desarrollo de programas educativos computarizados. Cada vez es mayor la demanda de profesores que quieren incursionar en el ámbito de la computación para desarrollar sus propios programas educativos. Otra opción cercana es la Internet, la cual está abriendo la puerta a inmensos recursos educativos. Con bibliotecas electrónicas, cursos a distancia como los que ofrecen las universidades virtuales por ejemplo, podemos hablar de una enseñanza tradicional que está sufriendo severos cambios en sus métodos.

A todo esto, el reto de la *Informática Educativa como disciplina*, es cómo lograr que los docentes exploren y valoren la tecnología informática como recurso al servicio de su actividad primordial, y sobre esta base, se decidan a innovar a favor del mejoramiento de los

ambientes educativos a su cargo (Calderon, 1988). La tarea de todos, es brindar a los docentes el apoyo necesario para superar los problemas que surgen al enfrentarse a las nuevas tecnologías. Hacer labor de reflexión sobre el potencial que la tecnología, en especial la computadora, tiene; y desarrollar confianza y experiencia entre los profesores. Creemos que la mayoría de los docentes son intelectualmente capaces de adaptarse al cambio, si se les proporciona el adiestramiento adecuado, el tiempo suficiente para acostumbrarse a la transición, y el apoyo de largo plazo necesario.

Si bien la computadora puede asumir un papel de instructor, resultando un tutor con paciencia ilimitada que señala errores y repite el ejercicio una y otra vez, el docente es quien decide qué partes desea cubrir con proyectos y qué partes con otras técnicas de enseñanza; pues el docente debe disponer de, y seleccionar entre, un conjunto de posibilidades. Como bien menciona Candor (1998): "El profesor no se reemplaza: encuentra una nueva legitimidad en un pensamiento diferente de su acto pedagógico". El profesor es quien le dará al alumno la columna vertebral que le permitirá soportar y organizar el conjunto de las informaciones a las que podrá acceder por otro lado. Por lo tanto, la formación del docente debe procurar lograr una conciencia crítica de su papel y el de la informática en este proceso continuo de mejorar la educación.

### 1.2.3. Justificación de un desarrollo educativo nuevo

Resulta crucial que la evaluación sobre la justificación del desarrollo de software educativo nuevo sea resultado de una reflexión seria y profunda, y no solamente la expresión de un capricho personal de utilizar la computadora a toda costa (Gándara, et al., 1994).

Es evidente la necesidad de no caer en el espejismo tecnológico y hacer un análisis previo de las ventajas que aportará el desarrollo educativo propuesto; así como, de llevar a cabo un proceso de investigación sobre la efectividad de sus posibles aplicaciones. De igual forma, es necesario aceptar que la tecnología no es suficiente en sí misma; y que si bien es útil y brinda posibilidades de expresión y comunicación extraordinariamente poderosas, debe ser estudiada con cuidado, a modo de poder determinar en que contexto, bajo que circunstancias, y de que manera puede resultar útil una herramienta determinada; y en que ocasiones es mejor no usarla (Scapin y Bastien, 1997).

Frente a esta reflexión, Gándara, et al. (1994) menciona que el desarrollo de un nuevo producto de software se justifica cuando:

- a) No existen soluciones disponibles.
- b) Las soluciones que existen no cubren las necesidades detectadas.
- c) Se puede competir contra las soluciones existentes y mejorarlas (aunque sea solamente en precio y accesibilidad).

Lo anterior es así, dado que si ya hubiera soluciones satisfactorias, normalmente el desarrollo nuevo saldría sobrando, o no podría competir en condiciones favorables contra programas existentes. Para ello se requiere de familiarizarse con las soluciones disponibles antes de emprender un proyecto nuevo, con riesgo de duplicar soluciones ya existentes.

Finalmente, suponiendo que a partir de revisar los programas que se ofrecen en el mercado determinamos que, en efecto, lo que hubiéramos querido producir ya existe. En este caso, podemos elegir entre varias alternativas:

- *Usar software ya existente.* Los cuales cubren las necesidades educativas existentes tal y como se distribuyen.
- *Adaptar y modificar el software ya existente.* Existen muchos programas que están “abiertos”, en el sentido de que los autores aprueban que nuevos usuarios hagan modificaciones o adaptaciones de modo que los programas sean más útiles.
- *Traducir software ya existente.* Esta traducción implica el cambio de idioma, además de realizar los ajustes necesarios para que el programa tenga sentido en el contexto cultural nuevo en el que será usado. Evidentemente en éste, como en el caso anterior, es importante tener la autorización del productor original con el fin de respetar los derechos de autor.

Ahora bien, en el caso específico del desarrollo de software educativo, existen otros criterios adicionales que es necesario tomar en cuenta para garantizar que, en efecto, la computadora será un medio instruccional útil. Estos criterios son:

- d) No existen soluciones disponibles y eficaces en otros medios (textos, videos, audiocasetes u otros medios de apoyo al aprendizaje), dicho de otra forma, que la solución de cómputo es realmente necesaria y no redundante o superflua.
- e) La computadora realmente es el medio instruccional más adecuado para los objetivos de enseñanza-aprendizaje, es decir, logra lo que otros medios no podrían, aun cuando se cuente con materiales ya existentes.
- f) Se cuenta con un modelo sólido de la incorporación de la computadora al conjunto de la actividad académica, es decir, realmente se podrá integrar la solución a las rutinas cotidianas de maestros y alumnos.

Los puntos anteriores que sugiere Gándara, et al. (1994) para justificar el desarrollo de software educativo nuevo, nos lleva a reflexionar que no todos los problemas educativos tienen solución a través de la computadora. En primer lugar, debemos tener clara la necesidad o el problema, y solamente con relación a éste, saber cuál es el medio más adecuado de solución; y si la solución resulta ser la computadora, entonces hay que considerar si se justifica un desarrollo nuevo.

Por otro lado, y sabiendo de antemano que los financiamientos para el desarrollo de nuevos productos educativos son escasos, se debe buscar dedicarlos a aquellos usos que no son factibles de llevar a la práctica con otros medios. Como menciona Calderon (1988): “Las computadoras tendrán un sentido en la educación si contribuyen significativamente al logro de la misión que guía la acción de cada organización educacional”.

## 1.3. SOFTWARE EDUCATIVO

En los años sesenta, el software educativo fue hecho como una copia fiel de los paradigmas de enseñanza utilizados en el aula. En nuestros días, su importancia es cada vez más importante en el ámbito de la enseñanza-aprendizaje. Es por esto, que han surgido nuevas disciplinas que giran alrededor de su desarrollo, tales como la Ingeniería de Software Educativo o la Informática Educativa, entre otras.

El campo de investigación es muy extenso, en el cual se combinan aspectos educativos, funcionales y técnicos. La Ingeniería de Software Educativo es mucho más que tratar de hacer una combinación artísticamente lograda de ideas docentes apoyadas con tecnología informática. En la última década, esta disciplina y campo de práctica se ha convertido en uno de los dominios de trabajo interdisciplinario más retadores, en el que se ponen en práctica ideas cuyo fin último es lograr que el usuario aprenda (Galvis-Panqueva, 1996).

En las siguientes secciones se presenta en primer término, una definición formal de software educativo; y consecuentemente, se presentan sus características y algunas consideraciones para su desarrollo.

### 1.3.1. Definición de software educativo

Osin (1996) define el software educativo como:

El software educativo es un producto tecnológico diseñado para apoyar procesos educativos, dentro de los cuales se concibe como uno de los medios que utiliza quien enseña y quien aprende, para alcanzar determinados propósitos.

Por consiguiente, podemos decir que el software educativo puede ser visto como un producto y también como un medio; debido a que la meta es lograr que el aprendiz pueda interactuar con ambientes educativos computarizados que agreguen valor a los medios educativos tradicionales para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

De acuerdo con Marquès (1995), algunos autores utilizan las expresiones software educativo, programas educativos y programas didácticos como sinónimos para designar genéricamente, los programas para computadora creados con la finalidad específica de ser utilizados como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Esta definición engloba todos los programas que han estado elaborados con fin didáctico, desde los tradicionales programas basados en los modelos conductistas de la enseñanza, los programas de Enseñanza Asistida por Computadora (EAC), hasta los aun programas experimentales de Enseñanza Inteligente Asistida por Computadora (EIAC), que, utilizando técnicas propias del campo de los Sistemas Expertos y de la Inteligencia Artificial en general, pretenden imitar la labor tutorial personalizada que realizan los profesores y presentan modelos de representación del conocimiento en consonancia con los procesos cognoscitivos que desarrollan los alumnos.

No obstante, según esta definición, más basada en un criterio de finalidad que de funcionalidad, se excluyen del software educativo todos los programas de uso general en el mundo empresarial que también se utilizan en los centros educativos con funciones didácticas o instrumentales, como por ejemplo: procesadores de textos, gestores de bases de datos, hojas de cálculo, editores gráficos, etc. Estos programas, aunque puedan desarrollar una función didáctica, no han estado elaborados específicamente con esta finalidad.

### **1.3.2. Características esenciales del software educativo**

Los programas educativos pueden tratar las diferentes materias (física, matemáticas, idiomas, geografía, etc.), de formas muy diversas (a partir de cuestionarios, facilitando una información estructurada a los alumnos, mediante la simulación de fenómenos físicos por ejemplo) y ofrecer un entorno de trabajo más o menos sensible a las circunstancias de los alumnos y más o menos rico en posibilidades de interacción; pero todos comparten cuatro características esenciales. Según Marquès (1995), estas características son:

1. Son materiales elaborados con una finalidad didáctica, como se desprende de la definición.
2. Utilizan la computadora como soporte en el que los alumnos realizan las actividades que ellos proponen.
3. Son interactivos, contestan inmediatamente las acciones de los estudiantes y permiten un diálogo y un intercambio de informaciones entre la computadora y los estudiantes.
4. Individualizan el trabajo de los estudiantes, ya que se adaptan al ritmo de trabajo cada uno y pueden adaptar sus actividades según las actuaciones de los alumnos.

### **1.3.3. Diseño de software educativo con soporte multimedia**

Los programas multimedia son un recurso didáctico complementario que se debe usar adecuadamente en los momentos oportunos y dentro de un proyecto docente amplio. Bajo este contexto, existen aspectos que deben considerarse en la selección de un sistema multimedia. Cada situación educativa concreta puede aconsejar, o desaconsejar, la utilización de determinados programas educativos multimedia como generadores de actividades de aprendizaje para los estudiantes, y por otra parte, un mismo programa puede convenir utilizarlo de manera distinta en contextos educativos diferentes.

Como norma general, se puede decir que convendrá utilizar un determinado programa cuando su empleo aporte más ventajas que la aplicación de otros medios didácticos alternativos. Y en cuanto a la forma de utilización, nuevamente será la que proporcione más ventajas.

En cualquier caso, y según Marquès (1995), la utilización de los medios debe venir condicionada por los siguientes factores:

- Las características del material: hardware necesario, calidad técnica, facilidad de uso, objetivos y contenidos, actividades (tipo, usos posibles, etc.) y planteamiento educativo.
- La adecuación del material a las circunstancias que caracterizan la situación educativa donde se piensan aplicar: objetivos, características de los estudiantes, contexto, etc.
- El costo del material o el esfuerzo que hay que realizar para poder disponer de él. También hay que considerar la posibilidad de utilizar otros medios alternativos que puedan realizar la misma función pero de manera más eficiente.

Para diseñar actividades formativas con soporte multimedia (cuya duración puede ser variable en función del contexto de utilización y demás circunstancias) hay que tener en cuenta diversos aspectos (Marquès, 1995):

1. Las características del contexto educativo: marco general, características, etc.
2. Las características de los estudiantes: edad, capacidades, conocimientos y habilidades previas, experiencias, actitudes, intereses, entorno sociocultural, etc.
3. Los objetivos educativos que se persiguen con la realización de la actividad y su importancia dentro del marco del programa de la materia.
4. Los contenidos que se tratarán.
5. La selección de los materiales didácticos (materiales multimedia y otros materiales). Se considerarán las características de los materiales, adecuación a la situación educativa (estudiantes, objetivos, etc.) y el coste de los diversos materiales a nuestro alcance.
6. La función que tendrá el material. Según las características del material y según la manera en que se utilice, un mismo programa puede realizar diversas funciones:
  - Motivación del alumno (inicial, mantenimiento del interés, etc.).
  - Fuente de información y transmisión de contenidos (función informativa, apoyo a la explicación del profesor, etc.).
  - Entrenamiento, ejercitación, práctica, adquisición de habilidades de procedimiento, memorizar, etc.
  - Instruir (conducir aprendizajes): introducción y actualización de conocimientos previos; núcleo central de un tema; repaso, refuerzo; recuperación; ampliación, perfeccionamiento, etc.
  - Entorno para la exploración (libre o guiada), descubrimiento.

- Entorno para experimentar, investigar (explorar el conocimiento).
- Evaluación.
- Medio de expresión personal (escrita, oral, gráfica, etc.).
- Medio de comunicación.
- Instrumento para el proceso de datos.
- Entretenimiento.

7. El entorno en el que se utilizará:

- Espacio: salón de clases, biblioteca o sala de estudio, laboratorio de cómputo, trabajo, casa.
- Tiempo: escolar/laboral, extraescolar, en casa.
- Otras características y condicionantes.

8. La organización de la actividad. Se considerará especialmente:

- Agrupamiento: individual, parejas, grupo pequeño, grupo grande (a la vez o sucesivamente).
- Ámbito de aplicación: todos los estudiantes, sólo algunos estudiantes (refuerzo, recuperación, ampliación de conocimientos), sólo el profesor, etc.

9. La metodología. La manera en la que se va a utilizar el programa:

*Papel del programa:*

- Información que facilitará al estudiante
- Tareas que propondrá
- Modo en que deberán realizarse

*Papel de los estudiantes:*

- Tareas que realizarán los estudiantes
- Nivel de autonomía en el uso del programa:
  - Libre, según su iniciativa, realizando las actividades por la que siente más interés.
  - Semidirigido: puede utilizar el material como quiera pero con la finalidad de *desarrollar un trabajo concreto o un proyecto encargado por el profesor.*
  - Dirigido, siguiendo las instrucciones específicas del profesor.

- Interacciones de cada estudiante:
  - Con el programa
  - Con otros compañeros: consultas, opiniones, comentarios, etc.
  - Con el profesor: consultas, orientaciones, ayudas, etc.
  - Con otros materiales: fuentes de información diversas, guías, etc.
- Técnicas de aprendizaje que se utilizarán:
  - Repetitivas (memorizando): copiar, recitar, etc.
  - Elaborativas (relacionando la nueva información con la anterior): subrayar, resumir, esquematizar, elaborar diagramas y mapas conceptuales.
  - Exploratorias: explorar, experimentar (verificar hipótesis, ensayo-error).
  - Regulatorias (analizando y reflexionando sobre los propios procesos cognoscitivos).

*Papel del profesor:*

- Información inicial a los estudiantes (objetivos, trabajo a realizar, materiales y metodología, fuentes de información.).
- Orientación y seguimiento de los trabajos (dinamización, asesoramiento y orientación).
- Técnicas de enseñanza que se utilizarán:
  - Motivación
  - Ejercicios de memorización
  - Prácticas para la adquisición de habilidades de procedimiento
  - Enseñanza directiva
  - Exploración guiada
  - Experimentación guiada
  - Descubrimiento personal
  - Expresión personal
  - Comunicación interpersonal

10. Empleo de materiales complementarios. ¿Cuáles?. ¿Cómo?

11. El sistema de evaluación que se seguirá para determinar en que medida los estudiantes han logrado los aprendizajes previstos y la funcionalidad de las estrategias didácticas utilizadas.

Considerar cada uno de estos aspectos, puede ayudarnos a diseñar software educativo multimedia que sea útil para el alumno y situarlo bajo un contexto educativo adecuado.

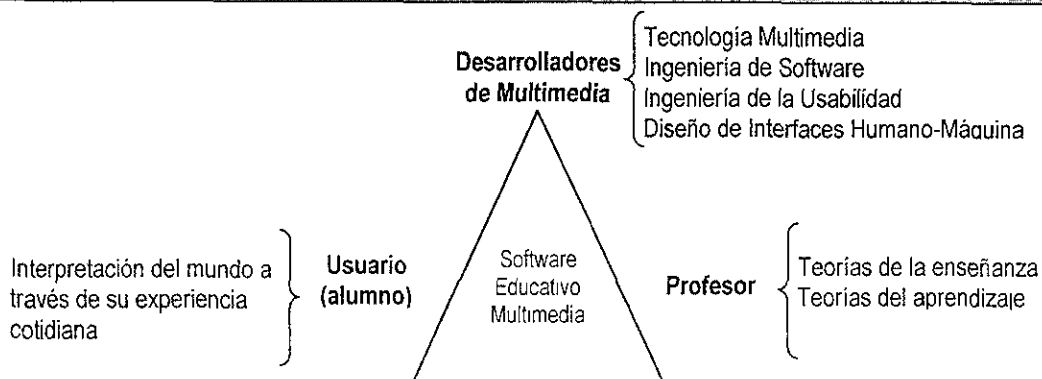
### 1.3.4. Actores involucrados en el desarrollo de software educativo multimedia

Cuando hablamos sobre el impacto de la tecnología en el personal docente (sección 1.2.2), mencionamos el entusiasmo y el interés de los profesores por integrar programas educativos computarizados a sus actividades docentes. Sin embargo, esta actitud positiva muchas veces se ve *aminorada porque los profesores creen que la única forma de emplear la computadora implica aprender a programar en algún lenguaje, para luego desarrollar sus propios programas*; lo cual les crea un gran conflicto debido a que de cierta manera, se alejan de su campo de acción. Se proponen entonces, tareas que en algunos casos resultan difíciles y poco realistas, y lo que es peor aún, innecesarias, dado que podrían incorporar el cómputo en su docencia en muchas otras formas.

Ante esta problemática, y dado que el desarrollo de software educativo multimedia requiere de un proceso complejo, creemos necesaria la conformación de equipos multidisciplinarios que cubran con todos los aspectos que se requieren (educativos, tecnológicos, etc.) para llevar a cabo este proyecto. Estos equipos, por lo tanto, estarán conformados por tres entidades: un equipo de desarrolladores de software, en nuestro caso, especialistas de multimedia (los cuales a su vez, también conforman un equipo multidisciplinario); por profesores, y por los usuarios finales, en nuestro caso, los alumnos (Ver fig. 1.1).

Como podemos observar en la figura 1.1, cada una de estas entidades se auxilia del estudio de varias disciplinas para cubrir una tarea en particular. Por una parte, los desarrolladores de multimedia necesitan de la tecnología multimedia, de la Ingeniería de Software, de la Ingeniería de la Usabilidad y del Diseño de Interfaces Humano-Máquina, para crear software que sea atractivo visualmente, entretenido, eficiente en su uso, fácil de utilizar y con un alto grado de interactividad para el usuario. Los profesores por su parte, necesitan de las teorías de la enseñanza y del aprendizaje para transmitir los conocimientos de la mejor manera posible, logrando que el contenido del software sea el más adecuado y, que éste sea más rápido de aprender y fácil de recordar por el alumno. Finalmente, los alumnos necesitan dar su interpretación del mundo a través de su experiencia cotidiana para conocer sus necesidades o carencias educativas, lo cual nos dará la pauta para orientar el diseño del software hacia esas necesidades e intereses.

**Figura 1.1.**  
Actores involucrados en el desarrollo de software educativo multimedia



Otro aspecto a considerar, es que cuando una sola entidad pretende desarrollar su propio software, sin la ayuda de las demás entidades, se reflejan varios conflictos. Por ejemplo, si los profesores o pedagogos deciden desarrollar su propio software, inician entonces la tarea de aprender una metodología que les permita desarrollar sistemas multimedia; o sencillamente, toman cursos de diseño y programación de manera aislada, que les permita construir su programa. Esta decisión les implica tiempo y quizás, el diseño de sus interfaces no sea lo suficientemente atractivo como para atraer la atención del espectador —aunque siempre habrá excepciones—. Por otro lado, los desarrolladores de multimedia, seducidos por la tentación tecnológica, nos olvidamos por un momento sobre lo que queremos presentar, para concentrarnos en el “cómo” lo queremos presentar, y finalmente, el resultado es un sistema muy agradable visualmente y funcionalmente correcto, pero con poco sentido educativo.

Es por este motivo, que creemos necesario que los desarrolladores de multimedia, profesores y alumnos, colaboren de manera articulada para lograr productos de software que, en efecto, sean útiles a la educación.

## 1.4. DEFINICIÓN DE MULTIMEDIA

Las raíces del término “multimedia” anteceden a la computadora. De acuerdo con Frater y Paulissen (1995), la primera presentación multimedia fue la entrega de los diez mandamientos a Moisés en el año 1500 a.C. (voces humanas y celestiales, trompetas, truenos y relámpagos constituían los componentes multimedia de esa época). En nuestra época, y desde hace décadas, se ha usado esa palabra para describir producciones que integran múltiples proyectores de diapositivas, monitores de video, grabadoras de cinta, y otros dispositivos de comunicación independientes. No obstante, es hasta los años 60 y 70 cuando el término “multimedia” surge en el área de la pedagogía. Bajo el mismo, se agrupaban los nuevos medios de apoyo al proceso de aprendizaje en las clases (Frater y Paulissen, 1995).

El término multimedia significa diferentes cosas en diferentes contextos y depende del tipo de especialista que lo defina. La palabra multimedia se deriva del prefijo multi, que significa “muchos”, y del sufijo media, que significa “medios”: lo que es útil o conveniente para conseguir un determinado fin. Así, tenemos que el término multimedia significa “muchos medios”.

La descripción es tan amplia, que cabe la posibilidad de tomar el término para definir otras disciplinas y tecnologías, lo cual nos aleja de nuestro contexto. Por lo tanto, daremos la definición que nos proporciona el Diccionario de la Lengua Española:

Multimedia es un adjetivo que se aplica a los sistemas de comunicación social que simultanean diversos medios: televisión, radio, prensa, video, etc.

Esta definición resulta amplia también. De hecho, la podemos utilizar para definir otras disciplinas como: las artes visuales o las ciencias de la comunicación, por ejemplo. Continuando con nuestra tarea de encontrar una definición más apropiada, nos encontramos

con otro término: *Multimedios*, cuyo significado en el Diccionario de la Lengua Española se encuentra como:

Multimedios es un adjetivo que se aplica a los programas de computadora que combinan la presentación de varios tipos de información: texto, gráficos, imágenes, grabaciones de video, etc. Si además es posible “navegar” por dicha información de forma asociativa, se llaman *hipermedios*.

La definición anterior, parecería indicar que el término “hipermedios” es el más adecuado para nuestro caso. Sin embargo esto no es así, debido a que la palabra multimedia se ha convertido en una palabra universal, adoptada en el ámbito de la computación desde hace ya bastante tiempo. Actualmente, el término hipermedios se maneja para definir un hipertexto multimedia, donde a través de los documentos se pueden desplegar textos, gráficos, animaciones, videos, etc. Es común todavía, encontramos con autores que prefieren utilizar este término; otros, prefieren utilizar multimedios, pues su justificación la basan en que multimedia es redundante, ya que “media” es en sí plural.

Con la intención de aproximarnos hacia una definición más formal de multimedia, presentamos las siguientes dos definiciones:

“Multimedia es en esencia una tendencia de mezclar diferentes tecnologías de difusión de información, impactando varios sentidos a la vez para lograr un efecto mayor en la comprensión del mensaje”.

José Luis Oliva Posada (presidente en 1994 de la  
Asociación Mexicana de Multimedia y Nuevas  
Tecnologías)

“Multimedia es la suma del poder audiovisual de la televisión, de las publicaciones impresas y el interactivo de las computadoras. Es decir, la posibilidad de presentar información en texto, gráficas, imágenes, video y audio a través de la vista, oído y tacto para permitir:

- una comunicación más natural con las computadoras
- un diálogo intuitivo espontáneo entre el usuario y la computadora
- un gran avance en las comunicaciones personales y personalizar la revolución de la información”.

Empresa IBM

Para este trabajo, nosotros proponemos la siguiente definición de multimedia:

Multimedia es la disciplina tecnológica que integra varios “medios” o “tipos de datos” en forma simultánea, tales como: texto, imagen, animación, video, audio y dispositivos electromecánicos controlados por medio de la computadora, permitiendo la interacción entre esta última y el usuario.

Así, podemos decir que la parte fundamental de multimedia radica en la capacidad de integrar varios medios para transmitir información y en la posibilidad que tiene el usuario de interactuar con dicha información dentro de la computadora.

## 1.5. TIPOS DE SISTEMAS MULTIMEDIA

Es común encontrarnos con sistemas multimedia desarrollados para diversos tipos de usuarios y con diferentes fines. Existen muchos sitios en nuestro entorno donde podemos observar una gran diversidad de: enciclopedias, tutoriales, quioscos informativos, juegos, simuladores, folletos interactivos de una compañía, etc. Todos estos sistemas multimedia pueden ser clasificados desde dos puntos de vista:

- Por el tipo de información que presentan
- Por la forma en que presentan la información

### 1.5.1. Por el tipo de información que presentan

Los sistemas multimedia por el tipo de información que presentan pueden ser: funcionales, didácticos, persuasivos y lúdicos.

**Funcionales.** Orientados al servicio público y que permiten a los usuarios el acceso fácil a la información. Por ejemplo, los programas informativos en tiendas de autoservicio, aeropuertos y centros comerciales.

**Didácticos.** Son los que presentan y transmiten conocimientos en el campo cultural, científico, técnico y profesional. Por ejemplo, los programas educativos, de difusión, simuladores o cursos de capacitación de personal.

A su vez, Heinich, et al. (1989) hacen una clasificación de los programas didácticos o educativos o didácticos (ellos los nombran formativos) en:

- **Ejercitadores** (drill-and-practice). Son programas en los cuales el usuario interacciona constantemente con los ejercicios que se le presentan, a fin de ejercitar los conocimientos del usuario.
- **Tutoriales.** Se distinguen por su constante interacción con el usuario y el control de los aciertos y errores en el que éste incurre. El flujo de información debe ser de acuerdo a los conocimientos de cada alumno.
- **Juegos.** Enseñan o instruyen a través de juegos, su estructura debe ser más lúdica (referente al placer) que formal para poder cumplir con su objetivo.
- **Simuladores.** A semejanza de una situación real con un conjunto de reglas que controlan las variables, lo más acercado a como ocurre en la realidad, permitiendo experimentar algo que en la realidad resultaría muy costoso.
- **Solución de problemas.** Los usuarios conocen parcialmente la información necesaria para la resolución y requieren de buscar la información que falta y aplicar reglas, leyes, operaciones, etc. para encontrar la solución. En algunos casos el programa no sólo comprueba la corrección del resultado, sino que también tiene en cuenta la idoneidad del camino que se ha seguido en la resolución.

En la tabla 1.1 se muestran las características de cada uno de estos programas, el papel que llevan a cabo el profesor, la computadora y el estudiante; así como algunas aplicaciones y/o ejemplos.

**Persuasivos.** Son los que transmiten información de tipo seductora. Por ejemplo, los programas de propaganda y publicidad comercial que buscan el impacto de la imagen sobre la sensación para promover un producto o servicio.

**Lúdicos.** Son los que tienen como único fin entretener al público. Aquí se incluyen todos los juegos por computadora, los cuales ofrecen un espíritu de competencia a los usuarios. Un programa lúdico no enseña explícitamente, en él se aprende a partir de la vivencia lúdica y de la reflexión acerca de la misma.

### 1.5.2. Por la forma de presentar la información

Los sistemas multimedia de acuerdo a la manera en que presentan la información, pueden ser: presentaciones multimedia y multimedia interactivos. Como veremos a continuación, ambos presentan características diferentes con relación a su aplicación en entornos de aprendizaje.

**Presentación multimedia.** Durante la presentación de la información el usuario no participa, sólo ejecuta la presentación o la pone en marcha. El control de la comunicación está en manos del emisor. Las presentaciones multimedia se caracterizan por tener una secuencia lineal, donde el usuario únicamente avanza y retrocede de una pantalla a otra.

**Multimedia interactivos.** La información que se presenta está en función de la respuesta o elección del usuario. Si se le ofrecen trayectorias alternativas al usuario para que decida dónde ir y qué elegir, decimos que el sistema dispone de interactividad.

**Tabla 1.1.**  
 Clasificación de los sistemas (o métodos) educativos  
 Fuente: Instructional Media, Heinich, et al. (1989)

Método	Descripción	Papel del profesor	Papel de la computadora	Papel del estudiante
<b>Ejercitadores</b>	El contenido ya ha sido enseñado Variedad de preguntas en formatos variados Ejercicios repetidos de preguntas y respuestas como sean necesarios	Preparar las instrucciones Seleccionar el material Combinar los ejercicios para el alumno Verificar el progreso	Hacer las preguntas "Evaluar" las respuestas del alumno Proveer retroalimentación inmediata Registrar el progreso del alumno	Practicar el contenido Responder a las preguntas Recibir confirmación y/o corrección Elegir el contenido y nivel de dificultad
<b>Tutoriales</b>	Presentación de información nueva Se enseñan conceptos y principios Se presentan instrucciones	Seleccionar el material Adaptar las instrucciones Monitorear los avances	Presentar la información Hacer las preguntas Monitorear las respuestas Proveer una adecuada retroalimentación Resumir los puntos clave Conservar los registros	Interactuar con la computadora Ver los resultados Responder a las preguntas Hacer preguntas
<b>Juegos</b>	Competencia Drill-and-practice de forma motiva Individual o en pequeños grupos	Establece límites Dirige el proceso Monitorea los resultados	Actúa como un competidor, juez, anotador de puntos	Aprende hechos/estrategias/habilidades Evalúa opciones Compite con la computadora
<b>Simuladores</b>	Aproximaciones a situaciones de la vida real Basado en modelos reales Individual o en pequeños grupos	Introduce la materia Presenta antecedentes	Da los resultados de las decisiones Mantiene el modelo y su base de datos	Practica las decisiones hechas Presenta opciones Recibe resultados de las decisiones Evalúa las decisiones
<b>Solución de problemas</b>	Trabaja con datos Sistematiza información Representa en forma rápida y exacta los cálculos	Asigna los problemas Verifica los resultados	Presenta el problema Manipula los datos Mantiene la base de datos Provee retroalimentación	Define el problema Establece la solución Manipula las variables Prueba

## 1.6. HERRAMIENTAS PARA CREAR APLICACIONES MULTIMEDIA

La industria tanto de software como de hardware es muy dinámica y crece de manera vertiginosa con el paso del tiempo. Aún así, no existe la herramienta que logre resolver exitosamente todos y cada uno de los caminos por los que la tecnología multimedia se ha ido expandiendo. Es por esto, y en cuanto a software se refiere, que es necesario hacer uso de *varios tipos de software que nos permitan llevar a cabo las diferentes tareas que implica el desarrollo de un sistema multimedia*. Las herramientas que utilizemos, junto con la imaginación y habilidad que se tenga para usarlas, determinan la calidad de nuestro proyecto.

Para cada uno de los diferentes medios de distribución (CD-ROM, web, quiosco, etc.) y las diferentes plataformas (PC, IBM, Macintosh, etc.) existen una *infinidad de herramientas*, las cuales cambian constantemente conforme los desarrolladores de software y hardware liberan nuevas y mejores versiones. En esta sección, se menciona de manera general los tipos de software que existen y el equipo que se requiere para desarrollar y distribuir las aplicaciones multimedia.

### 1.6.1. Software para multimedia. Clasificación

De acuerdo con el Departamento de Multimedia de la DGSCA, el software para multimedia lo podemos clasificar básicamente en cinco categorías: de autoría, de diseño, de propósito específico, de propósito general y utilerías.

#### De autoría

Las herramientas de autoría se definen como programas con elementos pre-programados que permiten desarrollar títulos interactivos multimedia, lo cual facilita la integración sencilla e intuitiva de diferentes medios (texto, imagen, animación, video y audio), complementada con un lenguaje de programación que gestiona el todo en su conjunto.

Ejemplos: Director, Authorware, ToolBook, IconAuthor, Visual Basic, etc.

#### De diseño

El software de diseño sirve para realizar los diseños del sistema multimedia, para desarrollar, editar y animar toda la información visual, tanto ergonómica como conceptual, que será utilizada en el sistema multimedia.

Ejemplos: Photoshop, Flash, 3D Studio, AutoCad, CorelDraw, Fractal Painter, Photo Styler, etc.

## **De propósito específico**

Se considera software de propósito específico a los programas propios de las tarjetas y periféricos de cada sistema multimedia, cuya función principal es manejar a éstos. Por ejemplo el software para digitalizar imágenes, video, audio y diapositivas.

Ejemplos: ColorLab, Sprint Scan, GrabTest, etc.

## **De propósito general**

El software de propósito general son todos aquellos programas auxiliares cuya única función utilitaria es el producto que se obtiene de ellos y que formará parte del sistema multimedia. Por ejemplo los procesadores de texto, convertidores de archivos (de imágenes, audio y video), compiladores, software de reconocimiento óptico de caracteres (OCR), etc.

Ejemplos: Word, Ommipage, ACDSee, Lview, C, Pascal, etc.

## **Utilerías**

Se definen como utilerías a aquellos programas que permiten realizar de forma rápida y eficiente la administración de archivos y directorios; hacer transferencias de información entre computadoras y optimizar los recursos de la computadora.

Ejemplos: Norton, LapLink, FTP, etc.

## **1.6.2. Hardware para multimedia. Clasificación**

El equipo que se requiere para desarrollar aplicaciones multimedia dependerá siempre del tipo de aplicación que se desee desarrollar. Conforme más recursos requiera una aplicación para desplegar los diferentes medios, el equipo de desarrollo y el equipo de entrega tendrá que ser necesariamente más sofisticado y completo.

Para el desarrollo de aplicaciones multimedia debemos considerar dos tipos de equipo multimedia: el equipo de desarrollo y el equipo de reproducción-configuración de entrega.

### **Equipo de desarrollo**

Es el equipo necesario para llevar a cabo la obtención y realización de los elementos en formato digital que requiere el sistema multimedia y que no siempre es necesario para su reproducción.

Este tipo de equipo será de mayor capacidad y costo que el equipo que se requiere para distribuir la aplicación. Dentro de este equipo de desarrollo podemos mencionar los siguientes componentes que debemos tomar en cuenta:

- Conexiones
  - Interface de sistemas para computadoras pequeñas SCSI
  - La interface de control de medios (MCI)
- Dispositivos de memoria y almacenamiento
  - Discos flexibles y discos duros
  - Unidades de CD-ROM
  - Grabadoras de CD-ROM
  - Reproductores de videodisco
- Dispositivos de entrada
  - Teclados
  - Ratones
  - Bolas giratorias
  - Pantallas sensibles al tacto
  - Tabla de gráficos
  - Digitalizadores
  - Dispositivos de reconocimiento óptico de caracteres
  - Cámaras digitales
- Equipo de salida
  - Dispositivos de audio
  - Monitores
  - Dispositivos de video
- Dispositivos de comunicación
  - Modems y redes

## Equipo de reproducción-configuración de entrega

Aunque actualmente el CD-ROM sigue siendo el medio más efectivo de almacenamiento, cada vez se están desarrollando más aplicaciones para la red, como es el caso de las *publicaciones electrónicas*. Definir el medio de distribución determina en gran medida el equipo final que se utilizará para poner en marcha el sistema multimedia creado.

Para un sistema multimedia, cuyo medio de distribución es el CD-ROM, debemos considerar lo siguiente:

- Orientación de la aplicación
- Capacidad de almacenamiento en disco duro
- Capacidad de memoria RAM
- Resolución y cantidad de colores
- Dispositivos adicionales (bocinas, videocaseteras, videodiscos, CD-ROMs, dispositivos electromecánicos, pantallas sensibles al tacto, etc.)

## 1.7. LA TECNOLOGÍA MULTIMEDIA EN EL CONTEXTO DEL APRENDIZAJE

A raíz de la introducción de la computadora en el ámbito educativo, se ha ido extendiendo el espectro de disciplinas que se cruzan entre sí, teniendo como eje común su aplicabilidad en la educación. Hoy en día, podemos hablar de una Informática Educativa, de una Ingeniería Educativa, de un Entrenamiento Basado en Computadora (Computer Based Training, CBT), o de una Instrucción Asistida por Computación (Computer Assisted Instruction, CAI). Todas estas disciplinas y métodos tienen el gran reto de integrar argumentos pedagógicos a los cursos de enseñanza por computadora que se diseñan para fines educativos.

La tecnología multimedia es cada vez más utilizada por estas disciplinas para crear software educativo o cursos de enseñanza por computadora (courseware). Pero, ¿qué aportan de nuevo los sistemas multimedia en el terreno de la enseñanza?. En efecto, lograr medios que exijan una mayor participación por parte del alumno ha sido desde siempre, una de las mayores preocupaciones de los diseñadores de material didáctico impreso.

Con base en nuestra definición de multimedia descrita en la sección 1.4, sabemos que esta disciplina nos permite integrar en forma simultánea: texto, imagen, animación, video, audio y dispositivos electromecánicos controlados por la computadora, permitiendo un diálogo intuitivo y espontáneo entre ésta última y el usuario. Esta combinación de elementos junto con la interactividad que proporciona un sistema multimedia, forman la base para crear sistemas atractivos que apoderen la atención del usuario.

Existen ciertos aspectos cuyo análisis nos ayudará a entender mejor cuál es el papel que la tecnología multimedia tiene en la enseñanza. Como primer punto, la interactividad, pieza clave de todo sistema multimedia interactivo y quizás, el aspecto crucial para entender las posibilidades que estos sistemas ofrecen a la enseñanza. Como segundo punto, la importancia de integrar la lúdica en los sistemas multimedia. Y como tercer punto, un diseño centrado en las creencias del alumno para motivar su aprendizaje.

A continuación, se explican estos puntos, para finalmente concluir con las ventajas y desventajas de los sistemas multimedia en la educación.

### 1.7.1. La interactividad

La interacción es, sin duda, la innovación más relevante que ha aportado la tecnología multimedia y que la distingue de otras disciplinas. La podemos definir como la acción o influencia recíproca entre dos o más personas o cosas (en nuestro caso, entre el usuario y la computadora). En este sentido, no debe confundirse la respuesta motora de pulsar el ratón para avanzar, regresar, salir, etc. con interactividad.

La capacidad que tenemos los seres humanos por recordar lo que aprendemos, se ve influenciada de cierta manera por la forma en que los diferentes medios se conjuntan para reforzar una idea o un concepto. De acuerdo con Heinich, et al. (1989), la gente recuerda arriba del 50% de lo que ve y escucha. Este porcentaje puede incrementarse aún más, si se incorpora la interactividad como un elemento más en el desarrollo de software educativo

multimedia. De este modo, el usuario puede mejorar su aprendizaje por ver, escuchar y hacer.

Para que la comunicación sea efectiva, ésta debe enlazar modalidades multidimensionales de comunicación y aprovechar todo el potencial de nuestra forma de experimentar la vida. Los sistemas multimedia permiten que la gente sea más participativa, lo que eleva su poder de retención. La palabra clave, en esta búsqueda de mayor participación del usuario en el sistema, es "implicación" más que "actividad". Los autores de materiales didácticos han desarrollado dicha implicación en dos niveles (Salinas, 1996):

- *Implicación de la inteligencia y el razonamiento lógico.* Los usuarios contribuyen con sus propias ideas y pensamientos. Se encuentran motivados por la búsqueda de soluciones.
- *Implicación de la imaginación y los sentimientos.* Se trata de proporcionar al estudiante la oportunidad de usar su propia imaginación e improvisación, de estimularlos a expresar sus propios sentimientos y opiniones.

No debemos confundir implicación y participación con respuesta motora. El hecho de pulsar un botón no transforma una presentación en un programa interactivo. La participación del alumno la podemos tener cuando responde, selecciona, decide, etc.

La interactividad de un sistema, según Salinas (1996), influye en varios aspectos:

- *En la conducta del usuario.* Permite desde el simple ojeo o navegación hasta la autoría pasando por la exploración de problemas.
- *En el entorno.* El sistema es utilizado predominantemente para recuperación de la información, o como herramienta colaborativa, o como herramienta constructiva donde el usuario participa en la elaboración de la base de conocimiento.
- *En la función del sistema.* Tutor en la recuperación de información, herramienta para la exploración de problemas mediante colaboración, o tutelado cuando es el usuario en que "enseña" al sistema, participando en la construcción del mismo.

## 1.7.2. El aspecto lúdico

La tecnología multimedia hace más atractiva la enseñanza, y una clave para aprender fácilmente es asociar aprendizaje con diversión. Como dice Cervantes (1999): "Al igual que en casi todas las áreas de nuestra vida, la única manera de conseguir que alguien haga algo es que desee hacerlo ¿por qué no hacer divertida la enseñanza?".

Con la motivación podemos lograr que alguien se interese o se anime en hacer una actividad determinada. Por lo tanto, el aprendizaje requiere motivación y éste, será un elemento crucial en el desarrollo de software educativo. Podemos decir que lo interesante de un software educativo es que es posible divertirse y al mismo tiempo aprender haciendo. El software educativo debe ser sencillo, intenso y profundo. Sencillo para aprender de él,

intenso en el aspecto audiovisual para captar y retener la atención y con la profundidad y el interés necesarios para que el alumno se identifique y se divierta.

Para apoyar esta teoría, la tecnología multimedia se vale de varios medios para explicar de forma más simple y divertida los temas complejos o situaciones que en la realidad es difícil observar, como la simulación de una planta nuclear que puede ser vista mediante un video, por ejemplo.

El hecho de que el usuario se mantenga en interacción con un programa, no es solamente lo relevante que sea su contenido, lo excitante que sean sus retos, sino también el componente lúdico que conlleva.

### **1.7.3. Las creencias del alumno contra las evidencias que las contradigan**

Si nuestra intención es crear software que sea interesante y útil para el alumno, entonces debemos pensar en desarrollar software centrado en él, integrando la duda como elemento de motivación.

Para que surja una duda en los alumnos, primero es necesario identificar sus creencias que tiene respecto al tema de estudio. Esto es así, porque lo que los alumnos aprenden depende en gran medida de lo que ellos saben o creen saber. Desde este punto de vista, conocer lo que el estudiante sabe y cree, permite en principio respetar sus “creencias” y de esta manera, cambiar la forma de enseñar conceptos nuevos utilizando más que convencimiento dogmático, evidencia creíble (Gálvez, 2001).

El conocimiento que se tenga acerca de las “creencias” de los alumnos además de servir como guía para el diseño del software a desarrollar, puede usarse como pauta para la generación de dudas; fungiendo éstas como motivos para reforzar su aprendizaje, ya que lo enfrentan con él mismo, provocan su reflexión y le permiten tomar ciertas decisiones sobre su aprendizaje (Gálvez, 2001). Y en éste ámbito, la tecnología multimedia tiene mucho que ofrecer, pues nos brinda la posibilidad de introducir textos, imágenes, videos, etc., que despierten el interés y la duda en los alumnos, convirtiéndose éstas últimas, en la base de su propio aprendizaje.

Por lo tanto, confrontar las creencias del alumno con evidencias que las contradigan, puede ayudar a estimular el interés de los alumnos por explorar el software y como consecuencia, que ellos aprendan de él.

### **1.7.4. Ventajas de la tecnología multimedia en la educación**

Multimedia proporciona muchas ventajas al aprendiz, especialmente por sus habilidades para adaptarse a las diferencias individuales y permitirle controlar la ruta de su propio estudio. El aprendiz puede ser dirigido o no dirigido a través de la información. El sistema puede proveer interfaces para cada usuario con niveles variados de orientación. Algunos estudios han mostrado que un ambiente controlado por el aprendiz puede ser más efectivo

que un programa que se adapta automáticamente a las diferencias del aprendiz (Galvis-Panqueva, 1996).

Al proporcionar información en una variedad de modalidades, proveer un contexto de la información y permitir múltiples rutas a través de su conocimiento, el sistema permite al *alumno seleccionar información en el formato o formatos más adecuados a su estilo de aprendizaje, nivel de habilidades y necesidades de información a través de un sistema unificado de acceso*. Todo esto, incrementa el compromiso del alumno por aprender. Pero un sistema multimedia también puede ser usado en ambientes cooperativos o de grupo, es decir, con un grupo de usuarios que contribuyan a una base de datos común de información.

La descripción de las características educativas que presentan los sistemas multimedia dependerá de la concepción que se tenga del mismo, pero hay ciertas ventajas que estos sistemas nos proporcionan. Estas son:

- Permiten, al reunir diversos medios, esclarecer conceptos que un medio aislado no puede.
- Permiten la visualización de conceptos abstractos, que en otros medios no es posible.
- Permiten la visualización de fenómenos naturales que quedan fuera de las capacidades de los sentidos humanos.
- Permiten concentrar y acceder a información que en otros medios sería difícil de manipular.
- Permiten consultar información a la que no se tiene acceso de otra manera.
- Ofrecen al usuario una multitud de estímulos, un alto nivel de motivación, un interés atractivo, y a la vez, bien utilizados, son herramientas potenciadoras para el desarrollo cognoscitivo del alumno.

*Cabe mencionar que tener estas opciones no presupone una mejor instrucción, ni una mayor interactividad. En la medida en que el sistema pretenda mediante distintos tipos de actividades ayudar a adquirir una habilidad, un conocimiento, una conducta, o cambiar una actitud, es lo que convierte un sistema multimedia en formativo. El modo en que está estructurada la información junto a las formas de navegar en ella y las vías mediante las cuales los usuarios interaccionan con los sistemas, combinadas con el sistema de tutoría, dan lugar a distintas aplicaciones educativas de los sistemas multimedia.*

Desde esta perspectiva, lo que nos debe preocupar hoy en día, no es saber si la tecnología multimedia es útil a la educación o no, sino descubrir y estudiar de qué manera debemos manejar los diferentes medios que nos ofrece esta tecnología para construir *software educativo de calidad* que realmente aporte grandes beneficios al proceso de la enseñanza-aprendizaje, y de esta manera, lograr que el usuario logre interactuar efectivamente con el software y que aprenda de él.

Esta tecnología será efectiva instruccionalmente en la medida en que comprometa activamente al estudiante en un proceso comunicativo en forma de diálogo; en la medida en que el software genere necesidades dentro del alumno: necesidad por explicarse o entender

algo. Y la única manera de conseguir que alguien haga algo es que desee hacerlo (Cervantes, 1999). La comunicación que exista entre el sistema y el alumno es importante, pues mientras el programa plantea cuestiones, problemas, etc.; el estudiante da respuestas cualitativas a estas cuestiones, y el sistema, dependiendo de dichas respuestas, continúa la instrucción en el punto adecuado (Salinas, 1996).

### 1.7.5. Desventajas de la tecnología multimedia en la educación

Más que hablar de desventajas, nuestra intención es poner algunos puntos de reflexión que nos ayuden a meditar sobre el uso que se le está dando actualmente a la tecnología multimedia.

En primer lugar, los sistemas multimedia no pueden resolver todos los problemas de aprendizaje que existen. Salinas (1996) menciona al respecto:

1. El potencial de multimedia en la educación se ha convertido en una idea muy manida. Y sin embargo, no es, ni probablemente lo será, un sistema aplicable a cualquier situación de instrucción.
2. Los sistemas multimedia se han convertido en un medio de moda, con los problemas que ello supone (falta de reflexión sobre el fenómeno, aplicaciones inadecuadas, frustraciones,...).
3. La fascinación general por multimedia oculta los problemas reales que las innovaciones educativas encuentran al introducirse en el sistema educativo (los planes de estudio y objetivos del software no son los correctos para el alumno, las estrategias pedagógicas usadas en el software están basadas en una cultura y una idiosincrasia ajenas a las nuestras, las aplicaciones no son centradas en el alumno, etc.).

Y en segundo lugar, la producción de un sistema multimedia sigue siendo costosa, pues se requieren grandes recursos técnicos y materiales para generar un sólo producto educativo. Además, se requiere contar con un equipo multidisciplinario de trabajo, con el que muchas veces es difícil contar. Esto trae como consecuencia, que al no producir el software que nos demanda la sociedad —o no tan rápido como desearíamos—, nos tengamos que adaptar a otro tipo de software que se encuentra en el mercado, pensado para otro tipo de sociedad y con características educativas diferentes.

Lo anterior nos lleva a reflexionar que no debemos caer en la tentación de resolver todos los problemas educativos con sistemas de este tipo. La producción de software educativo es costosa, por lo que debemos aprovechar mejor los recursos para desarrollar software que sea en verdad útil a la sociedad. No necesariamente todas las fases del proceso de aprendizaje requieren soporte, sólo algunos sistemas multimedia educativos son convenientes para un caso dado.

Por nuestra parte, nuestra hipótesis es que la tecnología multimedia será efectiva, en la medida en que genere necesidades dentro del alumno, necesidad por explicarse o entender algo. La tarea, por lo tanto, consiste en identificar las exigencias educativas relevantes y

pertinentes, mantener el eje focal sobre el usuario y hacer un análisis previo de las ventajas que aportará la tecnología multimedia para construir software educativo que ayude al usuario a aprender de él.

## 1.8. ELEMENTOS DE MULTIMEDIA EN LA ENSEÑANZA

“Los acontecimientos que recordamos mejor, presentan elementos de asociación que involucran dos o más sentidos, recordamos algo con mayor eficacia cuando mentalmente nos remontamos a la situación específica e imaginamos lo que vimos, escuchamos, percibimos y sentimos” (Cervantes, 1999). Desde esta perspectiva, las personas asimilamos mejor cualquier tema fijándonos en un gráfico o esquema, oyendo un sonido, viendo una película o eligiendo una trayectoria. La ventaja que un sistema multimedia nos proporciona, es que podemos encontrar todos estos elementos integrados en un solo sistema.

Con los elementos de multimedia podemos informar, ejemplificar, orientar o entretener. El texto, imagen, animación, video y audio, por sí mismos, son importantes y todos han sido utilizados de manera aislada para la enseñanza desde hace muchos años. Al impartir una clase escribimos en el pizarrón mientras hablamos; hacemos uso de libros, artículos o apuntes, que contienen texto y/o gráficos; ejemplificamos un fenómeno físico a través de un video, etc. Osin (1996) los menciona como cambios de presentación que se han dado a través del tiempo. Sin embargo, los elementos de multimedia no tendrían sentido si estuvieran separados. El impacto que pueden lograr juntos es mayor para nuestra manera de percibir mejor las cosas.

El poder de un medio no recae en la manera en que nos ofrece el mensaje, sino que también depende de las técnicas involucradas en cada medio (secuencia, tipos de edición, formas, etc.) Este poder es difícil de analizar, porque es muy subjetivo y es difícil identificar qué técnicas o combinaciones han causado una respuesta. El poder de los medios, mensajes y técnicas se muestra solamente cuando la persona que recibe los mensajes los interpreta, por lo que, necesitamos considerar el nivel de habilidad de la persona que está recibiendo el mensaje, así como, el impacto de las técnicas mismas (England y Finney, 1999).

De esta manera, el impacto de cada elemento depende de una combinación de la calidad del contenido, el medio por sí mismo y la técnica empleada. Los medios serán justificados siempre y cuando se adecuen bajo un claro y adecuado contexto.

Habrán ocasiones en que un medio cubrirá algunos conceptos mejor que otros. Para lograr un mayor beneficio, es importante distinguir las funciones que cada uno de los medios nos proporciona, de acuerdo a sus características y según la manera en que se utilice. En las siguientes secciones se explica por separado lo que cada elemento de multimedia nos aporta en la enseñanza: sus ventajas, desventajas y sugerencias.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Para los aspectos técnicos de los elementos de multimedia puede consultar: “Todo el poder de Multimedia”, Vaughan (1995)

### 1.8.1. Texto

El texto es un segmento de información representado por un conjunto de caracteres que transmite un mensaje en forma escrita. Siendo una parte integral de cualquier aplicación multimedia, necesita ser pensado y presentado con sumo cuidado como los demás elementos de multimedia. Vaughan (1995) menciona con respecto al texto:

Las palabras y símbolos en cualquier forma, hablada o escrita, son los sistemas más comunes de comunicación. Con precisión y detalle brindan el significado más extendido al mayor número de personas. Por esto son elementos vitales de los menús de multimedia, los sistemas de navegación y el contenido.

Conforme a esto, es importante seleccionar textos con pocas palabras cargadas de significado. Este significado debe ser preciso y claro para el usuario, expresando en las palabras lo que se necesita decir: usar texto para títulos y encabezados (de lo que se trata), para menús (a dónde ir), para navegación (como llegará) y para contenido (lo que verá cuando llegue).

“El texto en la pantalla sirve a muchos usos: tiene que tener una apariencia apropiada para el mensaje, tiene que ser fácil de leer y tiene que funcionar en la interfaz” (Kristof y Satrán, 1998). Hacer texto fácil de leer es más complejo de lo que muchos se imaginan, pues mantener el equilibrio entre el contenido y lo estético no es tarea fácil: muy poco texto requiere de muchos cambios de página y actividad innecesaria del usuario; demasiado texto hace que la pantalla se sobrecargue y sea desagradable. Los lectores son eficientes en descifrar texto, pero su trabajo puede ser simple o complicado por la técnica empleada en la presentación del texto. Los usuarios de la aplicación tendrán ciertos objetivos una vez que leen el texto, porque ellos tomarán la decisión de leer o no la información.

#### Ventajas del texto en la enseñanza

- El texto es todavía, una poderosa manera de comunicar. Permite a los lectores más control que otros elementos de multimedia porque ellos controlan su paso de lectura; pueden releer y pausar, si es necesario, para pensar lo que se les está presentando. Deciden cómo y cuándo asimilar la información.
- Su utilidad es explotada en ayudas explicativas, de reforzamiento, en resúmenes de temas, títulos, etc. Es el elemento que siempre estará en una aplicación multimedia.

#### Desventajas del texto en la enseñanza

- Cuando el texto es un componente dominante —Internet es un ejemplo muy claro—, dificulta la lectura en la pantalla; además de que produce en el usuario un estado de aburrimiento o enfado, por lo que, tiende a abandonar el programa.
- Querer utilizar la tecnología multimedia para reproducir un libro de texto, puede ocasionar que la gente no lea la obra expuesta, pues aún predomina el gusto y la preferencia por leer un libro en nuestras manos.

- Nuestros ojos están acostumbrados a la alta resolución que nos proporciona la televisión, por lo que, la resolución pobre de la pantalla dificulta la lectura del texto.
- Si el texto se presenta como mapa de bits (es decir, como imagen), se vuelve más difícil hacer revisiones porque no se puede seleccionar ni mover. Tampoco se puede editar ni buscar palabras.

## Sugerencias

- Mantener un equilibrio entre el contenido y lo estético.
- Se recomienda que el texto se combine con locución para descansar los sentidos de percepción.
- En cuanto a la cantidad de texto que debe ponerse, es importante considerar las *dimensiones de la pantalla y su legibilidad*. Así mismo, es conveniente tomar en cuenta la edad del usuario para elegir el tipo de fuente, tamaño y color.

### 1.8.1.1. Hipertexto

El hipertexto es un sistema que permite conectar pantallas de información usando ligas para asociarlas. Cuando una aplicación multimedia incluye grandes cantidades de texto o contenido simbólico, éste puede indexarse y sus elementos pueden vincularse para obtener una rápida recuperación electrónica de datos de la información asociada (Vaughan, 1995).

Ted Nelson, creador del término "hipertexto" en 1965, sostiene que la estructura básica del pensamiento no es secuencial ni "lineal", por lo que, "los sistemas de hipertexto basados en computadora alterarán de modo fundamental la manera en que nos acercamos a la literatura y la expresión de las ideas durante las décadas por venir".

El hipertexto representa un tipo de navegación no lineal y asociativa, que le brinda al usuario la posibilidad de ahondar en el tema si así lo desea. Consiste de piezas interligadas de texto. Estas piezas pueden ser ventanas, archivos o programas; y a cada una de estas unidades de información se les denomina "nodo". Cada nodo, puede tener apuntadores a otras unidades. A estos apuntadores se les denomina "ligas". Las ligas son frecuentemente asociadas con partes específicas dentro de los nodos que conectan teniendo acceso a diferentes medios como textos, gráficas, videos y sonidos, lo que conocemos como hipermedia.

En un sistema multimedia, el hipertexto consiste de conectar pantallas de información en forma no secuencial; nos permite saltar de una página a otra y desde ésta volver a la anterior o al inicio sin ningún problema, utilizando para ello referencias cruzadas. Con este procedimiento, podemos dividir el sistema en diferentes niveles de acuerdo a la importancia o al orden que queremos darle a la información. Así, mediante palabras claves el usuario puede ir navegando a su libre elección y decidir si desea consultar la información que se

encuentra en los niveles más bajos. Las aplicaciones de hipertexto se utilizan con mucha frecuencia en las ayudas en línea y en aplicaciones léxicas.

Las herramientas de autoría presentan dentro de sus opciones la posibilidad de crear un sistema de hipertextos de manera fácil. Anteriormente, las aplicaciones contenían grandes cantidades de texto, y eso se debía a las limitaciones de espacio en disco duro. Cuando el problema de espacio se resolvió, se consideró la manera más eficiente de usarlo, al combinarlo con otros elementos gráficos e integrando los hipertextos para profundizar más en el tema seleccionado. Ahora, el hipertexto lo podemos ver acompañado de imágenes, animaciones, video o audio, lo que conocemos como hipermedia.

### 1.8.2. Imagen

“La imagen es una forma de taquigrafía mental muy poderosa ya que las imágenes tienen la capacidad de recuperar una gran cantidad de información en forma más rápida e intensa que las palabras” (Cervantes, 1999). La imagen por sí sola, nos ofrece la posibilidad de imaginar y de intuir lo que nos quieren transmitir.

Así, en una aplicación multimedia las imágenes son pantallas que se usan como área de comunicación visual con el usuario. Son los elementos ilustrativos de un contenido o de un contexto. Estos elementos a los que nos referimos pueden ser: señales o iconos, dibujos, fotografías, caricaturas, gráficas, diagramas, mapas, etc. Dependiendo del contenido y del perfil del usuario serán elegidos para representar una idea. Por ejemplo, investigaciones sobre las imágenes que prefieren los niños (Heinich, et al., 1989) mencionan que:

- Prefieren el color sobre el blanco y negro
- Eligen fotografías sobre los dibujos
- Prefieren el realismo en forma y color
- (niños más pequeños) prefieren ilustraciones simples que complejas
- (niños más grandes) prefieren ilustraciones complejas que simples

Debido a esto, es necesario hacer una adecuada elección entre las ilustraciones que son de la preferencia del usuario y las ilustraciones que son efectivas en la enseñanza.

Las imágenes que observamos en las aplicaciones multimedia pueden ser:

*Abstractas.* Texto, gráficas, tablas, histogramas.

*Figurativas.* Esquemas anatómicos, mecánicos o arquitectónicos, dibujos animados en tercera dimensión, fotografías, caricaturas o bien una combinación de cualquiera de ellos.

## Ventajas de la imagen en la enseñanza

- Las imágenes pueden representar ideas abstractas de una manera más realista.
- Pueden ser utilizadas de muchas maneras en todos los niveles de instrucción y en todas las disciplinas.
- La gente aprende cerca del 10% por escuchar y arriba del 80% de lo que ve. Aún más importante, es que la gente recuerda cerca del 20% de lo que escucha, pero arriba del 50% de lo que ve y escucha (Heinich, et al., 1989).
- Una imagen puede servirnos, en muchas ocasiones, para ejemplificar una idea que con palabras resulta difícil de explicar. La gente tiende a “proyectar” sus propias esperanzas, miedos, y prejuicios en imágenes o mensajes verbales que son ambiguos. Debido a esto, es posible representar una idea que resulta ambigua por medio de una imagen.
- Una gráfica bien organizada puede servir para estructurar los puntos o conceptos principales de un material textual. Este tipo de ayudas visuales comunican la organización del contenido.
- Los diagramas de flujo pueden mejorar la comprensión de direcciones cuando son comparados con las direcciones dadas de manera verbal.

## Desventajas de la imagen en la enseñanza

- Las imágenes simbólicas pueden ser interpretadas de manera diferente dependiendo de los antecedentes educativos y culturales del usuario. Debido a esto, es importante hacer una buena elección de las imágenes, considerando la edad del usuario final y su contexto para evitar confusiones.
- Con relación al punto anterior, si una imagen no tiene un título que refuerce su significado, puede ocasionar que el usuario interprete la idea de diferente manera.
- Las imágenes demasiado realistas pueden distraer a los niños más pequeños.
- El uso excesivo de imágenes puede resultar confuso para el usuario, lo que no le permite entender bien el tema.

## Sugerencias

- Al crear las imágenes, considerar la unidad, línea, apariencia, forma, tamaño, alineación, balance y color.
- Tomar en cuenta la edad del usuario final.

- Presentar las imágenes simultáneamente con el texto o audio correspondiente para evitar confusiones en cuanto al mensaje que se desea proporcionar.
- Ofrecer una buena resolución y calidad en las imágenes para no distraer la atención del usuario en revisar errores técnicos.

### 1.8.3. Animación

Una animación tal cual, la obtenemos a través de un fenómeno biológico que conocemos como persistencia de la visión, al captar una sucesión de imágenes. La imagen de un objeto se queda "impresa" en la retina por breve tiempo; si el ojo capta variaciones de posición de ese mismo objeto en una secuencia lógica, y más aún, si se le presentan aisladas en forma rápida, el cerebro registrará una secuencia de imágenes denominada movimiento; dependerá de la velocidad el que se apegue al "tiempo real" de vida.

En computación las animaciones mantienen la misma lógica, se trabajan cuadros independientes conteniendo imágenes fijas que al presentarlas sucesivamente provocan en el espectador una sensación visual de movimiento, agregando un gran impacto visual al sistema multimedia.

Las animaciones pueden ser creadas en dos o tres dimensiones a través de paquetes especializados de animación. Existen cuatro tipos principales de animación por computadora, la cinematográfica, la animación virtual en computadora, la que se logra mediante programación y el morphing.

**Cinematográfica.** El efecto de movimiento se logra al cambiar de posición algunos objetos o fragmentos del conjunto sobre un fondo o "background". En éste caso, la animación se logra mediante cambios mínimos y sucesivos en los dibujos, que en conjunto forman los movimientos del personaje o situación.

**Creación de espacios virtuales.** Se mueven objetos virtuales. Esta opción es mucho más versátil, y atractiva, sin olvidar que también es precisa y de mucho más calidad que la anterior, por eso se acerca más a la realidad.

**Programadas.** Creadas por medio de lenguajes de programación, tales como C, C++, Pascal, etc., y ejecutadas en tiempo real, lo que reduce considerablemente el espacio en disco duro. Es de poco realismo, pero son muy aconsejables cuando se trata de animaciones sencillas que necesitan ser elaboradas en poco tiempo.

**Morphing.** Se trata de una metamorfosis o morfismo, en el lenguaje del diseñador gráfico se define como la pregnancia de un objeto a otro, no solo podemos obtener transiciones de imágenes fijas, sino también en movimiento.

La verdadera animación, donde los personajes y los objetos se mueven y cambian, se suele guardar y reproducir en video, de manera que integrarlo a la interfaz es similar a trabajar con un video digital. No obstante, existen una serie de técnicas que pueden animar los elementos de la interfaz, como las siguientes:

- Elementos que cambian (secuencias de imágenes)
- Elementos que se mueven (palabras, imágenes, etc.)
- Elementos que aparecen y desaparecen (imágenes)
- Transiciones de pantalla

### **Ventajas de la animación en la enseñanza**

- La combinación de visión y sonido es más poderosa para la mayoría de las personas.
- La animación agrega impacto visual a una aplicación multimedia. Acentúa ciertas cosas y le dan más vida.
- Una animación nos permite crear énfasis: los elementos que se mueven o cambian de aspecto pueden llamar la atención sobre un tema o provocar una acción por parte de los usuarios.
- Nos permite establecer una secuencia. La introducción de los elementos a la vista del espectador de uno en uno nos ayuda a presentar los temas y sugerir el orden de reproducción.
- Los efectos de transición trasladan a los usuarios entre los temas de una manera más refinada.
- Adecuadas para representar movimiento, trayectoria y organización espacial.
- Las animaciones pueden representar una idea que resulta ambigua.

### **Desventajas de la animación en la enseñanza**

- La animación atrapa la mirada y hace que las cosas se noten. Pero como el sonido, la animación se vuelve insustancial si se aplica incorrectamente (fuera de contexto).
- Mientras más pequeño sea el objeto animado, más rápido podrá moverse, de lo contrario, puede resultar cansado para el usuario esperar a que se ejecute totalmente.
- Su abuso puede ocasionar que las pantallas se vean atiborradas y “ruidosas”, lo que ocasiona una sensación de fastidio en el usuario.
- Las animaciones mal realizadas, lejos de explicar el contenido claramente, crean confusión en el usuario.

## Sugerencias

- Hacer uso de animaciones de manera moderada para no distraer demasiado la atención del usuario y alejarlo del tema que se esté tratando.
- Las animaciones en tres dimensiones requieren mayor tiempo de desarrollo y son más costosas, por lo que es recomendable hacer uso de éstas, cuando desee explicar un fenómeno u objeto desde varias perspectivas.
- Crear animaciones lo más acercadas a la realidad, de lo contrario, el objetivo de enseñar queda alejado.
- Reforzar la presentación de animaciones con audio cuando sea necesario enfatizar alguna parte de ésta.

### 1.8.4. Audio

Nos atrevemos a decir que quizás el sonido es el elemento de multimedia que más excita los sentidos. Se puede brindar placer con cierto tipo de música, se puede sorprender con efectos especiales causando "ruido" en nuestra percepción visual, o simplemente crear el ambiente que establezca la atmósfera adecuada. En pocas palabras, es un elemento de comunicación esencial para reforzar la información y disfrutar un recorrido.

En una aplicación multimedia, los diferentes tipos de grabación de audio son los siguientes:

- Sonido (música de fondo, efectos especiales de sonido y diálogos)
- Audio digital

### Ventajas del audio en la enseñanza

- El audio puede presentar simultáneamente mensajes verbales de manera más dramática de lo que se puede conseguir con solo leer la información.
- Ideal cuando se necesita proporcionar un proceso dinámico o cuando se desea proporcionar más realismo.
- Permite crear énfasis sobre un tema o provocar una acción por parte de los usuarios.
- Cuando se desea que el usuario aprenda a pronunciar palabras en otro idioma, el audio resulta fundamental para presentar un ejercicio a través de repeticiones continuas.
- Un sonido puede causar alegría, angustia o desagrado al usuario, por lo que, es conveniente en refuerzos donde el usuario da una respuesta correcta o incorrecta en los ejercicios presentados.

## Desventajas del audio en la enseñanza

- Cuando predomina el audio en una aplicación multimedia, específicamente las locuciones demasiado largas, puede distraer la atención del usuario. En efecto, escuchan la presentación pero no comprenden lo que se les está diciendo.
- Cuando el audio es innecesario, en el caso específico de efectos de sonidos al tocar un botón, área sensible, etc., puede distraer la atención del usuario.
- Un efecto de sonido, música o un narrador equivocados funcionan en contra del mensaje que se quiere transmitir: el esfuerzo invertido en elegir el audio apropiado resulta en una comunicación más centrada y eficaz.
- Cuando se opta por un narrador, éste debe ser el adecuado. Cuando la cara y los gestos del locutor no están ahí para personalizar la voz, los oyentes notan cualquier defecto de dicción o locución, lo que trae como consecuencia la distracción del usuario.

## Sugerencias

- Permitir al usuario el control del audio como sea posible (detener, volumen, pausa, repeticiones, etc.).
- Proporcionar reforzamiento a través de imágenes y/o textos cuando se desea enfatizar una idea.
- Lograr una buena sincronía entre el audio y los despliegues de información visual.
- Hacer uso del audio de manera moderada para no distraer la atención del usuario y alejarlo del tema que se esté tratando.

### 1.8.5. Video

El video tiene un poder increíble para darle vida a la pantalla de la computadora. Una imagen estática no tiene comparación con otra que habla y se mueve. Pero se borra la novedad casi inmediatamente si el video no presenta un mensaje o una experiencia cautivadores (Kristof y Satrán, 1998).

El video es de hecho, una combinación de medios, ya que, generalmente utiliza sonido y se acompaña de imágenes de alguna manera.

## **Ventajas del video en la enseñanza**

- Las imágenes en movimiento tienen una enorme ventaja sobre otros medios visuales para representar conceptos donde el proceso del movimiento es esencial (como el proceso para elaborar una artesanía).
- Un video nos permite mostrar operaciones quirúrgicas o experimentos científicos, donde los pasos resultan imposibles o críticos de seguir por el usuario.
- Los registros visuales permiten al usuario observar fenómenos que pueden ser dañinos o peligrosos para verse directamente (como un eclipse de sol, una erupción volcánica, etc.).
- Pueden utilizarse para recrear sucesos dramáticos como eventos históricos. En entrenamientos de negocios o en la industria, los videos nos permiten analizar problemas de relaciones humanas.
- Debido al gran potencial que tienen los videos en cuanto al impacto emocional que logran sobre las personas, un video nos puede ser útil para influir en las actitudes sociales.
- Con el realismo de los videos, es posible apreciar la forma de vida de otras culturas.
- Los usuarios no aprenden más, sin embargo, aprenden más rápido y retienen la información por más tiempo (Heinich, et al., 1989).
- La combinación de visión y sonido es más poderosa para la mayoría de las personas.

## **Desventajas del video en la enseñanza**

- La mayor desventaja del video es que requiere mucho espacio en disco.
- Aunque el video tiene ventaja para conceptos que involucran movimiento, éstos pueden ser inadecuados para otros tópicos donde se involucra el estudio detallado de una imagen estática, por ejemplo, un mapa, un diagrama o un diagrama de organización.
- Un video puede ocasionar malas interpretaciones, por ejemplo, una escena sátira puede ser aceptada literalmente por un usuario joven. Un villano puede ser considerado como héroe, entre otros ejemplos.
- El video es un medio costoso, tanto de software como de hardware; además requiere mucho espacio en disco duro y de memoria.
- El tamaño del video en las computadoras aún se encuentra dependiente de la cantidad de espacio en disco, mientras más resolución y calidad tenga el video, mayores recursos se requerirán de la computadora.

## Sugerencias

- Hacer uso de videos de manera moderada para no distraer demasiado la atención del usuario y alejarlo del tema que se esté tratando.
- Crear videos lo más acercados a la realidad, de lo contrario, el objetivo de enseñar queda alejado.
- Reforzar la presentación de videos con audio para darle mayor realismo.
- Permitir al usuario el control del video como sea posible (detener, volumen, pausa, repeticiones, etc.).
- Lograr una buena sincronía entre el video y el audio.
- Hacer un uso moderado de los efectos de transición de imágenes.

Si bien hay mucho que decir respecto a la tecnología multimedia, debido a que es una tecnología versátil y se aplica en muchos ámbitos de nuestra vida diaria, nuestro enfoque en el presente capítulo fue fundamentalmente en el plano educativo y, específicamente en el desarrollo de software educativo.

Se hizo mención de lo que es la tecnología multimedia, tipos de sistemas multimedia, herramientas para desarrollarla sin entrar en detalles técnicos, lo que ofrece en el ámbito educativo, sus ventajas y desventajas al respecto, y los elementos que la integran y cómo integrarlos en la enseñanza.

En el siguiente capítulo daremos las especificaciones de software educativo multimedia de calidad. Bajo este punto, daremos los parámetros que consideramos dan al software educativo multimedia el término de calidad. Así mismo, se dan las técnicas utilizadas en la evaluación de este tipo de software.

## **CAPÍTULO 2**

# **ESPECIFICACIONES DE SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA DE CALIDAD**

---

# CAPÍTULO 2

## ESPECIFICACIONES DE SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA DE CALIDAD

*La tecnología es el motor que impulsa el diseño de interfaces. Esta sinergia es sin embargo una espada de dos filos: aún cuando el poder de la tecnología nos permite realizar grandes logros, nos ata de manera simultánea a maneras de pensar que son contrarias a la dirección natural del comportamiento humano. Casi todos los problemas con la interface-usuario modernas se originan en diseñadores inteligentes y bien intencionados, pero que se concentran en los aspectos equivocados. En lugar de tecnologías y procedimientos, debemos dirigir nuestras energías a los objetivos fundamentales del usuario, aún cuando ellos mismos los desconozcan.*

*Alan Cooper  
"Padre" de Visual Basic*

### 2.1. INTRODUCCIÓN

La intención de desarrollar software educativo de calidad, como mencionamos en el capítulo uno, no es simplemente una combinación de ideas docentes apoyadas sobre una base informática. Muchas veces, conduce a realizar un cambio estructural en la manera de concebir y desarrollar las soluciones. Dentro de este contexto, uno de los aspectos que debemos analizar con mayor detenimiento, es la dificultad de contar con criterios y/o lineamientos que permitan una adecuada valoración de las posibilidades educativas del software educativo.

En este capítulo, se presentan algunas de las características que deben tener los programas educativos para ser considerados de calidad. Los datos se obtuvieron de fuentes *confiables, así como de la experiencia adquirida a lo largo de varios años de desarrollar software educativo multimedia*. De la misma manera, se aborda la importancia de realizar una adecuada evaluación para verificar si la meta y los objetivos se están cumpliendo.

## 2.2. ÚTIL, UTILIZABLE Y EDUCATIVO

El que un software educativo sea útil, utilizable y educativo significa que está diseñado con la intención de ser un software de calidad. Estos son los parámetros, que a nuestra consideración son los que todo software educativo debe tener. Los tres conceptos son igualmente importantes y cada uno de ellos involucra diversas tareas y retos que es necesario tener en mente cuando diseñamos software educativo multimedia. A continuación se da la definición de los tres conceptos.

### 2.2.1. Definición de útil, utilizable y educativo

Los tres conceptos que a continuación se mencionan, sirven para estudiar la manera como se relacionan los usuarios con las computadoras, lo que nos permite establecer criterios, modelos, métodos y herramientas que ayuden a desarrollar software educativo de calidad.

#### Útil

Significa que el software contiene las herramientas necesarias para realizar la tarea para la cual fue hecho, en pocas palabras, hace lo que se espera de él. De acuerdo con la definición del Diccionario de la lengua Española, útil significa que produce beneficio o provecho en sentido material o inmaterial y que sirve para una finalidad determinada.

#### Utilizable

Del inglés *usable*, lo podemos definir como el grado en que un producto de software ayuda al usuario a realizar una tarea. La usabilidad significa que los sistemas sean fáciles y rápidos de aprender, eficientes en su uso, fáciles de recordar, que no causen errores de operación y que ofrezcan un alto grado de satisfacción al usuario. La usabilidad observa a los usuarios, identifica los patrones de comportamiento y se pregunta por qué existen estos patrones.

Con un enfoque correcto, con la usabilidad en mente y con la participación de los usuarios, se pueden lograr muchos beneficios para lograr una buena comunicación entre los usuarios y el mundo complejo de la información, tales como: incrementar la productividad, crear diseños innovadores, reducir el número de errores, reducir el tiempo de desarrollo y esfuerzo, entre otras cosas. Es importante remarcar que el usuario sólo puede explotar adecuadamente un software si puede entenderlo; así, se requiere que el sistema le brinde los elementos necesarios para que pueda tener un entendimiento correcto de la estructura de la información y del sistema. De otra manera, el sistema es confuso y en ningún caso puede ser utilizado de forma óptima.

## Educativo

Que brinda elementos de forma clara, que permiten a los diferentes tipos de alumnos construir y apropiarse de un conocimiento particular. Sirve para dirigir el proceso de aprendizaje y desarrollo de las facultades intelectuales, físicas, morales, etc. de una persona.

El software se plantea como una guía que no se limita a repetir lo contenido en un libro, sino que brinda al alumno los elementos necesarios para fomentar su reflexión y creación de conocimientos, guiándolo así, hacia un verdadero entendimiento del material expuesto.

### 2.2.2. Integración de la Ingeniería de la Usabilidad con la Ingeniería de Software

En el capítulo uno, mencionamos que los desarrolladores de multimedia necesitan del soporte de diversas disciplinas para lograr un buen producto de software, tales como la tecnología multimedia, la Ingeniería de Software, el Diseño de Interfaces Humano-Máquina y, por supuesto, de la Ingeniería de la Usabilidad.

Estas disciplinas por lo tanto, deben ser integradas en el diseño de software educativo multimedia para lograr un buen producto de software. La integración de la tecnología multimedia quedó explicada en el capítulo anterior. Y en este capítulo, donde la usabilidad toma su importancia al ser uno de los parámetros de calidad del software educativo, resulta necesario destacar la importancia que tiene integrar la Ingeniería de la Usabilidad, con la Ingeniería de Software, de la que necesariamente formamos parte con el presente trabajo.

Así, la Ingeniería de la Usabilidad nos ofrece un conjunto de técnicas cuya aplicación permite garantizar que el producto de software obtenido tenga un determinado grado de usabilidad. Mayhew (1999) la define como:

La disciplina que provee métodos estructurados para llevar a cabo la usabilidad en el diseño de la interfaz de usuario durante el desarrollo de un producto.

Desafortunadamente, en la actualidad su uso se reduce a proyectos de desarrollo de software en los que la usabilidad del sistema es el principal objetivo, o bien, se limita a la parte del sistema dedicada a la interacción con el usuario (es aquí, donde el Diseño de Interfaces Humano-Máquina entra como disciplina de apoyo para la Ingeniería de la Usabilidad). Aún en esos casos, el equipo de ingenieros de usabilidad y el de ingenieros de software trabajan de forma independiente y con objetivos no coincidentes. Mientras los primeros se ocupan de conceptos como tareas, caracterización de usuarios y carga cognoscitiva, los segundos manejan conceptos como algoritmos, subsistemas y rendimiento de la máquina.

El objetivo de esta línea de investigación es el establecimiento de un proceso detallado de desarrollo conjunto que integre tanto la visión de la Ingeniería de Software como la de la Ingeniería de la Usabilidad. Tal proceso establecerá el ámbito de aplicación de cada técnica, los mecanismos de resolución de conflictos y la integración de la usabilidad en la parte de gestión del desarrollo de software. Hay técnicas de evaluación que nos indican si un sistema es utilizable o no, pero la usabilidad se debe tener en mente desde el análisis. Si el diseño es

hecho en el momento correcto, podemos lograr un sistema usable sin mucho riesgo de errores. Un diseño conceptual con calidad es muy importante para la calidad del producto final.

### **2.2.3. Métodos instruccionales**

El aprendizaje no es un acto simple. Involucra una serie compleja de procesos cognoscitivos, que incluyen la atención, percepción y memoria. Basadas en la psicología cognoscitiva (la ciencia de cómo procesa el ser humano la información), los principios del diseño instruccional pueden ayudarnos a crear material educativo (Colvin, 1995).

Para que los métodos instruccionales sean efectivos en la enseñanza, y sean aplicados correctamente en el desarrollo de software educativo multimedia, es necesario conocerlos y aplicarlos de la mejor manera posible. A continuación se explican algunos de los métodos instruccionales (Colvin, 1995), los cuales se resumen en la tabla 2.1:

#### **Manejo de la carga cognoscitiva**

La carga cognoscitiva es la cantidad de información que la gente puede procesar. Así, es conocido que los usuarios que son expuestos a diversas fuentes de información, enfrentan rápidamente problemas de saturación que les impide procesar, y almacenar, de manera adecuada la información recibida. Esto tiene repercusiones particularmente graves cuando se trata de aprender/enseñar. Si bien en algunas ocasiones nos encontramos con usuarios expertos que son capaces de retener más información de un tema particular que otros, también hay que considerar a los usuarios que apenas se introducen en él.

Este problema por lo general se debe a diseñadores capaces, inteligentes, y bien intencionados, quienes sin embargo, no han sabido ponerse en el lugar de los usuarios novatos o inexpertos.

#### **La atención del aprendiz**

La atención es el mecanismo psicológico que los usuarios usan para seleccionar los elementos que colocarán en su memoria. Es importante mantener la atención del usuario a través de conceptos claros soportados por los medios más adecuados (cf. Capítulo 1).

Las personas no son muy buenas para poner atención a más de una cosa a la vez. Con el derroche de los elementos de multimedia bajo un contexto inadecuado, la atención del usuario puede perderse, lo que lo aleja de entender el concepto presentado.

#### **Material de soporte adecuado para la memoria**

El material de soporte para la memoria debe presentar la información necesaria que complementa o completa una tarea de aprendizaje, es decir, debe tener los elementos

mínimos que nos permitan recordar lo que se ha estudiado con anterioridad. Por ejemplo, en el entrenamiento basado en computadora, el material de soporte puede ser provisto a través de ayuda en línea o en papel, lo cual permite transportar esa ayuda a cualquier lugar.

Sin embargo, un material de soporte adecuado para la memoria también se desprende de un adecuado diseño de la interfaz, en el que todas las informaciones necesarias para el desarrollo de una tarea, aparecen de manera clara.

## La práctica

Para que la información sea comprendida por el usuario y guardada en su memoria, es importante no solamente que los usuarios tengan varias prácticas, sino que las prácticas deben ser provistas frecuentemente.

Como regla, es importante proveer prácticas oportunas después de la presentación de cada idea o pieza de información nueva. Debido a que cualquier pieza de información puede requerir una o más pantallas para ser presentada, es recomendable proveer una pregunta después de un determinado número de pantallas. Así como, considerar el tamaño de cada idea nueva o pieza de información que se presenta.

## Técnicas efectivas de codificación

La práctica tiene dos metas complementarias: aclarar la memoria de trabajo y mover la información a la memoria permanente. En psicología cognoscitiva, el último proceso se llama codificación de la información, y las técnicas que promueven una efectiva codificación son importantes para el diseño de software educativo multimedia.

Según Colvin (1995), las palabras con un significado concreto pueden ser mejor memorizadas que las palabras abstractas. Cuando nos encontramos con una palabra que tiene un significado concreto, nuestra mente la procesa en dos diferentes maneras: fonéticamente (el sonido de la palabra) y visualmente (la imagen que se forma en nuestra mente). Tomando esto como referencia, la tecnología multimedia es adecuada para reforzar información con su mezcla enriquecida de elementos. Es posible representar la información de diversas maneras de forma que sea claro para el usuario.

Como último punto a esta sección, el paso más importante —y el punto que mide el éxito de la enseñanza y aprendizaje— es la recuperación de la información que ha sido aprendida cuando ésta, se necesite. Más aún, poder resolver problemas nuevos o tener las bases para seguir aprendiendo. La manera en que los usuarios aprenden las cosas, conduce la manera en que ellos las recuerdan. En cursos de entrenamiento, el secreto para ayudar al aprendiz a recordar es construir adecuados ejercicios de recuperación que invitan a la reflexión, permitiendo la exploración hacia otros cursos de acción.

**Tabla 2.1.**

Resumen de métodos instruccionales

Fuente: Authorware, Multimedia, and Instructional Methods. Taking the plunge, Colvin (1995)

<b>Método</b>	<b>Descripción</b>
Conservar la simplicidad	Conservar la carga cognoscitiva baja con diseños de pantallas simples y uso moderado de texto, sonido, animación y color.
Ser congruente con las modalidades	Evitar dividir la atención del usuario, usar varios elementos de multimedia tales como texto, imágenes y sonido para proporcionar un refuerzo más que mensajes dispersos.
Apuntar	Usar color, flechas, sombreados y sonido (espaciadamente) para captar la atención del usuario hacia partes importantes del mensaje.
Asegurar un soporte para la memoria	Conservar visible en la pantalla la información que el usuario necesita para referirse durante la instrucción, especialmente para responder preguntas.
Ensayos frecuentes	Aclarar la memoria de trabajo estimulando ensayos frecuentes, los cuales pueden mover la información a la memoria permanente.
Palabras concretas y modos de refuerzo	Estimular la codificación dual a través del uso de palabras concretas y modos diferentes (por ejemplo: texto, imágenes y sonido) para reforzar el mensaje.
Promover ensayos detallados	Evitar malas repeticiones en las interacciones, diseñando interacciones que comparen las actividades de trabajo y habilidades.
Simulaciones de alta fidelidad para habilidades de procedimiento	Para habilidades de procedimiento, estimular codificación específica a través del uso de prácticas de simulación de alta fidelidad. Las simulaciones deben mostrar el ambiente de trabajo actual tan aproximados como sea posible.
Aprendizajes cognoscitivos para enseñar habilidades en la solución de problemas	Aprendizaje ubicado, descubrimiento dirigido, refuerzo real, aprendizaje por errores, entrenamiento, salvar y repetir.

## 2.3. CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA DE CALIDAD

Como se mencionó en la introducción de este capítulo, uno de los aspectos a analizar con detenimiento, es la dificultad de contar con criterios y/o lineamientos que permitan una adecuada valoración de las posibilidades educativas del software educativo, conforme su diseño, selección, desarrollo y evaluación. Los programas educativos multimedia de calidad son eficaces y de gran utilidad, si cumplen con diversos aspectos funcionales, técnicos y educativos.

A continuación, se mencionan los aspectos que debemos considerar para llevar a cabo esta tarea, según Marquès (1995). En cada punto se anexan los criterios ergonómicos correspondientes, los cuales fueron desarrollados por Scapin y Bastien (1997), y cuyo fin es guiarnos en la evaluación de un producto para considerarlo software de calidad desde un punto de vista no técnico. Por su importancia, estos criterios ergonómicos se presentan con más detalle en el Apéndice II de este trabajo.

### 1. Facilidad de uso e instalación

Para que los programas sean utilizados por la mayoría de los usuarios, es necesario que sean agradables, fáciles de usar y autoexplicativos, de manera que los usuarios puedan utilizarlos inmediatamente sin tener que realizar una exhaustiva lectura de los manuales ni largas tareas previas de configuración.

En cada momento, el usuario debe conocer el estado del programa donde se encuentra y tener la posibilidad de moverse según sus preferencias: retroceder, avanzar, salir, etc. Una buena guía facilita el aprendizaje y el uso de un sistema, le permite al usuario saber en todo momento las alternativas de acción posibles dependiendo de los contextos presentados y las consecuencias. Con esto podemos reducir considerablemente el porcentaje de errores.

La instalación del programa en la computadora debe ser sencilla, rápida y transparente. También es importante tener una utilidad desinstaladora, para cuando llegue el momento de quitar el programa de la computadora.

**La relación con el criterio ergonómico: Guía.** Para este punto, le corresponde el criterio de guía, el cual se refiere a los medios disponibles para aconsejar, orientar, informar, instruir y guiar a los usuarios a través de sus interacciones con la computadora (mensajes, alarmas, etiquetas, etc.). El aprendizaje fácil y el fácil uso, son lo que una buena guía sigue para llevar y mejorar las ejecuciones y reducir los errores. Es importante que exista una adecuada agrupación y distinción de los elementos, una retroalimentación inmediata a cada acción del usuario y que el software sea legible.

### 2. Versatilidad (adaptación a diversos contextos)

Otra característica deseable en los programas, desde la perspectiva de su funcionalidad, es que sean fácilmente integrables con otros medios didácticos en los diferentes contextos formativos, pudiéndose adaptar a diversos:

- Entornos (laboratorio de cómputo, clase con una única computadora, uso doméstico, etc.).
- Estrategias didácticas (trabajo individual, grupo cooperativo o competitivo).
- Usuarios (circunstancias culturales y necesidades formativas).

Para lograr esta versatilidad conviene que tengan aquellas características que permitan su adaptación a los distintos contextos. Por ejemplo:

- Que sean programables, que permitan la modificación de algunos parámetros: grado de dificultad, tiempo para las respuestas, número de usuarios simultáneos, idioma, etc.
- Que sean abiertos, permitiendo la modificación de los contenidos de las bases de datos.
- Que incluyan un sistema de evaluación y seguimiento (control) con informes de las actividades realizadas por los estudiantes: temas, nivel de dificultad, tiempo invertido, errores, itinerarios seguidos para resolver los problemas, etc.
- Que permitan continuar los trabajos empezados con anterioridad.
- Que promuevan el uso de otros materiales (fichas, diccionarios, etc.) y la realización de actividades complementarias (individuales y en grupo cooperativo).

**La relación con el criterio ergonómico: Adaptabilidad.** La facilidad de uso e instalación y la versatilidad, tienen mucha relación con el criterio ergonómico de adaptabilidad. Este criterio se refiere a la capacidad de conducirse contextualmente y acorde con las necesidades y preferencias del usuario. Los procedimientos, opciones y comandos necesarios deben estar disponibles para el usuario cuando realice su tarea; así mismo, la experiencia e inexperiencia del usuario tiene diferentes necesidades de información que debemos tomar en cuenta en los diferentes niveles de interacción, por lo que la interfaz debe ser diseñada para acomodar la variedad de niveles de experiencia de los usuarios.

### 3. Calidad del entorno audiovisual

El atractivo de un programa muchas veces depende de su impacto visual y de su entorno comunicativo. Algunos de los aspectos que, en este sentido deben cuidarse más, son los siguientes:

- Diseño general claro y atractivo de las pantallas, sin exceso de texto y que resalte los hechos notables.
- Calidad técnica y estética en sus elementos:
  - Títulos, menús, ventanas, iconos, botones, espacios de texto e imagen, formularios, barras de navegación, barras de estado, elementos hipertextuales, fondos.

- Elementos multimedia: gráficos, fotografías, animaciones, videos, voz, música.
- Estilo y lenguaje, tipografía, color, composición, metáforas del entorno.
- Adecuada integración de medios, al servicio del aprendizaje, sin sobrecargar la pantalla, bien distribuidas y con armonía.
- Consistencia durante todo el programa, lo que permite mantener una interfaz en contextos similares, y diferente en contextos diferentes. La falta de consistencia es una de las razones importantes para no comprender una aplicación, con el consecuente rechazo de los usuarios.

**La relación con el criterio ergonómico: Consistencia.** La calidad del entorno audiovisual tiene relación con la consistencia. Este criterio ergonómico es necesario para diseñar una interfaz de calidad, pues se refiere a la manera en que el diseño de una interfaz se mantiene para contextos similares, y se diferencia para contextos diferentes. Así mismo, se hace necesaria una buena guía con una adecuada agrupación y distinción de los elementos.

#### 4. La calidad en los contenidos

Al margen de otras consideraciones pedagógicas sobre la selección y estructuración de los contenidos según las características de los usuarios, hay que tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- La información que se presenta es correcta y actual, se presenta bien estructurada diferenciando adecuadamente: datos objetivos y opiniones.
- Los textos no tienen faltas de ortografía y la construcción de las frases es correcta.
- No hay discriminaciones. Los contenidos y los mensajes no son negativos ni tendenciosos y no hacen discriminaciones por razón de sexo, clase social, raza, religión y creencias.
- La presentación y la documentación.

**La relación con el criterio ergonómico: Legibilidad.** La calidad de los contenidos tiene que ver con la legibilidad. Este criterio concierne a las características de la información presentada en la pantalla que faciliten su lectura.

#### 5. Navegación e interacción

Los sistemas de navegación y la forma de gestionar las interacciones con los usuarios determinarán en gran medida la facilidad de uso y la adaptabilidad de un sistema. Conviene tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Mapa de navegación. Buena estructuración del programa que permite tener un buen acceso a los contenidos, actividades, niveles y prestaciones en general.

- Sistema de navegación. Entorno transparente que permite que el usuario tenga el control. Eficaz pero sin llamar la atención sobre sí mismo. Puede ser lineal, paralelo o ramificado.
- La velocidad entre el usuario y el programa (animaciones, lectura de datos, etc.) resulta adecuada.
- El uso del teclado. Los caracteres escritos se ven en la pantalla y pueden corregirse errores.
- El análisis de respuestas. Que sea avanzado y, por ejemplo, ignore diferencias no significativas (espacios superfluos) entre lo tecleado por el usuario y las respuestas esperadas.
- Que exista calidad en los mensajes durante la gestión de preguntas, respuestas y acciones.
- Ejecución del programa. La ejecución del programa es fiable, no tiene errores de funcionamiento y detecta la ausencia de los periféricos necesarios.

**La relación con los criterios ergonómicos: Carga de trabajo, Control explícito y Manejo de errores.** La navegación e interacción encuentran su semejanza con estos criterios ergonómicos. El primero, se refiere a que el software debe aportar sólo la información necesaria para que el usuario no se distraiga y realice su tarea eficientemente y así reducir los errores; el segundo, menciona que el software será mejor aceptado si el usuario tiene el control sobre el diálogo y el sistema realiza sólo aquellas tareas que el usuario le solicita; y el tercero, se refiere a los medios disponibles para prevenir o reducir errores y recuperarlos a partir de cuando ellos suceden.

## 6. Originalidad y uso de tecnología avanzada

Resulta también deseable que los programas presenten entornos originales bien diferenciados de otros materiales didácticos, y que utilicen las crecientes potencialidades de la computadora y de las tecnologías multimedia. El objetivo es que la computadora resulte intrínsecamente potenciadora del proceso de aprendizaje, favorezca la asociación de ideas y la creatividad, permita la práctica de nuevas técnicas, la reducción del tiempo y del esfuerzo necesarios para aprender y facilite aprendizajes más completos y significativos.

La inversión financiera, intelectual y metodológica que supone elaborar un programa educativo sólo se justifica si la computadora mejora lo que ya existe.

**La relación con el criterio ergonómico: Compatibilidad.** La originalidad y uso de la tecnología avanzada se asemeja con este criterio, debido a que indica que una aplicación informática debe satisfacer los requerimientos del usuario.

## 7. Capacidad de motivación

Para que el aprendizaje significativo se realice, es necesario que el contenido sea potencialmente significativo para el estudiante y que despierte en éste la voluntad de aprender, relacionando los nuevos contenidos con el conocimiento previo.

Así, para motivar al estudiante en este sentido, las actividades de los programas deben despertar y mantener la curiosidad y el interés de los usuarios hacia la temática de su contenido, sin provocar ansiedad y evitando que los elementos lúdicos interfieran negativamente en el aprendizaje. También conviene atraer la atención de los profesores e incitarlos a utilizar estos programas.

## 8. Adecuación a los usuarios y a su ritmo de trabajo

Los buenos programas tienen en cuenta las características de los estudiantes a los que van dirigidos (desarrollo, capacidades, intereses, necesidades, etc.) y los progresos que realiza. Cada sujeto construye sus conocimientos sobre los esquemas que ya posee, utilizando determinadas técnicas.

Esta adecuación del software educativo se manifiesta en tres ámbitos principales:

1. **Contenidos:** extensión, estructura y profundidad, vocabulario, estructuras gramaticales, ejemplos, simulaciones y gráficos. Los contenidos deben ser significativos para los estudiantes y estar relacionados con situaciones y problemas de su interés.
2. **Actividades:** tipo de interacción, duración, elementos motivacionales, mensajes de corrección de errores y de ayuda, niveles de dificultad, itinerarios, progresión y profundidad de los contenidos según los aprendizajes realizados (algunos programas tienen un pre-test para determinar los conocimientos iniciales de los usuarios).
3. **Navegación:** pantallas, sistema de navegación, mapa de navegación.

**La relación con los criterios ergonómicos: Adaptabilidad y Compatibilidad.** Estos criterios tienen relación cuando se adecua el software a los usuarios y a su ritmo de trabajo. El primero, se refiere a la capacidad del sistema de conducirse contextualmente y acorde con las necesidades y preferencias del usuario; y el segundo, se refiere a que exista una concordancia entre las características de los usuarios y las características de las tareas.

## 9. Alcances de los recursos didácticos

Los programas multimedia de calidad utilizan potentes recursos didácticos para facilitar el aprendizaje de sus usuarios. Entre estos recursos se pueden destacar:

- Proponer diversos tipos de actividades que permitan diversas formas de utilización y de acercamiento al conocimiento, por ejemplo, la resolución de problemas, experimentos donde el usuario pueda controlar las variables.

- Utilizar organizadores previos (cuadros, esquemas, etc.) al introducir los temas, síntesis y resúmenes.
- Emplear diversos códigos comunicativos: usar códigos verbales, cuya construcción es convencional y se requiere un gran esfuerzo de abstracción (por ejemplo, cuando se explica un fenómeno físico a través de un video, la explicación verbal (en audio) debe ser clara, coherente y sincronizada con lo que el usuario observa para lograr un mejor entendimiento). Así mismo, usar códigos icónicos que muestran representaciones más intuitivas y cercanas a la realidad (por ejemplo, algunos de los iconos reconocidos universalmente, tienen una representación muy clara de su significado: señales de tránsito, peligro, etc.).
- Incluir preguntas para orientar la relación de los nuevos conocimientos con los conocimientos anteriores de los estudiantes.
- Guiar las acciones de los estudiantes, orientando su actividad y prestando ayuda cuando lo necesitan y suministrando refuerzos para su aprendizaje.

**La relación con el criterio ergonómico: Significado de códigos.** La potencialidad de los recursos didácticos encuentra su semejanza con el criterio ergonómico de significado de códigos, el cual menciona que es importante hacer una relación clara entre los códigos y los nombres.

## 10. Fomento de la iniciativa y el autoaprendizaje

Las actividades de los programas educativos deben potenciar el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje autónomo, y la reflexión de los usuarios; proporcionando herramientas que permitan a los estudiantes hacer el máximo uso de su potencial de aprendizaje, decidir las tareas a realizar, la forma de llevarlas a cabo, el nivel de profundidad de los temas para que puedan autocontrolar su trabajo.

En este sentido, facilitarán el aprendizaje a partir de los errores (i.e. empleando estrategias constructivistas), guiando las acciones de los estudiantes, explicando (y no sólo mostrando) los errores cometidos (o los resultados de sus acciones), y proporcionando las ayudas y refuerzos oportunos. Además estimularán el desarrollo de estrategias de aprendizaje en los usuarios, que les permitirán planificar, regular y evaluar su propia actividad de aprendizaje, provocando la reflexión sobre su conocimiento y sobre los métodos que utilizan al pensar.

**La relación con el criterio ergonómico: Manejo de errores.** Este criterio ergonómico sirve de soporte para el fomento de la iniciativa y el autoaprendizaje. Menciona los medios disponibles para prevenir o reducir errores y recuperarlos a partir de cuando ellos suceden.

## 11. Enfoque educativo

El aprendizaje es un proceso activo en el que el usuario tiene que realizar una serie de actividades para asimilar los contenidos informativos que recibe. Según repita, reproduzca o relacione los conocimientos, realizará un aprendizaje repetitivo, reproductivo o significativo.

Por lo tanto, los programas deben evitar la simple memorización y presentarán entornos heurísticos centrados en los estudiantes, que tengan en cuenta las teorías constructivistas y los principios del aprendizaje significativo; donde los alumnos, además de comprender los contenidos, puedan investigar y buscar nuevas relaciones. Así, el estudiante se sentirá constructor de su aprendizaje mediante la interacción con el entorno que le proporciona el programa y a través de la creación de sus propios esquemas de conocimiento.

## 12. La documentación

Aunque los programas sean fáciles de utilizar y autoexplicativos, conviene que tengan una información que informe detalladamente de sus características, forma de uso y posibilidades didácticas. Esta documentación (en línea o en papel) debe tener una presentación agradable, con textos legibles y adecuados para sus destinatarios, que resulte útil, clara, suficiente y sencilla.

## 13. Esfuerzo cognoscitivo

Las actividades de los programas, contextualizadas a partir de los conocimientos previos e intereses de los estudiantes, deben facilitar aprendizajes significativos y transferibles a otras situaciones mediante una continua actividad mental en consonancia con la naturaleza de los aprendizajes que se pretenden.

Así, el software educativo debe promover el desarrollo de las capacidades de los estudiantes y extender sus formas de representación del conocimiento (categorías, secuencias, redes conceptuales, representaciones visuales, representaciones formales) mediante el ejercicio de actividades cognoscitivas del tipo: control psicomotriz, memorizar, comprender, comparar, relacionar, calcular, analizar, sintetizar, razonamiento (deductivo, inductivo, crítico), pensamiento divergente, imaginar, resolver problemas, expresión (verbal, escrita, gráfica), crear, experimentar, explorar, reflexión metacognoscitiva (reflexión sobre su conocimiento y los métodos que utilizan al pensar y aprender).

Los trece aspectos que hemos mencionado en este punto, son útiles cuando se diseña software educativo multimedia. Todos ellos conforman los aspectos funcionales, técnicos y educativos que requiere todo programa educativo multimedia de calidad.

## 2.4. EVALUACIÓN DEL SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA

Es importante saber si el sistema está cumpliendo con las expectativas del usuario, si el sistema hace lo que debería de hacer y de qué manera lo hace. Una forma de medir esto, es a través de la evaluación.

No obstante, uno de los resultados más evidentes arrojados por la investigación llevada a cabo para la conformación del modelo de evaluación, es la aparente dificultad para llevar a cabo evaluaciones integrales. Entre los diversos estudios evaluativos revisados, destacan las siguientes observaciones y ponderaciones (Morales, et al., 2000):

- La mayoría evalúa en forma parcial, aspectos técnicos, prácticos y pedagógicos.
- No existe una adecuada jerarquización de los criterios.
- La mayoría mezclan niveles de concepción; es frecuente hallar ítems como "buena utilización de retroalimentación" junto con otros tales como "admite abreviaturas como respuesta". Muchos presentan criterios ambiguos o demasiado amplios, por ejemplo: "estimula la creatividad".
- Son muy pocos los que ofrecen ponderación de los criterios en función del uso concreto al que se destine el programa o alguna otra taxonomía o criterio, para que con base en ésta, sean utilizados apropiadamente.
- En general no se hacen explícitos los criterios, y es evidente la falta de un marco conceptual coherente.
- Raramente se indica la fuente de validación usada para seleccionar criterios propuestos.
- No se observan evaluaciones en situaciones de uso y/o aplicación de software educativo; por el contrario, existen algunas aproximaciones que comparten la tendencia de la industria cultural.
- No se identifica ningún modelo de evaluación que permita en forma integral valorar al software educativo, en sus etapas de diseño, selección, aplicación y evaluación.

De alguna manera esta situación es así, debido a que los diseñadores de software suelen ser ingenieros de sistemas; evalúan los aspectos computacionales y algunos de los referidos a la relación humano-máquina y a la facilidad o funcionalidad de uso del programa. No es aun frecuente la participación de un evaluador educativo o pedagógico en estos procesos; aunque es cierto que los temas de la relación humano-máquina y del usuario como criterio de calidad, están cobrando gran fuerza en el ámbito de la Ingeniería de Software (González, 2000).

La evaluación de un producto de software educativo, puede realizarse desde varios puntos de vista. Podemos considerar el punto de vista de un experto, de un observador, de un diseñador y del mismo usuario final. Las técnicas utilizadas para esta tarea son diversas y todas presentan características comunes, pero son estructuradas de diferente manera. A continuación se presentan algunas de estas técnicas.

## 2.4.1. Técnicas de evaluación

Una evaluación resulta muy valiosa antes de comenzar la implementación de un sistema, pues se optimizan varios recursos. De acuerdo con Dix, et al. (1998), encontramos entonces dos momentos en que podemos realizar esta actividad: cuando se evalúa el diseño y cuando se evalúa la implementación.

### 2.4.1.1. Evaluación del diseño

En esta etapa, se intenta identificar las áreas en las que se violan los principios cognoscitivos o se ignoran los resultados empíricos aceptados. Existen cuatro medios para realizar esta evaluación:

- Pasar por el camino cognoscitivo
- Evaluación heurística
- Evaluación basada en la revisión
- Uso de modelos

**Camino cognoscitivo.** Se requiere una revisión a detalle de una secuencia de acciones. Esta secuencia representa un segmento del código del programa que es revisado por los evaluadores. Se revisan ciertas características, tales como: el estilo del código, las llamadas a procedimientos, que las invariantes del sistema no sean violadas, etc. La secuencia de acciones, se refiere a los pasos que una interface requerirá para que el usuario represente en orden una tarea. Se revisan los problemas de usabilidad y la manera en que el sistema sea fácil de entender y de aprender. Esto se logra a través de la exploración.

Para el paso cognoscitivo se requieren cuatro cosas:

1. Una descripción del prototipo del sistema.
2. Una descripción de la tarea del usuario en el sistema, de preferencia, la más representativa.
3. Una lista de las acciones que se necesitan para completar la tarea.
4. Una indicación de cuáles serán los usuarios que van a usar el sistema y el nivel de experiencia que se requiere.

Una vez que se obtienen estos puntos, comienza la evaluación. Los evaluadores se van formulando preguntas relacionadas a la interacción, como por ejemplo, si el usuario sabrá elegir la opción correcta dependiendo de su nivel de experiencia, si sabrá ubicar la opción correcta, si entenderá la retroalimentación que el sistema le hace una vez que ha elegido su opción, etc.

**Evaluación heurística.** Es un método para estructurar la crítica de un sistema usando un conjunto de heurísticas generales basadas en los principios y guías. La lista se presenta a continuación:

1. Informar al usuario de lo que el sistema está haciendo, a través de un diálogo natural y simple.
2. Hablar el lenguaje del usuario.
3. Proporcionar el control al usuario y que tenga libertad de deshacer sus errores y de salir.
4. Mantener una consistencia.
5. Prevenir de errores.
6. Minimizar la carga de trabajo de la memoria.
7. Proporcionar flexibilidad y eficiencia de uso.
8. Ofrecer claridad en el diseño, eliminando información irrelevante.
9. Proporcionar buenos mensajes de error que ayuden al usuario a recuperar su tarea.
10. Proporcionar ayuda y documentación (si ésta es muy necesaria).

**Evaluación basada en la revisión.** Se verifican problemas de usabilidad, como saber si son correctos los tipos de menús, los nombres de los comandos y la representación de los iconos. Es importante en esta parte, no perder de vista el público al que va dirigido el sistema y su nivel de experiencia. Los usuarios expertos podrán entender varias de las representaciones expuestas, pero los usuarios novatos no. Se consideran también los aspectos de diseño.

**Evaluación basada en modelos.** La evaluación se lleva a cabo a través de modelos. Algunos de estos modelos, nos permiten tener una combinación de especificaciones de diseño y de evaluación, debido a que predicen la representación del usuario en una interfaz particular. Examinado los criterios que son asociados con cada opción en el diseño, y la evidencia que es provista para sostener estos criterios, nos dan como resultados juicios que pueden ser aplicados en el diseño.

#### 2.4.1.2. Evaluación de la implementación

Cuando el sistema está terminado, es conveniente hacer una evaluación del sistema. Esta evaluación puede hacerse con técnicas como la experimentación, la observación y las consultas.

**Técnica experimental o método empírico.** Se parte de una hipótesis, donde se van manipulando y midiendo las variables sobre condiciones controladas para tratar de construir

la demostración. Las variables pueden ser independientes (estilo de la interfaz, nivel de ayuda, diseño de iconos, etc.) o dependientes (la velocidad en que se activa un menú por ejemplo). Es importante hacer una buena selección de usuarios, quienes de preferencia deben tener una edad, educación y experiencia con computadoras similar. El método a elegir puede ser entre grupos o con grupos. En el primero, cada sujeto es asignado a diferentes condiciones; en el segundo, cada usuario se representa sobre cada diferente condición. Esta última es menos costosa, pues se requiere de un número menor de usuarios. También existen medidas estadísticas que nos proporcionan datos cuantificables para mejorar nuestro sistema, aunque en la vida real no se apliquen mucho.

**Observación.** Es una de las técnicas que más información nos proporciona, debido a que, podemos ver la manera en que el usuario está haciendo uso del sistema, si es entendible para él y las complicaciones que se le van presentando a medida que va navegando. Se enriquece más si los usuarios describen su tarea en voz alta. También es posible que los evaluadores vayan formulando preguntas y el usuario las responda conforme lo que va viendo. Después viene la etapa del análisis, la cual puede hacerse por medios como papel y lápiz, las grabaciones de voz o de video, y las que se van registrando en la computadora conforme el usuario va eligiendo una tarea.

**Técnicas de consulta.** En esta técnica el usuario puede proporcionar información importante para la evaluación del sistema, que hayamos pasado por alto. Para realizar esta técnica, nos podemos auxiliar de entrevistas o cuestionarios, donde al usuario se le van formulando preguntas generales de la tarea o del diseño, dependiendo de qué es lo que queremos evaluar.

## 2.4.2. Aspectos a considerar en la evaluación

González(2000) considera tres tipos de enfoque para llevar a cabo la evaluación de software educativo. Estos son:

- El programa como objeto material
- El programa como objeto pedagógico y
- El programa en su uso concreto

Los siguientes aspectos que se tratan a continuación, también pueden conjuntarse con los criterios ergonómicos del Apéndice II.

### 2.4.2.1. El programa como objeto material

Para evaluar el programa desde un punto de vista material, se consideran dos aspectos: el equipo requerido o ficha técnica, y la usabilidad del programa.

1. **Equipo requerido.** Es necesario tener la descripción de los requerimientos de equipo mínimos que exige el programa para funcionar; esta información suele aparecer en los folletos que acompañan al CD-ROM. Normalmente debe existir una

guía de usuario que haga mención sobre los aspectos necesarios para instalar el software.

**2. Usabilidad.** Para medir la facilidad que tienen el sistema en ser aprendido y utilizado, se examinan los siguientes aspectos de usabilidad:

- **Facilidad de aprendizaje.** Es la medida en que el usuario comprende cómo utilizar inicialmente el sistema y cómo a partir de esta utilización llegar a un máximo nivel de conocimiento y uso del sistema.

Indicadores:

- *predictivo*: los conocimientos adquiridos por el usuario son suficientes para poder determinar los resultados de sus futuras interacciones.
  - *sintetizable*: habilidad del usuario para evaluar los efectos de las operaciones anteriores al estado actual (capacidad de captar los cambios de estado que produce cada operación).
  - *familiar*: correlación entre el conocimiento que tiene el usuario y el conocimiento que necesita para una interacción efectiva.
  - *consistente*: medida en que todos los mecanismos son usados siempre de la misma manera.
- **Flexibilidad.** Multiplicidad de formas en las que el usuario y el sistema intercambian información.

Indicadores:

- *iniciativa de diálogo*: se observa quién tiene la iniciativa en la conducción del diálogo; si existe o no libertad para iniciar cualquier acción en el sistema.
  - *diálogo multi-hilo*: un hilo de un diálogo es un subconjunto coherente del mismo. Si el sistema soporta diálogos multihilo al mismo tiempo.
  - *migración de tareas*: transferencia del control, del sistema al usuario y viceversa, para la ejecución de tareas; medida en que se puede pasar de una tarea a otra, pasar una a segundo plano o repartirse entre ambas.
  - *adaptabilidad*: Si el sistema puede adaptarse a distintos usuarios.
- **Solidez.** Características de la interacción que permiten lograr los objetivos, y su asesoramiento.

Indicadores:

- *recuperabilidad*: posibilidad del usuario para corregir una acción una vez que ha reconocido un error.

- *tiempos de respuesta*: tiempo que necesita el sistema para expresar los cambios al usuario.
- *adecuación a las tareas*: en qué grado los servicios del sistema soportan todas las tareas que el usuario quiere hacer y la manera en que el usuario las comprende.
- **Mecanismos de soporte**. Recursos de ayuda y forma en que el usuario puede utilizarlos.

Indicadores:

- *disponibilidad*: posibilidad de consultar la ayuda en cualquier momento, sin tener que salir de la aplicación.
- *precisión y detalle*: medida en que la ayuda cubre todo el sistema, con concisión.
- *consistencia*: en términos de contenidos, terminología y estilo.
- *robustez*: en qué grado y de qué manera los servicios del sistema soportan todas las tareas que el usuario quiere hacer.
- *flexibilidad*: en qué medida permite interactuar de manera adecuada a las necesidades del usuario.
- *no obstructiva*: que no impida el uso normal de la aplicación.
- *organización del texto de ayuda*: lenguaje, longitud de frase y párrafo; cantidad de texto; espacios en blanco; gráficos e iconos.

### 2.4.2.2. El programa como objeto educativo

Para evaluar el programa desde un punto de vista educativo, se consideran tres aspectos: el contenido, la comunicación y el método empleado.

1. **Contenido**. Es importante saber el grado de profundidad y extensión de los contenidos tratados. Según desde el contexto en que se mire, los aspectos a evaluar en la revisión de los contenidos son:

- **Contenido científico**. Se trata de evaluar la calidad y cantidad de la información ofrecida.

Indicadores:

- *exactitud, actualidad*: fechas de edición; referencias o fuentes citadas; términos técnicos; datos estadísticos. Visión de Ciencia; visión de tecnología.

- *adecuación*: significatividad de los contenidos en sí mismos y adecuación en nivel de tratamiento a la situación educativa dada.
- **Contenido socio-cultural e ideológico.** qué representación de la sociedad encierra el programa; cómo representa otras sociedades.

Indicadores:

- *visión sociocultural*: a qué grupos sociales (o culturales) se refieren los ejemplos, los personajes, los problemas planteados. Qué muestran las ilustraciones: representación racial, género, referencias geográficas, etc.
  - *personajes*: reales, imaginarios, sexo, edad, raza, nacionalidad, etc.
  - *marcos espacio-temporales*: contexto geográfico, épocas de referencia, objetos de la vida cotidiana, etc.
  - *contexto social*: representación del trabajo, familia, habitación, etc.
  - *situaciones y temas*: vida cotidiana (en la casa, en la escuela, en el trabajo).
  - *ideología implícita*: justicia y autenticidad (presentación de los hechos sin distorsión y en perspectiva).
  - *valores*: contribución a la paz, a la tolerancia, a la formación de actitudes culturales y ecológicas.
- **Contenido educativo.** Se trata de determinar la adecuación educativa de los objetivos y contenidos, frente a los usuarios, su nivel y el programa que están desarrollando.

Indicadores:

- *intenciones formativas*: lo que pretende el programa, los objetivos de aprendizaje que persigue, explícita o implícitamente.
- *conocimientos previos*: si los usuarios dominan los conocimientos previos, en caso que el programa los requiera.
- *niveles de aprendizaje*: qué niveles de aprendizaje (hechos, conceptos, principios, habilidades, valores) pretende desarrollar el programa.
- *organización*: la progresión del aprendizaje responde a qué tipo de secuencia educativa: rígida, espiral o controlada por el usuario. En este caso, ¿son necesarias instrucciones de progreso o es preferible que el usuario encuentre sus propias secuencias?.
- *adecuación curricular*: los objetivos y contenidos del programa se pueden integrar con facilidad al currículum vigente.

- *organizadores y autoevaluación*: contiene síntesis (resúmenes), ejercicios (con o sin respuesta), complementos informativos. Contiene evaluaciones, autoevaluaciones, respuestas razonadas, refuerzo, sistema de seguimiento de logros, etc.

**2. Comunicación.** Se trata de evaluar la forma del mensaje (*significante*), es decir el conjunto de recursos que permiten transmitir un mensaje de un emisor a un receptor.

- **Sentido de la comunicación.** Dirección y control de la interacción programa-usuario. *Unidireccional, bidireccional, control del usuario sobre la secuencia, multitareas, multivías, etc.*
- **Formas del mensaje.** Los aspectos formales de los códigos elegidos (texto, audio, fotos, animación, gráficos, colores) se justifican en sí y frente a la función que se espera de ellos.

Indicadores:

- *estética*: las formas elegidas son visualmente agradables, manteniendo su sentido comunicativo.
- *integración*: están integrados entre sí los lenguajes verbales y figurativos.
- *innovación*: en qué medida son innovadoras las formas de presentación.
- *adecuación*: los códigos verbales y figurativos son descifrables por los usuarios, facilitan la comprensión.
- *densidad*: la densidad de la información ofrecida (en cada pantalla) es excesiva, adecuada, escasa.

**3. Método.** Qué metodología, *implícita o explícita*, contiene el software para la exposición de las ideas, la organización del trabajo y las formas de uso que determina.

- **Organización.** Estructura del manual, forma de exposición y organización de las secuencias.

Indicadores:

- *secuencias*: se componen de una serie de partes que están presentes regularmente.
- *estructura*: el programa es un elemento de enseñanza, de aprendizaje o de enseñanza-aprendizaje.
- *guías o manuales*: el programa viene acompañado de un manual para el maestro, el alumno, el usuario en general.

- *elementos de organización interna*: el programa incluye instrucciones de empleo, índices, objetivos, léxico, preguntas/ejercicios, respuestas razonadas, recapitulaciones, evaluaciones.
- *facilitadores*: modo de empleo, índice de materias, lista de objetivos, léxico, referencias, fuentes, plan de capítulos, resúmenes, preguntas, ejercicios, tareas, correcciones, control de logro, llamadas.
- *papel del maestro*: se limita a dar instrucciones de uso; es necesario para complementar, aclarar o integrar la información; es hacer un seguimiento del uso y de los logros del estudiante.
- *exigencias de aprendizaje*: el programa exige principalmente al estudiante acciones y habilidades para memorizar información, construir conceptos, seguir instrucciones, construir secuencias de aprendizaje propias, hacer preguntas, construir respuestas originales, relacionar lo aprendido con otros conocimientos, colaborar con compañeros.
- *distribución de tiempos*: un estudiante típico, en una sesión de trabajo normal con el programa, distribuye su tiempo (%) en aprender a navegar y buscar información desplazándose por el programa, leer texto, escuchar narración; plantear preguntas al programa; responder preguntas, realizar tareas o ejercicios.
- **Adaptabilidad**. En qué medida el software impone obligaciones para su uso: materiales; metodológicas (maestro); pedagógicas (alumno); o es metodológicamente abierto.

Indicadores:

- *materiales*: medida en que el software exige el uso de materiales y equipos determinados; implicaciones para la organización del ambiente de aprendizaje.
- *limitaciones metodológicas*: el programa impone un método al docente, o éste tiene opción de escoger objetivos, ritmos de trabajo, secuencias.
- *limitaciones para el alumno*: el programa ofrece diferentes maneras de entrada; ofrece ejercicios diferentes y graduados según el nivel de los alumnos; posibilidades diferentes de utilización, de acuerdo con las necesidades e intenciones del usuario.

### 2.4.2.3. El programa en su uso concreto

Más que un seguimiento o evaluación formal del software educativo, se recogen narraciones, de estudiantes y de profesores, que dan cuenta del proceso completo en el que fue incorporado el software y se transforman en casos, añadiéndose a la guía de uso un

conjunto de ejemplos que permitan destacar las fortalezas del software y también indiquen alternativas creativas, que otros profesores puedan aprovechar.

### 2.4.3. Criterios de selección en la evaluación

Hasta ahora hemos mencionado las técnicas de evaluación y algunos de los aspectos que deben tomarse en cuenta para llevarla a cabo, pero ¿cómo podemos elegir un método adecuado de evaluación?

Es difícil responder concretamente a esta pregunta, pues influyen muchos factores que nos determinarán cuál es la mejor. De acuerdo con González (2000), los criterios condicionados por la finalidad de la evaluación, no constituyen una base de juicio valorativo per se, ya que no se pretende calificar el software; tampoco pretende ser un patrón para prescribir usos deseables, pues estamos convencidos de que no existen, independientemente de un docente concreto y un grupo concreto de alumnos. Los criterios ofrecen más bien orientaciones para una descripción del uso posible y pedagógicamente viable. Más que una evaluación formal, los evaluadores realizan un ejercicio de reflexión, centrado en el uso pedagógicamente viable del programa.

Sin embargo, existen ocho factores que distinguen a las diferentes técnicas de evaluación. Estos son:

- La etapa del ciclo de vida del sistema en que se hará la evaluación
- El estilo de la evaluación
- El nivel de subjetividad o de objetividad de la técnica
- El tipo de medida que nos proporciona
- La información que nos proporciona
- El tiempo que tarda en darnos la respuesta
- El nivel de interferencia aplicada
- Los recursos con los que contamos

Tomando en consideración estos puntos, podremos elegir la que mejor se adapte a nuestras necesidades (tiempos, recursos, costos, etc.). Lo ideal sería hacer uso no sólo de una, sino de dos o tres técnicas para asegurar una buena evaluación, y que ésta, sea lo más cercana a la realidad y pueda apoyarnos en la creación de una buena interfaz de usuario que sea útil, utilizable y educativa, esto es que sea de calidad.

Si bien estamos conscientes de lo difícil que resulta medir la calidad de cualquier software interactivo, en este capítulo se han dado algunos parámetros que deben considerarse en el desarrollo de software educativo multimedia; de modo que el producto final cumpla con esta particularidad (que sea útil, utilizable y educativo). Para cubrir estos tres aspectos, es necesario pensar en métodos instruccionales adecuados que tomen en cuenta los factores que no son necesariamente técnicos, y los que sí lo son, que nos permitan diseñar mejor nuestras aplicaciones. Estos factores han sido explicados en detalle y comparados con los criterios ergonómicos del Apéndice II.

Así mismo, se han explicado las diferentes técnicas de evaluación que pueden ayudarnos a verificar si efectivamente el software educativo cumple con los parámetros de calidad mencionados anteriormente. Estas técnicas se ven desde el punto de vista de diseño y desde el punto de vista de la implementación.

Con todo lo anteriormente dicho, tenemos las bases para diseñar mejor nuestras aplicaciones. Y con todo esto en mente, podemos dar paso a desarrollar software educativo multimedia de calidad. En el siguiente capítulo presentamos una metodología para este fin, y enfocada precisamente a este tipo de software.

## **CAPÍTULO 3**

# **METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA**

---

# CAPÍTULO 3

## METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA

*La falta de humanidad en la computadora consiste, en parte, en que una vez que se la programa y trabaja adecuadamente, su honradez es intachable.*

*Isaac Asimov*

### 3.1. INTRODUCCIÓN

La demanda por desarrollar software educativo por parte de las personas involucradas en el ámbito educativo se ha incrementado en los últimos años. Es por esto que consideramos necesario presentar la siguiente metodología, como una propuesta para quienes se interesen en desarrollar software educativo multimedia de calidad.

La metodología está sustentada en:

1. El Proceso de Producción para desarrollar sistemas multimedia interactivos que lleva a cabo el Departamento de Multimedia de la DGSCA, UNAM (el cual se hace público por primera vez a través del presente trabajo), y de
2. Las modificaciones realizadas a dicho proceso que, con base en las investigaciones que lleva a cabo el Centro de Instrumentos, UNAM, de lo que debe contener todo software educativo, se hacen a este proceso de producción.

Antes de presentar la metodología, y a manera de introducción, hacemos mención de otras metodologías para desarrollar sistemas multimedia interactivos.

### 3.2. METODOLOGÍAS O CICLOS DE DESARROLLO

“La Ingeniería de Software es el estudio de los principios y metodologías para el desarrollo y mantenimiento de sistemas de software” (Zelcovitz, et al., 1979). Fairley (1988) la define como:

La disciplina tecnológica y administrativa relacionada con la producción y mantenimiento sistemático de productos de software que se desarrollan y modifican a tiempo y dentro de las estimaciones de costos.

Así, la Ingeniería de Software es una disciplina que se ocupa de los problemas prácticos del desarrollo de software. Su objetivo fundamental es, por un lado, mejorar la calidad de los procesos de fabricación de software a través de métodos, herramientas y técnicas que mejoran la calidad de los productos y, por otro lado, aumentar la productividad y satisfacción profesional de los ingenieros de esta disciplina.

Sin embargo, a medida que la tecnología avanza, se van presentando cambios en el desarrollo del software; siendo necesario emigrar hacia nuevos modelos que se adapten a nuestros objetivos y necesidades. Debido a esto, la Ingeniería de Software se convierte en una disciplina en evolución constante. De acuerdo con Pressman (1998), los cambios que afectarán a la ingeniería del software a lo largo de la próxima década se verán influenciados desde cuatro direcciones simultáneas: (1) las personas que realicen el trabajo; (2) el ciclo de desarrollo que sigan; (3) la naturaleza de la información; y (4) la tecnología de computación subyacente.

En el caso que ocupa esta tesis, estamos conscientes que un sistema interactivo multimedia es, a final de cuentas, un software. Tomando como base esto, podemos afirmar que las metodologías para desarrollar sistemas interactivos multimedia que existen actualmente, forman parte de la Ingeniería de Software. Entonces, ¿por qué no seguir las fases del ciclo de vida que marca esta disciplina para desarrollar software educativo multimedia?, ¿por qué son necesarias nuevas metodologías?.

En primer lugar, los objetivos que persigue la Ingeniería de Software tradicional difieren de cierta manera a los del diseño de sistemas multimedia interactivos (Ver tabla 3.1).

**Tabla 3.1.**  
Objetivos de la Ingeniería de Software y del Diseño de sistemas multimedia interactivos

Ingeniería de Software	Diseño de Sistemas Multimedia Interactivos
Que el programa:	Que el programa:
- Sea funcionalmente correcto	- Transmita información
- Sea robusto, seguro, y que garantice la integridad en los datos	- Que los medios elegidos sean los más adecuados para transmitir la información
- Que respete los estándares, se integre a otros programas, sea consistente y portable	- Seduzca visualmente y proporcione un alto grado de interactividad con el usuario
- Que esté dentro del calendario y presupuesto	- Entretenga o divierta

Como se puede observar en la Tabla 3.1, los objetivos que se persiguen entre un desarrollo tradicional y un desarrollo multimedia no son exactamente iguales. En el primer caso, se busca obtener un programa que sea fiable, robusto, completo y dentro de los tiempos y costos requeridos; en el segundo, lo que se busca es transmitir información de la manera más eficiente posible, organizando y seleccionando los medios más adecuados para ello. En un desarrollo de software tradicional se habla de datos, entradas, salidas, funciones, etc.; en otros términos, la información se procesa; en un sistema multimedia interactivo se habla de organización, selección de medios, transmisión de la información, navegación e interacción; en este caso, la información se transmite.

En segundo lugar, la Ingeniería de Software se basa en las áreas que fundamentan la ciencia de la computación, de la administración y de la economía. Un sistema multimedia interactivo también se basa en las ciencias de la computación, pero también sobre las áreas del diseño, de la pedagogía y de la comunicación.

La justificación para proponer una nueva metodología, en nuestro caso, es clara si decimos que el equipo de trabajo, el proceso que se aplica y la naturaleza de la información manipulada en el desarrollo de software educativo multimedia es diferente. En efecto, el software educativo se diseña para alcanzar diversos propósitos en el ámbito de la educación, y por tanto, es necesario contar con criterios y/o lineamientos que marca la pedagogía cognoscitiva, que permitan una adecuada valoración de sus posibilidades educativas (cf. Capítulo 2).

### 3.2.1. Ciclos de desarrollo de la Ingeniería de Software

Un ciclo de desarrollo también es conocido como ciclo de vida del desarrollo del software, y lo podemos definir como:

Un conjunto de tareas que indican cómo construir un producto de software. Es un modelo de las actividades que se llevarán a cabo para la construcción de un software y establece el orden en el que serán realizadas.

El objetivo de utilizar un ciclo de desarrollo en un proyecto es facilitar la planeación y el seguimiento del mismo, fortalecer la negociación con el cliente y el asegurar la calidad del producto. Los modelos o ciclos de desarrollo que existen actualmente son diversos y varían en cuanto a la definición y división de sus etapas o tareas, sin embargo, todos de una u otra forma, mantienen los componentes básicos que marca la Ingeniería de Software: análisis y especificación de requerimientos, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento. Dichas fases constituyen el "ciclo de vida" del desarrollo del software.

Algunos ejemplos de ciclos de desarrollo de la Ingeniería de Software son los siguientes:

- Lineal o secuencial (cascada)
- De construcción de prototipos
- Ciclo en V
- De desarrollo rápido de aplicaciones
- Modelo incremental
- Espiral

- Modelo de ensamblaje de componentes
- Modelo de desarrollo concurrente

La elección de un ciclo de desarrollo va a depender en gran medida de las características del proyecto, y en muchas ocasiones, es posible adaptar una combinación de éstos para alcanzar los objetivos.

### 3.2.2. Ciclos de desarrollo para sistemas multimedia interactivos

Desde los años 70's se han desarrollado procesos, ciclos de desarrollo o metodologías que muestran como construir sistemas multimedia, también nombrados sistemas interactivos. Algunos autores de estas metodologías las sitúan dentro de una nueva disciplina llamada Ingeniería de la Usabilidad (cf. Capítulo 2), otros, simplemente las presentan en el contexto del Diseño de Sistemas Interactivos o en el Diseño de Interfaces Hombre-Máquina.

A continuación, se presentan tres metodologías para desarrollar sistemas multimedia interactivos y una breve discusión sobre cada una de ellas.

#### 3.2.2.1. Diseño interactivo de Kristof y Satrán

Kristof y Satrán (1998) presentan un proceso muy claro para desarrollar un producto multimedia. Los autores basan su propuesta en tres interrogantes: ¿qué es el producto?, ¿cómo debería funcionar? y ¿qué apariencia debería tener?. Dichas preguntas son resueltas a través de las etapas: Diseño de la información, Diseño de la Interacción y Diseño de la presentación. Estas etapas se explican a continuación.

##### **Etapa I. Diseño de la información**

En esta etapa, se responde a la pregunta: ¿Qué es el producto?. El fin que se persigue es definir el producto y su público, planificar el proyecto y organizar el contenido en un diagrama de flujo.

Las tareas que se llevan a cabo en esta etapa son:

**Definición del producto.** En esta primera tarea se definen los objetivos del producto, el mensaje y el propósito que se pretende alcanzar, con la intención de orientar el diseño del producto hacia esos fines.

**Definición del público y su entorno.** Se describen las características del tipo de público que utilizará el producto, en cuanto a edad, género, educación, experiencia con computadoras, etc. De igual forma, se definen las condiciones de uso, como la ubicación y la forma en que el producto llegará al usuario (CD-ROM, web, quiosco, etc.).

**Planificación del trabajo.** Se crea un plan de proyecto para saber si el desarrollo del producto es factible o no, dependiendo de los recursos técnicos y humanos, tiempo y presupuesto con los que se cuenta.

**Organización de la información.** Sus autores definen esta tarea como el corazón de todo proyecto de diseño. Es donde se estructura la información de acuerdo a lo que el usuario desea saber y hacer respecto al tema.

**Diagrama de flujo.** El objetivo es realizar un diagrama de flujo donde se proyecte la estructura y organización de la información; las categorías temáticas y las rutas de acceso que el usuario tendrá.

## **Etapa II. Diseño de la interacción**

En esta etapa se da una solución a ¿Cómo debería funcionar el producto?. Su objetivo es diseñar la navegación, los tipos de interacción y controles, y trazarlos en un guión; en otras palabras, se resuelven los problemas de navegación, acceso y funcionalidad del producto. Las tareas que se realizan en esta etapa son:

**Diseño de la interacción.** Con base a lo que se conoce de lo que el usuario quiere y necesita hacer en el producto, se decide exactamente dónde y en qué momento darle el control al usuario para que pueda interactuar.

**Diseño de la navegación.** En esta tarea se establecen las rutas de acceso entre cada pantalla de información, permitiendo que el usuario comprenda a dónde va, a dónde puede ir y cómo llegar a ese lugar.

**Diseño de la utilización.** Se decide la forma en la que el producto facilitará las tareas del usuario. Los autores presentan algunas normas de utilización, las cuales están incluidas de manera formal dentro de los criterios ergonómicos que se presentan al final de esta tesis (cf. Apéndice II).

**Diseño de la funcionalidad.** En esta tarea se realiza una evaluación de lo que se tiene hecho hasta ahora. Se examinan los detalles y el conjunto al mismo tiempo para determinar la forma en que funcionará el producto.

**El guión.** Se elabora el guión del producto, el cual presenta todas las acciones y opciones disponibles en cada pantalla.

## **Etapa III. Diseño de la presentación**

En esta etapa se define ¿Qué apariencia debería tener el producto?. Su objetivo es definir el estilo y el diseño de los elementos que están especificados en el guión. Posteriormente, se desarrolla un prototipo para ser evaluado por el usuario.

Las tareas que se realizan en esta etapa son:

**Diseño de la interfaz gráfica.** Se desarrolla el lenguaje visual de los elementos que se tienen contemplados en el guión, tales como: botones, fondos, ventanas, imágenes, textos, etc. De igual forma, se decide la ubicación de los objetos en cada pantalla procurando una apariencia atractiva que sea útil y entendible por el usuario.

**Realización del prototipo.** Se realiza una versión preliminar, incompleta y en pantalla del producto final (prototipo), para ser probado por los usuarios.

## **Discusión sobre la metodología**

Es notable el interés que tienen los autores en crear un producto que además de comunicativo, sea funcional. Por tal motivo, consideran esencial identificar los aspectos de diseño y comunicación que atañen al desarrollo de un producto interactivo. Los pasos que presentan en esta metodología son lo suficientemente claros y prácticos, para que los lectores que no son profesionales en el desarrollo de sistemas multimedia interactivos los entiendan. A través de ejemplos, enfatizan los puntos críticos de cada etapa y ofrecen sugerencias a lo largo de su contenido. Sin embargo y debido a su sencillez, la metodología propuesta por Kristof y Satrán no hace explícita la importancia de las evaluaciones que deben realizarse en el producto, cuando aplicarlas y en qué consisten. Por otro lado, como se mencionó anteriormente, el enfoque de esta metodología está más orientado a personas que no son desarrolladores de multimedia y, por tal motivo, no se hace mención sobre quiénes son las personas ideales que deberían realizar cada tarea, cuál es el perfil adecuado que se requiere y, sobre todo, cómo lograr la comunicación entre los diferentes miembros del equipo. Por último, la metodología nos sirve para desarrollar un producto interactivo en general, pero no cuenta con los lineamientos educativos necesarios para desarrollar un software que sea educativo.

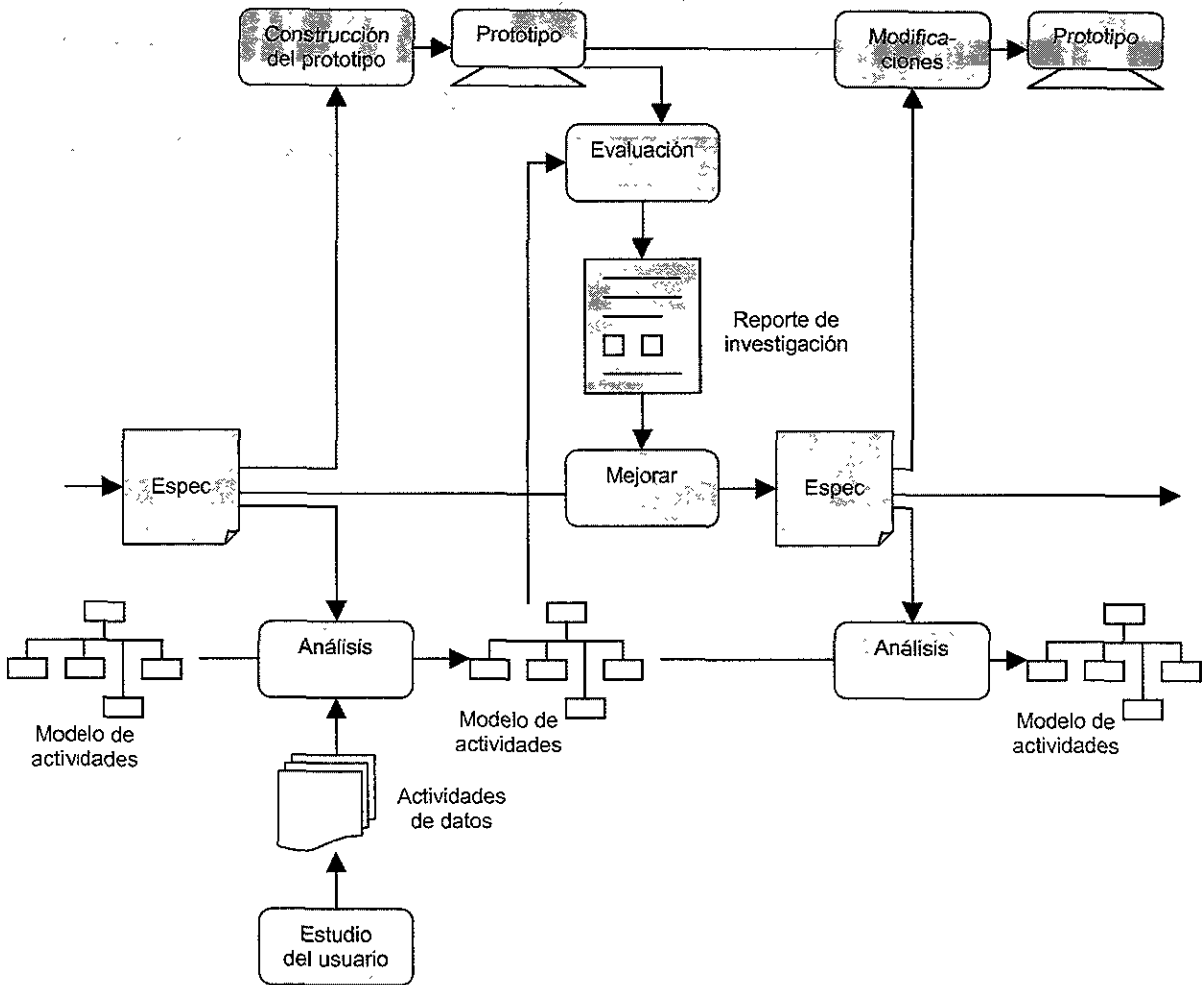
### **3.2.2.2. Diseño de sistemas interactivos de Newman y Lamming**

El modelo que sugieren Newman y Lamming (1995) se basa fundamentalmente en cinco etapas: Estudio del usuario, Construcción del modelo, Desarrollo de las especificaciones, Análisis del diseño y Evaluación de prototipos.

En la figura 3.1 podemos observar el proceso que proponen los autores: Mientras se realizan las especificaciones, se obtienen los datos de los estudios del usuario y se analizan; posteriormente, se elabora un prototipo para ser evaluado por el usuario final. Los resultados que se obtienen sirven para definir nuevas especificaciones, hacer las modificaciones necesarias y realizar un nuevo prototipo; y así sucesivamente, hasta obtener un producto que cumpla con los objetivos establecidos.

A continuación se describen las cinco etapas de esta metodología.

**Figura 3.1.**  
 Proceso múltiple del diseño de sistemas interactivos  
 Fuente: Interactive System Design, Newman y Lamming (1995)



### Etapa I. Estudio del usuario

El objetivo de esta etapa es recopilar la información necesaria que nos permita entender las actividades del usuario potencial del sistema. Como podemos observar en la figura 3.2, los datos que se obtienen de este estudio serán la entrada para analizar y modelar las actividades del usuario, que es la segunda etapa de esta metodología. Si los estudios del usuario no son conducidos adecuadamente, el diseño final del sistema puede ser arriesgado al no cumplir con los objetivos establecidos.

**Figura 3.2.**

Proceso del estudio del usuario

Fuente: Interactive System Design, Newman y Lamming (1995)



La información puede ser recopilada a través de entrevistas, en la que el usuario hace una descripción de sus tareas; protocolos verbales, donde se formulan preguntas a cerca de sus actividades; diálogos entre el usuario y el sistema; o bien, cuestionarios impresos.

## Etapa II. Construcción del modelo

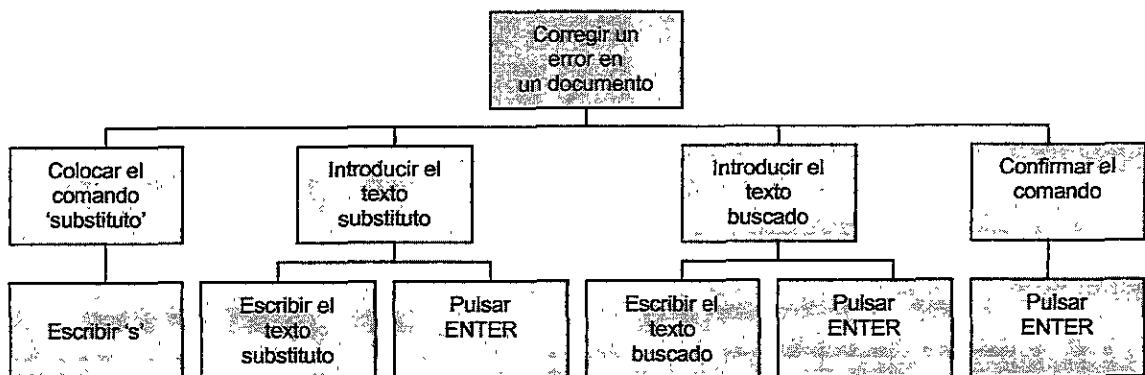
Un modelo es la representación del análisis de las actividades del usuario. En esta etapa se construye el modelo que nos va a permitir detectar las funciones que el sistema debe tener y, además, nos da elementos que nos permiten responder con mayor facilidad y certitud las preguntas que surgen a lo largo del diseño de la aplicación. Así mismo, resultan esenciales para predecir la usabilidad (cf. Capítulo 2).

Las actividades pueden ser representadas en un modelo como tareas o procesos. Si las actividades son simples, se representan como tareas; cuando son complejas, donde se involucran más personas durante un período de tiempo, se representan como procesos. En la figura 3.3 se muestra un ejemplo de la representación de las actividades del usuario.

**Figura 3.3.**

Ejemplo de la representación de las actividades del usuario

Fuente: Interactive System Design, Newman y Lamming (1995)



### Etapa III. Desarrollo de las especificaciones

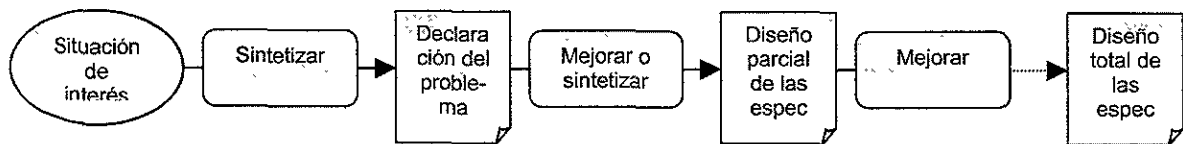
En esta etapa se llevan a cabo las especificaciones necesarias del sistema, las cuales permiten asegurar el éxito del diseño y de la implementación que se va a seguir a lo largo del proyecto. El proceso consiste en hacer una especificación de los requisitos para la producción del sistema, definiendo con claridad cada requerimiento; después se hace una descripción funcional de cada módulo y la interconexión entre ellos y, finalmente, se presentan múltiples propuestas de interfaces gráficas de usuario. Al final de este proceso lo que se obtiene es un documento que contiene el diseño total de las especificaciones, describiendo las funciones y el rendimiento del sistema; así como, las restricciones que éste tendrá.

El proceso que se sigue al desarrollar las especificaciones involucra muchas iteraciones de mejoras, como se puede observar en la figura 3.4. Muchas de estas mejoras consisten de cambios o adiciones a la especificación.

**Figura 3.4.**

Proceso del desarrollo de las especificaciones

Fuente: Interactive System Design, Newman y Lamming (1995)



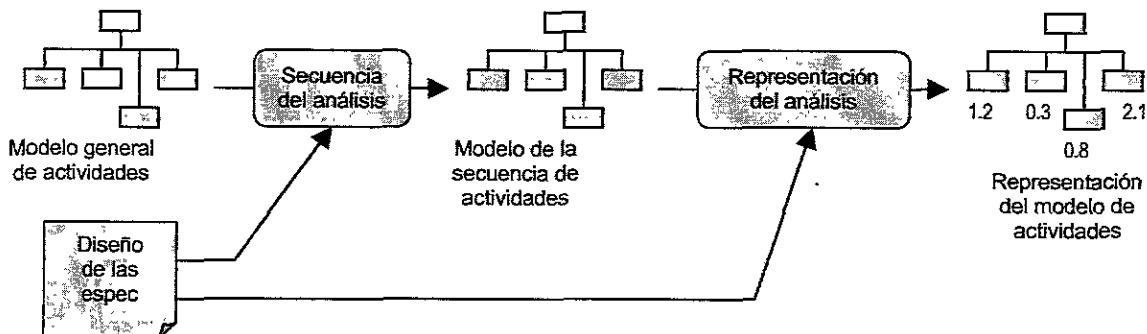
### Etapa IV. Análisis del diseño

En esta etapa se hace un análisis detallado de la usabilidad que tendrá el sistema con base en las especificaciones que se obtuvieron de la etapa anterior. Para ello, se requiere saber la forma en la que estarán organizadas las actividades del usuario. Una vez que se conoce la secuencia de estas actividades, es posible medir la facilidad con que el usuario utilizará el sistema y la probabilidad de errores en su uso. En la figura 3.5 se muestran los estados del análisis del diseño. Podemos observar que un modelo general de las actividades del usuario se transforma en un modelo de secuencia de actividades, para posteriormente, obtener una representación final del modelo de actividades.

**Figura 3.5.**

Estados del análisis del diseño

Fuente: Interactive System Design, Newman y Lamming (1995)



### Etapa V. Evaluación de prototipos

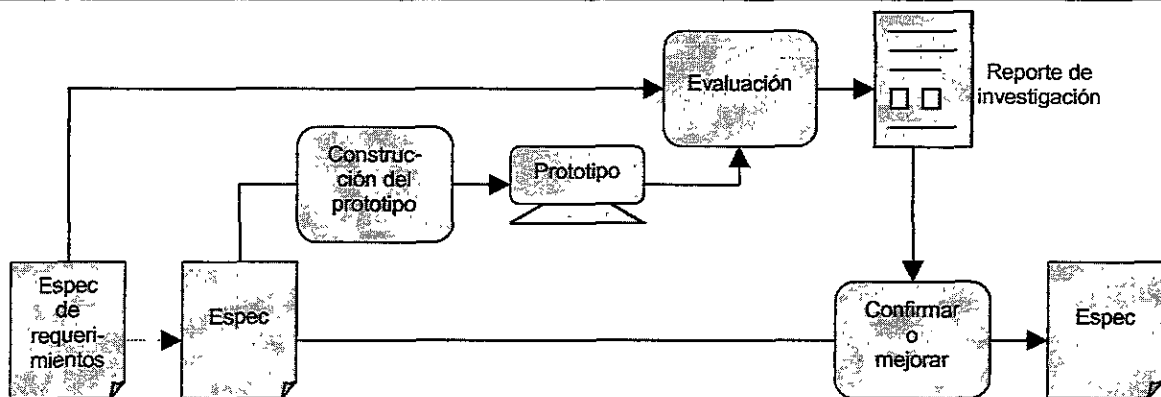
En esta etapa se realiza una evaluación del prototipo con el objeto de hacer las modificaciones necesarias al sistema y saber si cumple con los objetivos planteados en un principio. La planeación de la investigación y la documentación de los resultados juegan un papel muy importante en esta etapa, debido a que, con base en ellos se harán los cambios y ajustes necesarios.

Como se observa en la figura 3.6, los pasos que se siguen en la evaluación de prototipos se representan como un ciclo, donde primero, se investigan las especificaciones del diseño para ver si cumplen con los requerimientos; posteriormente, se construye y se evalúa el prototipo y se escribe un reporte de investigación. Los pasos anteriores continúan hasta tener la aprobación final del prototipo.

**Figura 3.6.**

La forma general del proceso de evaluación

Fuente: Interactive System Design, Newman y Lamming (1995)



## **Discusión sobre la metodología**

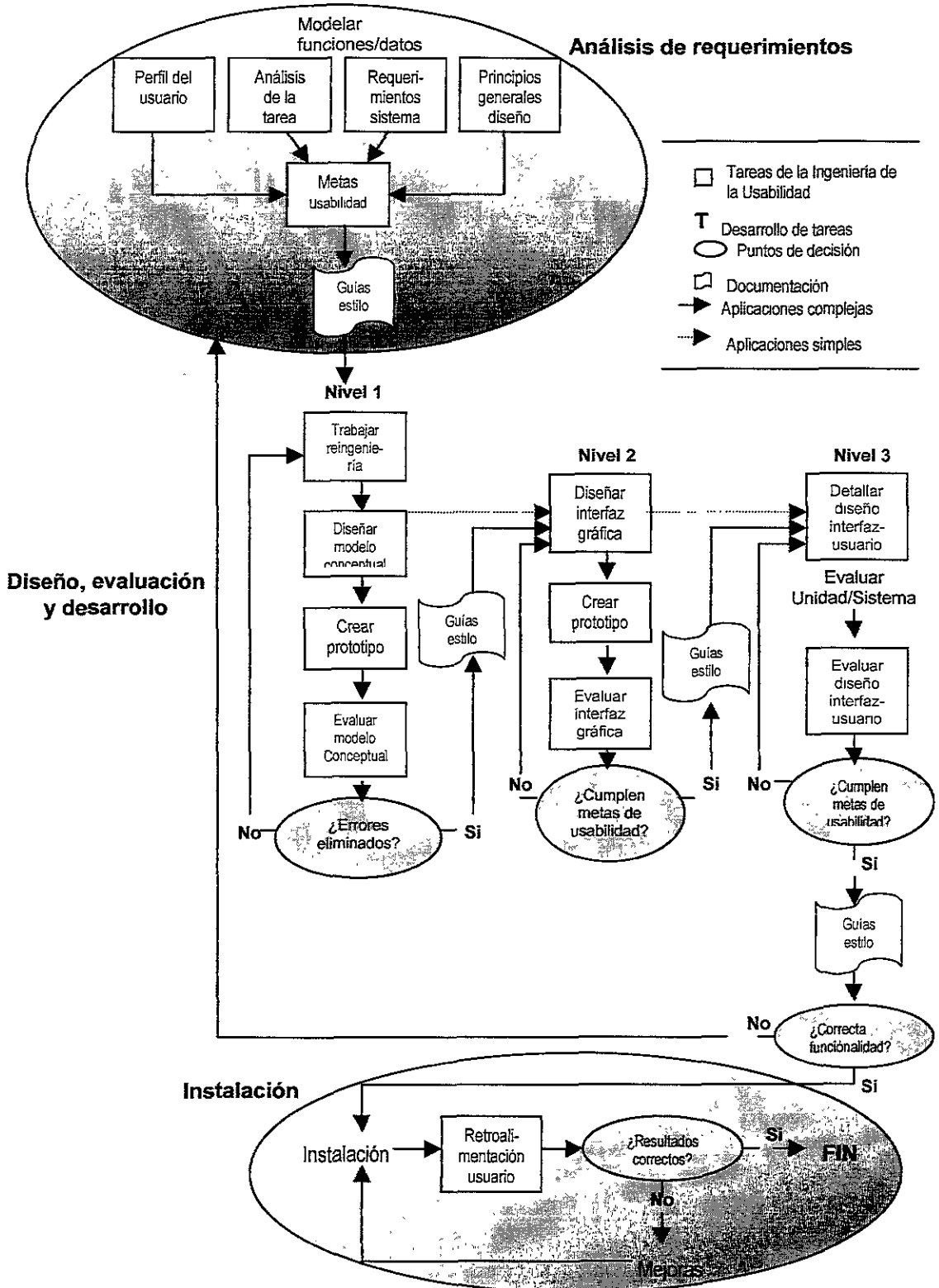
La metodología que presentan Newman y Lamming es más formal que la metodología propuesta por Kristof y Satrán, que mostramos en la sección 3.2.2.1 de este capítulo. Se presenta un proceso muy formal, completo y detallado de cada una de las etapas para asegurar que el sistema cumpla con las expectativas deseadas. Los temas principales tratan sobre la definición del problema, métodos para estudiar las actividades del usuario, análisis y diseño de sistemas, definición de requerimientos, prototipos y un conjunto de métodos para diseñar y evaluar interfaces de usuario.

La metodología está orientada principalmente a ingenieros de software, analistas de sistemas, investigadores, ingenieros en factores humanos y diseñadores; lo cual nos habla de la formalidad con la que tratan cada una de las etapas. Por esta razón, consideramos que es una base importante para ser tomada en cuenta en el desarrollo de software educativo multimedia. Sin embargo, hay que tener en cuenta que para obtener mejores resultados, se requiere de conocer más sobre las teorías del aprendizaje y la experiencia docente.

### **3.2.2.3. El ciclo de vida de la Ingeniería de la Usabilidad de Mayhew**

El ciclo de vida de la Ingeniería de la Usabilidad para desarrollar sistemas interactivos de Mayhew consiste fundamentalmente de tres fases, como las llama su autor: Análisis de requerimientos, Diseño, evaluación y desarrollo e Instalación. Cada una de las fases está conformada por diversas tareas como se observa en la figura 3.7. A continuación se realiza una breve descripción de cada una de ellas.

Figura 3.7. Ciclo de vida de la Ingeniería de la Usabilidad, Mayhew (1999)



## Fase I. Análisis de requerimientos

**Perfil del usuario.** El objetivo de esta tarea es realizar una descripción específica de las características relevantes del usuario para enfocar el diseño del producto a sus necesidades e intereses. Las técnicas que se utilizan para obtener la información son a través de cuestionarios y entrevistas que nos permiten conocer la experiencia que tiene el usuario en su tarea, su experiencia en el uso de computadoras y sus características físico-biológicas.

**Análisis de la tarea.** El objetivo de analizar las tareas del usuario es obtener un modelo de las actividades que realiza para conocer los requerimientos de usabilidad necesarios en el producto. La información se obtiene a través de entrevistas con el usuario o a través de la observación de las tareas que hace en su ambiente natural de trabajo.

**Metas de usabilidad.** En esta tarea se especifican los requerimientos de usabilidad que tendrá el producto de acuerdo al perfil del usuario y al análisis de sus tareas. Para ello, se definen los criterios ergonómicos (cf. Apéndice II) necesarios que le den al usuario un grado de aceptación y satisfacción del producto.

**Requerimientos del sistema.** En este punto es donde se establecen las capacidades y restricciones de la tecnología que será utilizada, lo cual determinará en gran medida el alcance de las posibilidades que tendrá el diseño de la interfaz de usuario. Esta tarea puede desarrollarse en cualquier momento de la fase 1: Análisis de requerimientos.

Las tareas anteriores: Perfil del usuario, Análisis de la tarea, Metas de usabilidad y Requerimientos del sistema se documentan en una guía de estilo.

**Establecer los principios generales del diseño.** Esta tarea se trabaja conjuntamente con las tres tareas anteriores, por lo que puede desarrollarse en cualquier momento de la fase 1: Análisis de requerimientos. Su propósito fundamental es identificar y revisar los principios y guías generales de diseño de la Ingeniería de la Usabilidad que serán aplicados al diseño de la interfaz de usuario durante la fase II: Diseño, evaluación y desarrollo. Estos principios pueden encontrarse en los criterios ergonómicos (cf. Apéndice II) que nos orientan en la manera de estructurar y presentar la información; y en las reglas de diseño gráfico que se siguen al construir una interfaz gráfica de usuario.

## Fase II. Diseño, evaluación y desarrollo

Como podemos observar en la figura 3.7, esta fase se encuentra dividida en tres niveles, los cuales veremos a continuación.

### Nivel 1

**Trabajar la Reingeniería.** Se basa en el análisis de todos los requerimientos y en las metas de usabilidad que se tienen hasta este punto del proceso. El propósito de esta tarea es rediseñar las tareas del usuario para especificar detalladamente la funcionalidad del producto, como la organización y estructura de la información. Así mismo, es donde se lleva a cabo una validación del modelo de trabajo de la reingeniería con el usuario final.

**Diseñar el modelo conceptual.** Con base en todas las tareas previas a ésta del ciclo de vida, en el diseño del modelo conceptual se definen las rutas de navegación, el nivel de interacción, las reglas de consistencia, los procesos y las acciones que tendrá cada pantalla del producto.

**Crear prototipos del modelo conceptual.** En esta etapa se realizan los prototipos necesarios (básicamente sobre papel), donde se indica el orden en el que aparecerán las pantallas y los elementos que habrá en cada una de ellas. El objetivo es representar las ideas que se tienen sobre los niveles funcionales y de organización del producto para ser evaluados posteriormente.

**Evaluar de forma iterativa el modelo conceptual.** Su fin es evaluar, refinar y validar el modelo del diseño conceptual a través de diversas técnicas de evaluación, como la evaluación formal de usabilidad, donde el usuario final realiza las tareas más representativas con el mínimo entrenamiento, imaginando que los prototipos son un producto real.

Cuando se detectan errores en el diseño del producto, es necesario realizar nuevamente el trabajo de reingeniería. Como podemos observar en la figura 3.7, esta iteración de las tareas del nivel uno continua hasta haber eliminado todos los errores encontrados en el producto, y una vez que han sido corregidos, se procede a documentar estas cuatro tareas en una guía de estilo.

## Nivel 2

**Diseñar la interfaz gráfica.** En esta tarea se realiza el diseño de la interfaz gráfica del producto considerando las reglas fundamentales del diseño de pantallas y algunos de los criterios ergonómicos (cf. Apéndice II) para mantener la consistencia y la unidad en el producto.

**Crear un prototipo de la interfaz gráfica.** El objetivo de esta etapa es implementar un prototipo que muestre el diseño de la interfaz gráfica y la funcionalidad del producto para su evaluación posterior.

**Evaluar de forma iterativa la interfaz gráfica.** El propósito de esta tarea es evaluar, refinar y validar la interfaz gráfica. Para la evaluación se utilizan diversas técnicas, como la evaluación formal de usabilidad o los métodos de inspección de la Ingeniería de la Usabilidad.

Una vez que los errores han sido corregidos y se cumple con las metas de usabilidad que se establecieron en la fase uno, se realiza la documentación de las tareas en una guía de estilo. De lo contrario, y como podemos observar en la figura 3.7, el ciclo de las tareas del nivel dos continua.

**Desarrollar la guía de estilo.** La guía de estilo es el documento que contiene los resultados del diseño del modelo conceptual, los estándares de diseño de pantallas y la información recopilada durante el Análisis de requerimientos. El objetivo de su elaboración es crear un medio de comunicación entre el equipo de trabajo que está desarrollando el producto.

### Nivel 3

**Detallar el diseño de la interfaz de usuario.** En esta etapa se realiza el diseño completo de la interfaz de usuario siguiendo los lineamientos que se marcaron en la guía de estilo: modelo conceptual refinado y validado, estándares de diseño de pantallas establecidos, etc.

**Evaluar de forma iterativa el detalle del diseño de la interfaz de usuario.** El propósito de esta tarea es evaluar y refinar totalmente la interfaz de usuario realizada. Es validar nuevamente las metas de usabilidad que se establecieron en la fase uno. Para ello, se utilizan diversas técnicas de evaluación, como las evaluaciones formales de usabilidad o los métodos de inspección que proporciona la Ingeniería de la Usabilidad.

Si se cumple con las metas de usabilidad, se documentan las dos tareas de este nivel en una guía de estilo, de lo contrario, inicia nuevamente el ciclo del nivel tres, como se observa en la figura 3.7. Posteriormente, si la funcionalidad del producto es correcta, el ciclo de vida continua con la fase tres, de otro modo, será necesario revisar las tareas de la fase uno.

### Fase III. Instalación

**Retroalimentación del usuario.** Una vez que el producto ha sido instalado y se encuentra funcionando, la retroalimentación que el usuario pueda proporcionar será la base para hacer mejoras y nuevas versiones del producto, o bien, para crear a futuro nuevos productos.

### Discusión sobre la metodología

La metodología que presenta Mayhew es muy completa y detallada. Aunque el ciclo de vida está enfocado al desarrollo de aplicaciones típicas de software, se puede aplicar también al desarrollo de proyectos de cualquier tipo de productos interactivos. De esta manera, es factible adaptar el ciclo de vida a proyectos internos, comerciales, entre otros; de cualquier tamaño, complejidad, tiempo y presupuesto.

Lo interesante de esta metodología, es que el autor marca de forma muy clara, la complejidad de cada una de las tareas, la interconexión que existe entre ellas y el orden adecuado en que pueden llevarse a cabo. Con base en esto, y dependiendo de la complejidad del sistema, nos ofrece la posibilidad de omitir algunas de las tareas, reduciendo así, el ciclo de vida. Por ejemplo, en la figura 3.7, podemos observar cómo durante la fase de Diseño, evaluación y desarrollo, los pasos para llegar del nivel uno al nivel dos; y de éste, al nivel tres, pueden reducirse si en el nivel uno se cuenta ya, con un diseño del modelo conceptual lo suficientemente válido para iniciar directamente con el diseño de la interfaz gráfica (nivel 2) y posteriormente, continuar con el detalle de la interfaz de usuario (nivel 3).

Por las razones expuestas anteriormente, consideramos que el Ciclo de vida de la Ingeniería de la Usabilidad de Mayhew, cuenta con todos los elementos necesarios para desarrollar cualquier tipo de sistema multimedia interactivo. Pero el propósito de esta metodología, no está enfocada fundamentalmente al desarrollo de software educativo, lo cual nos obliga a buscar en otras fuentes los lineamientos educativos necesarios que nos permitan una adecuada valoración de las posibilidades educativas del software.

### **3.3. EL PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA DESARROLLAR SISTEMAS MULTIMEDIA INTERACTIVOS UTILIZADO EN LA DGSCA**

El Proceso de Producción para desarrollar sistemas multimedia interactivos que se presenta a continuación, fue elaborado por el Departamento de Multimedia de la DGSCA-UNAM a principios del año 1999. Surge como una necesidad de formalizar el método de trabajo que se había estado llevando a cabo desde años anteriores. En primer lugar, nos sirve para quienes trabajamos en el departamento, como una guía para organizar mejor las tareas y los tiempos que se requieren para desarrollar un sistema multimedia interactivo, debido a que, nos muestra cuáles son las tareas que deben realizarse, el orden que debe seguirse, la forma en que se comunican y, además, nos permite estimar el tiempo que necesita cada una de las tareas. En segundo lugar, nos permite transmitir esta forma de trabajo a los estudiantes de los diplomados, líneas de especialización y cursos de Multimedia que se imparten en la DGSCA; los cuales han sido aceptados con gran entusiasmo.

El proceso de producción está dividido en tres grandes bloques o etapas: Preproducción, Producción y Posproducción, los cuales a su vez se componen de varias tareas que van unidas íntimamente una con otra (Ver figura 3.8). La manera en que se realizan algunas de estas tareas es de forma secuencial, y otras, de forma paralela, dependiendo de la complejidad del sistema y de la información que se tiene; pero principalmente, de la experiencia, del grado de integración y de la comunicación que exista entre los miembros del equipo de trabajo.

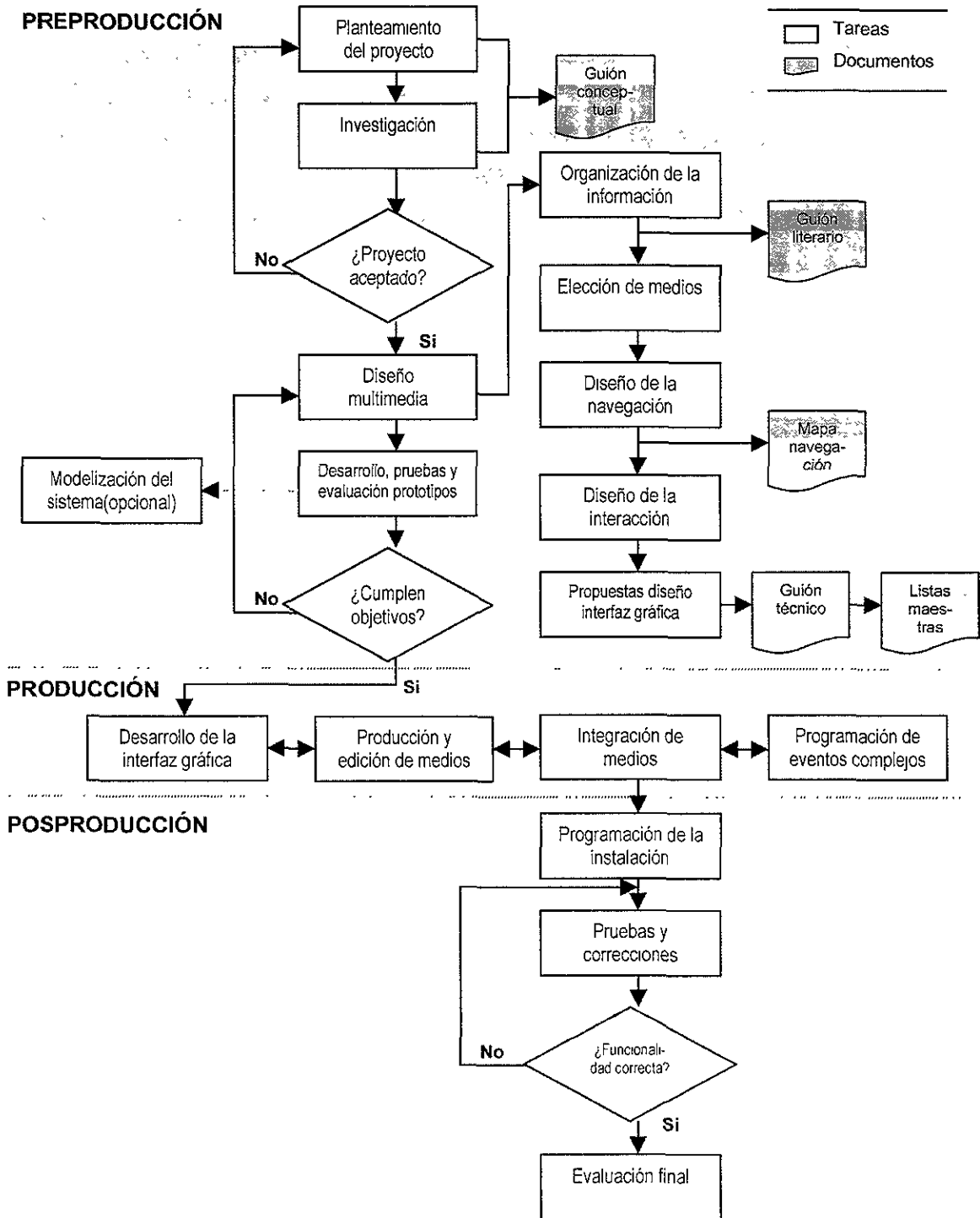
La metodología que aquí se presenta —al igual que otros ciclos de vida de la Ingeniería de Software— es flexible. Es posible adaptar las tareas del proceso de producción a otras organizaciones y grupos creadores de sistemas multimedia interactivos; que aunque no cuentan con el equipo de producción sugerido aquí, sí cuentan con la experiencia de grupo que se requiere para desarrollar productos de esta naturaleza.

Para nuestro caso particular: el desarrollo de software educativo multimedia, se han realizado las modificaciones que consideramos necesarias al proceso de producción, debido a que, la metodología está orientada al desarrollo de sistemas multimedia interactivos. En efecto el software educativo entra dentro de esta categoría, pero el término educativo implica algunas consideraciones adicionales que es necesario tomar en cuenta. Las modificaciones al proceso de producción se fundamentan en las investigaciones que el Centro de Instrumentos de la UNAM lleva a cabo sobre el desarrollo de software educativo, las cuales se presentan en la sección 3.4 de este capítulo.

**Figura 3.8.**

Proceso de Producción para desarrollar sistemas multimedia interactivos

Fuente: Departamento de Multimedia, DGSCA-UNAM, 2001



## **PREPRODUCCIÓN**

Esta etapa requiere de mucha experiencia y de una enorme capacidad de abstracción, para poder visualizar los problemas que se pueden presentar a partir de las decisiones que se tomen; de una gran creatividad, para dar respuesta a las necesidades comunicativas o expresivas planteadas por el proyecto; y de cierta dosis de paciencia, para no precipitarse sobre la acción, antes de considerar todos los aspectos que intervendrán tanto en las siguientes etapas del proceso, como los que tienen que ver directamente con el usuario (Ruiz, 1999).

La etapa de Preproducción inicia en el momento en que surge la idea de crear un sistema multimedia y es la etapa que mayor tiempo requiere para su desarrollo. Cuando concluye, podemos decir que el avance del proyecto es de un 60% de la producción final. Es aquí, donde se definen los objetivos, características, recursos tanto técnicos como humanos; tiempos y costos requeridos del sistema; donde se comienza a organizar la información, se realiza el diseño y el funcionamiento del sistema. En pocas palabras, se define qué elementos se necesitarán, y cómo y cuándo aparecerán en el sistema multimedia.

La Preproducción consiste fundamentalmente de cinco tareas: Planteamiento del proyecto, Investigación, Diseño multimedia, Desarrollo, pruebas y evaluación de prototipos y Modelización del sistema (opcional).

A continuación se explican cada una de las tareas de la etapa de Preproducción.

### **3.3.1. Planteamiento del proyecto**

En el desarrollo de cualquier tipo de sistema, es indispensable la tarea de plantear el proyecto a través de un estudio de factibilidad que nos permita decidir si es posible realizar el proyecto o no. Así como, la tarea de definir el proyecto (en el caso de que haya sido aceptado). A continuación se explica en qué consiste cada una de estas tareas.

#### **3.3.1.1. Estudio de factibilidad**

Cuando un cliente establece contacto por primera vez con un equipo de desarrollo de sistemas multimedia, el trabajo primordial consiste de entender sus necesidades, aterrizar sus ideas y definir sus objetivos; en pocas palabras, saber qué es lo que quiere transmitir con el producto. En este primer acercamiento con el cliente, es importante aclararle todas y cada una de sus dudas y mostrarle alternativas de solución posibles, lo cual requiere de cierta habilidad de comunicación para transmitir las ideas en forma clara y oportuna. En muchas ocasiones, es común notar que el cliente no tiene una noción clara de las posibilidades y limitaciones que ofrece el medio; sus propuestas no van de acuerdo con estas posibilidades o sus exigencias en cuanto a tiempo y costos de realización, están muy alejadas de los requerimientos reales. Debido a esto, es recomendable hacer referencia a otras aplicaciones multimedia, publicaciones, audiovisuales, etc. Cualquier medio puede ser útil cuando se trata de aclarar la idea del funcionamiento y apariencia del producto que se quiere obtener.

Muchas veces, al final de la entrevista resulta ser que no es precisamente un sistema multimedia el que vendrá a solucionar los problemas del cliente, sino un libro o un video por ejemplo.

El estudio de factibilidad no es una propuesta de proyecto, es simplemente una evaluación de la factibilidad para desarrollar un sistema multimedia. Por lo tanto, aquí se analiza la factibilidad, pertinencia y efecto de la inversión del proyecto. Generalmente tiene el objetivo de demostrar la factibilidad del proyecto desde un punto de vista social, técnico, económico y financiero. Para llevar a cabo este estudio, es necesario formar un equipo con gente calificada que cuente con la experiencia y creatividad necesaria; por lo general esto debería incluir: una persona experta en el tema, un guionista, un diseñador y un programador para tener diferentes puntos de vista en cuanto a contenido, forma, navegación e interacción del sistema multimedia.

De esta manera, para tener un buen inicio en el proceso de producción, es importante tener los objetivos muy bien definidos y pensar en todas las implicaciones de lo que está a punto de realizarse: ¿cuáles son las tareas a las que nos enfrentamos?, ¿cuánto tiempo nos llevará?, ¿cuánto dinero nos costará?, ¿contamos con el equipo apropiado?, ¿tenemos al personal con los conocimientos necesarios?.

Así, en el estudio de factibilidad lo que se busca es:

- Definir los objetivos del sistema y el público al que va dirigido.
- Definir qué se le quiere transmitir al usuario según sus necesidades e intereses.
- Definir por qué medio (CD-ROM, web, quiosco, etc.) llegará el producto al usuario.
- Estimar los tiempos, costos y recursos aproximados que se requieren para su desarrollo.

### 3.3.1.2. Definición del proyecto

Una vez que el proyecto ha sido aceptado para su realización, el siguiente paso es definir el proyecto. Esta tarea consiste de establecer claramente todos los puntos mencionados en el estudio de factibilidad, el contenido del sistema multimedia, el equipo de trabajo y, los tiempos y costos requeridos.

Para llevar a cabo esta tarea, resulta necesario tener varias sesiones con el cliente, debido a que, la propuesta de la aplicación multimedia que el cliente sugiere, no siempre está completa o no es lo suficientemente clara como para comenzar el diseño del sistema multimedia. Las sesiones nos van a ayudar a establecer lo que el cliente realmente necesita y conciliar eso con lo que está dispuesto a invertir.

Como menciona Kristof y Satrán (1998): "No existe una fórmula para diseñar productos interactivos. Pero no hay ningún producto interactivo que no se beneficie de unos objetivos claramente expresados, un público bien definido y un plan de diseño centrado". Tener esto en nuestra mente, nos ofrece una valiosa ayuda para continuar con las siguientes etapas del proceso de producción, de lo contrario, el trabajo resultaría en vano y costoso.

Los puntos especificados en el estudio de factibilidad y el contenido general del sistema multimedia quedan documentados en un guión conceptual.

### 3.3.1.2.1. El guión conceptual

El guión conceptual es el documento que nos permite comprender en términos generales, el proyecto en su totalidad. Su objetivo es informar al cliente y a las personas interesadas, de la manera más concreta y clara posibles, los puntos que justifican el desarrollo del proyecto (Ver ejemplo en el Apéndice I).

El guión conceptual puede variar en cuanto a su extensión, sin embargo, es importante que contenga los siguientes puntos, considerados como indispensables:

1. **Nombre del proyecto.** Es importante asignarle un nombre al proyecto. Inicialmente se puede trabajar con un nombre tentativo y conforme se vaya estructurando y desarrollando el sistema multimedia podría modificarse hasta llegar al nombre que finalmente tendrá el sistema.
2. **Objetivos.** Es necesario definir qué es lo que se pretende alcanzar con la producción del sistema multimedia. Los objetivos se pueden plantear de manera general y/o particular.
3. **Público al que va dirigido.** Es importante saber a qué usuario nos estamos dirigiendo, en cuanto a edad, género, educación, experiencia con computadoras, etc. Esto nos ayuda a determinar el diseño del sistema multimedia.
4. **Descripción del contenido.** En este punto se organizan los temas o puntos principales del sistema y se describe el tipo de información que conformará el contenido; así como la extensión de los mismos.
5. **Descripción del programa.** Este punto puede variar en cuanto a extensión, dependiendo de qué tan clara sea la idea que se tenga del producto final. En muchas ocasiones, el cliente tiene ya una idea muy clara del diseño de la interfaz gráfica o de las secciones en que estará dividido el sistema. En este punto se contemplan también las posibilidades de música, locución, sistemas de bases de datos, etc.
6. **Medio de distribución.** Se indica el medio en el que el sistema multimedia será distribuido (CD-ROM, web, quiosco, etc.).
7. **Requerimientos del sistema.** Se hace una descripción técnica en cuanto al equipo que se necesitará para la reproducción del sistema multimedia. Los requerimientos del sistema dependen del medio de distribución, pero de manera general lo que se especifica es: tipo y velocidad del procesador, cantidad de memoria RAM requerida, espacio aproximado en disco duro, características de las tarjetas de video y audio, velocidad de CD-ROM (cuando éste sea el medio de distribución), sistema operativo, etc.

El guión conceptual es elaborado por el coordinador del proyecto y/o guionista, con apoyo de los coordinadores de diseño y programación que se encuentran asignados al proyecto.

### 3.3.1.2.2. Contrato o carta convenio

El contrato o carta convenio es el documento que solidifica los compromisos entre el cliente y el equipo de producción. El alcance del proyecto y la responsabilidad del productor, determinarán si es necesario o no firmar un contrato legal con los costos que esto implica. En algunas ocasiones, basta con firmar una carta convenio o una orden de compra.

La carta convenio deberá describir a detalle la producción, establecer fechas límite de entrega, presupuesto y formas de pago, responsabilidades de cada una de las partes, cláusulas en caso de desempeño no satisfactorio y un marco para modificaciones al sistema multimedia —lo cual ocurre con frecuencia—.

Si la producción se realiza dentro de una misma empresa, un equivalente de la carta convenio puede ser muy útil para verificar responsabilidades, presupuestos, expectativas y fechas límite de término.

### 3.3.1.2.3. Equipo de producción

Sin duda alguna, uno de los factores para lograr el éxito de cualquier sistema multimedia —y de cualquier otro tipo— es el factor humano. En nuestro caso, el equipo de producción es necesariamente multidisciplinario, pues está conformado por la creatividad y el talento de varios especialistas.

Muchos dicen que cualquier persona que cuente con los conocimientos técnicos necesarios, puede hacer sistemas multimedia interactivos, sin embargo esto no es necesariamente cierto, porque para lograr que un sistema de este tipo cubra con las expectativas deseadas en cuanto a ergonomía, diseño, programación, entre otros aspectos, se requiere de la experiencia de varios especialistas, como: diseñadores gráficos o industriales, artistas visuales, ingenieros en computación, informáticos, comunicadores gráficos, escritores o guionistas, pedagogos, etc., que cuentan con el respaldo de su formación profesional. Lo ideal sería contar con un equipo multidisciplinario conformado por estos especialistas, sin embargo en la práctica no siempre ocurre esto, pues muchas veces una sola persona tiene que realizar varias tareas que no son propias de su profesión, pero sí de su experiencia.

A continuación se mencionan los roles necesarios que se requieren para formar el equipo de producción. El número de personas requerido para cada proyecto, sólo puede ser determinado después de hacer una estimación de la complejidad del sistema y del esfuerzo que requiere para su desarrollo. Algunos de los expertos pueden ser traídos a colaborar sobre metas muy concretas solamente en las etapas relevantes del proyecto.

**Coordinador general.** Es la persona que lleva a cabo la planeación de todo el proyecto. Responsable de que el proyecto llegue a su fin, de dar solución a los problemas que se presenten durante su desarrollo y de establecer los lazos de control y comunicación entre el cliente y el equipo de trabajo.

**Guionista.** Es el encargado de elaborar toda la documentación que surge durante la etapa de Preproducción, tales como: guión conceptual, guión literario, mapa de navegación, guión técnico y listas maestras.

**Coordinador de diseño.** Es la persona que coordina el diseño de la interfaz gráfica del sistema multimedia y responsable del procesamiento y tratamiento de los medios (imágenes, animaciones, videos y audios).

**Animador.** Es la persona encargada de producir todas las imágenes en movimiento a partir de paquetes especializados.

**Responsable de digitalización y edición de medios.** Se encarga del proceso de digitalización y edición de los medios a integrar en el sistema multimedia, tales como: imágenes, videos y audios.

**Coordinador de programación.** Es la persona que coordina la programación e integración de todos los medios que forman parte del sistema multimedia. Así como, de darle solución a los problemas técnicos que pudieran presentarse durante el desarrollo.

**Investigador.** Es el responsable de recopilar todo el material necesario para el desarrollo del sistema multimedia (textos, imágenes, etc.). Esta persona puede ser externa, elegida por el propio cliente, o parte del equipo de producción. Su presencia dependerá de la diversidad del tema que se esté tratando.

La tarea de diseñar la interfaz de usuario en cuanto a presentación, navegación, interacción, utilización y funcionalidad del sistema se trabaja conjuntamente entre el coordinador general, el guionista, el coordinador de diseño y el coordinador de programación.

#### 3.3.1.2.4. Plan de actividades

El plan de actividades resulta un instrumento fundamental para planear y programar todas las actividades o tareas que se van a realizar en el desarrollo de un sistema multimedia.

El plan de actividades puede ser representado a través de una gráfica de Gantt (ideada por Henry L. Gantt, notable pionero en el campo de la administración industrial), la cual es útil para representar la ejecución o la producción total relacionándola con el tiempo.

El eje horizontal de la gráfica se usa para representar el tiempo y en la columna vertical de la izquierda se enlistan las actividades. El diagrama puede representar sólo las actividades más generales del proceso de producción (ver figura 3.9), sin embargo, es conveniente detallar lo más posible cada tarea para tener una mejor administración de los tiempos del proyecto.

**Figura 3.9.**

Ejemplo de un plan de actividades del proceso de producción de un sistema multimedia

ACTIVIDADES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
<b>PREPRODUCCIÓN</b>							
Planteamiento del proyecto							
Investigación							
Diseño multimedia							
Desarrollo, pruebas y evaluación de prototipos							
Modelización del sistema							
<b>PRODUCCIÓN</b>							
Desarrollo de interfaz gráfica							
Producción y edición de medios							
Integración de medios							
Programación de eventos o interacciones complejas							
<b>POSTPRODUCCIÓN</b>							
Programación de la instalación							
Pruebas y correcciones							
Evaluación final							
Reproducción							

### 3.3.2. Investigación

Es el proceso de recopilar toda la información necesaria para ser presentada en el sistema multimedia. Dicha información la podemos obtener de dos maneras:

- Del cliente, quién nos proporciona toda la información.
- Del investigador, quien realiza la tarea de recopilar toda la información basándose en las ideas de los expertos y del cliente.

Cuando ocurre la primera opción, es frecuente que la información se tenga que adecuar para poder ser expuesta en un sistema multimedia, pues en muchas ocasiones la información resulta ser meramente textual. En ambos casos, es el investigador quien verifica que la información recopilada sea relevante y útil para alcanzar los objetivos que se persiguen.

En la segunda opción, la tarea de investigación es una labor que se mantiene en actividad constante hasta concluir la etapa de Preproducción. En sus inicios, la investigación consiste de recabar la información necesaria para desarrollar el guión conceptual, el cual se elabora durante la definición del proyecto. La información puede ser solo textual y recabada a través de libros, revistas o sistemas ya creados. Conforme avanza el proyecto, la investigación se hace más específica y, en este caso, se requiere de una investigación iconográfica y sonora.

### 3.3.2.1. Investigación iconográfica y sonora

Es la tarea de recopilar todo el material visual y sonoro que se va a utilizar o que se va a tomar como referencia para desarrollar el sistema multimedia, tales como: iconos, imágenes de fondo, texturas, fotografías, videos y música. Aquí, es importante considerar los derechos de autor que tienen algunos medios para su uso, como: fotografías, videos y música; y del fin que se persigue con el sistema multimedia, si es educativo o comercial. Para ambos casos, es necesario tener en cuenta que:

- Si el material es proporcionado por el autor, se recomienda que el formato (tamaño, encuadre, color, etc.) sea tal y como se desea ver. Así mismo, es conveniente poner la referencia de su autor y/o la fuente de donde se obtuvo.
- Al realizar un convenio, se debe incluir un apartado referente a la responsabilidad en cuanto al uso del material no original.
- Si el cliente contrata la sesión de derechos del sistema multimedia, el derecho moral del personal creativo y de programación no se pierde, éste es irrenunciable.

Algunas veces se requiere o se desean lograr diseños tan originales y exclusivos, que la labor del investigador se convierte en una verdadera "cacería de imágenes"; recopilando los objetos menos imaginados, como: juguetes, cajas, hojas, maderas, telas, etc.; que al ser digitalizados y con un buen retoque de imagen, se obtienen diseños únicos. En cuestión de música, se pueden generar composiciones originales con apoyo de un compositor o amante de la música que dé vida a algunas de las secciones del sistema multimedia. Y en cuestiones de video, se pueden crear también, secuencias originales de imágenes; o bien, representaciones vivas a través de objetos, animales o personas que le den el realismo necesario.

Una vez que se tiene seleccionado el material iconográfico y sonoro, se procede a documentarlo en las listas maestras que se generan durante, o después del guión técnico (descrito más adelante). En estas listas se especifica de manera detallada el tipo de medio, nombre, fuente, descripción, sección a la que pertenece, entre otras características.

### 3.3.3. Diseño Multimedia

El diseño multimedia responde a las preguntas de: ¿cómo debería funcionar? y ¿qué apariencia debería tener?. Comprende las tareas de organizar la información, de pensar en los medios que se utilizarán, las acciones que podrá efectuar el usuario y la apariencia que tendrán las pantallas. Para llevar a cabo esta tarea, se reúne el guionista con los coordinadores del proyecto (el coordinador general, el de diseño y el de programación); quienes dan solución a la parte estructural, de navegación, interacción y gráfica del sistema multimedia.

En la tarea de Diseño multimedia lo que se busca es:

- Organizar la información
- Elegir los medios más adecuados
- Diseñar la navegación
- Diseñar la interacción
- Diseñar la interfaz gráfica

Estas tareas se describen a continuación.

### **3.3.3.1. Organización de la información**

El propósito de esta tarea es dividir el sistema en módulos, secciones o bloques significativos de información para posteriormente, construir cada pantalla del sistema multimedia. Fairley (1995) menciona con respecto a la división de un sistema:

El uso de una estructura permite que un sistema grande sea definido en términos de unidades más pequeñas y manejables con una clara definición de las relaciones entre las diferentes partes del sistema.

Así, es importante llevar a cabo esta división para obtener una estructura del sistema tomando en cuenta la calidad de sus contenidos. La separación de la información puede realizarse con base al tema, ubicación geográfica, secuencia histórica o secuencia narrativa; así como, de identificar los temas que tienen más prioridad para el usuario y cuáles pueden pasar a un nivel secundario.

Por otra parte, es importante también considerar las dimensiones de cada pantalla y la cantidad de información que es más importante ante los ojos del usuario y, de utilizar los criterios ergonómicos: legibilidad, consistencia, agrupación, densidad de la información, etc., para presentar adecuadamente la información (cf. Apéndice II).

La organización de la información se representa a través de un documento llamado guión literario.

#### **3.3.3.1.1. El guión literario**

El guión literario contiene toda la información que ha sido seleccionada y depurada durante la investigación. Se presenta en forma escrita y sirve como base para separar en bloques significativos o secciones el contenido y elegir los medios más adecuados que se van a utilizar para presentar la información. En algunas ocasiones, la información que contendrá el sistema multimedia se encuentra ya definida por el cliente, y la tarea de estructurarla no resulta tan ardua; por ejemplo, cuando se desea reconvertir un manual de organización de una empresa a un sistema multimedia y ya se conoce exactamente qué información debe ir en cada parte del sistema; esto facilita enormemente el manejo de la información. En otros

casos, es necesario saber qué es lo que se quiere hacer para organizarla de la mejor manera posible.

### **3.3.3.2. Elección de medios**

La tarea de elegir los medios más adecuados para ejemplificar las ideas y los temas del sistema multimedia, es fundamental en la creación de un sistema de esta naturaleza. A través de una adecuada elección de medios se puede lograr que el usuario comprenda y asimile mejor la información.

Para hacer una adecuada elección de medios, es conveniente tener en cuenta las ventajas y desventajas que cada medio nos proporciona (cf. Capítulo 3). Con una adecuada combinación y sincronía de medios es posible mantener la atención del usuario en todo momento.

La elección de medios puede llevarse a cabo junto con la organización de la información. Conforme se van estructurando los módulos, es posible pensar en la manera en que se van a representar los temas.

### **3.3.3.3. Diseño de la navegación**

En esta parte se define exactamente cómo estarán conectados los módulos del sistema para que el usuario tenga acceso a cada uno de ellos. Para esto, es importante saber qué tipos de accesos y vínculos entre los temas necesitará el usuario.

Es importante verificar que la estructura de navegación que se obtenga de esta tarea, sea coherente y equilibrada para que el resultado sea: un producto fácil de explorar. Esta estructura se representa a través de un diagrama de flujo, al cual hemos llamado mapa de navegación.

#### **3.3.3.3.1. Mapa de navegación**

El mapa de navegación puede construirse con la ayuda del guión conceptual y/o del guión literario. Presenta los vínculos directos entre niveles y temas adyacentes especificando todas las rutas posibles. Es una especificación clara y fácil de seguir de las categorías temáticas, de los niveles y los vínculos del sistema (Ver ejemplo en el Apéndice I).

Al diseñar un mapa de navegación, puede subestimarse la importancia que éste tendrá durante todo el proceso de producción. Con base en nuestra experiencia, podemos asegurar que nos proporciona una idea bastante clara de la organización y estructura del sistema a simple vista. El mapa de navegación debe ser tan claro, como para que el cliente y cualquier persona del equipo de producción pueda leerlo y entenderlo.

En el mapa de navegación lo que debemos encontrar es:

- Las secciones o pantallas en las que va a estar dividido el sistema
- La función o el tema a tratar en cada pantalla
- Las conexiones entre las pantallas
- Las características de las conexiones: automática, opcional, condicionada, etc.

De acuerdo con Vaughan (1995), los diferentes tipos de estructuras de navegación que podemos encontrar en un sistema multimedia, son:

(Ver figura 3.10)

**Lineal.** La navegación es de manera secuencial, poniendo énfasis en la secuencia de un proceso o suceso, por ejemplo, cuando se habla de un acontecimiento histórico.

**Jerárquica o arbolada.** El acceso es desde un punto principal de entrada, a cada una de las áreas temáticas. Para ir de un área temática a otra, es necesario regresar al punto principal. Esta estructura es adecuada cuando se desea navegar de los temas más generales a los más particulares, por ejemplo, el folleto interactivo de una compañía.

**No lineal.** La navegación que el usuario tiene es libre a través de las diferentes secciones del sistema. No presenta limitaciones durante el recorrido, el usuario decide dónde iniciar y terminar, por ejemplo, los juegos.

**Compuesta.** Este tipo de estructura es una combinación entre las anteriores. El usuario puede navegar libremente, pero bajo ciertas limitaciones, como puede ser una presentación lineal y jerárquica. Ejemplo de esta estructura es una enciclopedia.

No existen normas rígidas para crear un mapa de navegación, la única condición es que funcione como un mapa claro del diseño de la información. Sin embargo, hay ciertas convenciones que consideramos son importantes a tomarse en cuenta:

(Ver figura 3.11)

1. Se necesita un recuadro para cada sección y el nombre de ésta en su interior.
2. Las jerarquías de la información de cada sección están dadas por su ubicación en el mapa de navegación, por este motivo, debe evitarse la diferencia de dimensiones entre los recuadros de cada sección.
3. La flecha continua señala una conexión con otra sección, en la que se tendrá que interactuar para seguir el flujo del sistema.
4. La flecha discontinua marca una conexión con una sección, que regresará o continuará con el flujo del sistema automáticamente.
5. La dirección de la flecha señala la dirección en la que puede darse la conexión, en caso de que la conexión se pueda establecer en ambos sentidos, la flecha deberá tener dos puntas.

6. Una flecha que llegue a una sección sin que ésta parta de una sección de origen, indica que se puede llegar a dicha sección desde cualquier parte del sistema.
7. Cualquier comentario acerca de las conexiones se anotará al lado de la conexión a la que hace referencia el comentario.
8. Se tiene que procurar que las conexiones no se crucen para evitar cualquier confusión.

Así mismo, es importante que durante el diseño de la navegación se tenga en cuenta:

- Minimizar el recorrido: Creando un camino corto entre dos puntos cualesquiera.
- Minimizar la profundidad: Creando una jerarquía con el menor número posible de niveles (mayor número de niveles significa más pasos intermedios).
- Minimizar la redundancia: Evitando los caminos múltiples que lleven a un mismo lugar desde una misma pantalla (crea confusión).

**Figura 3.10.**

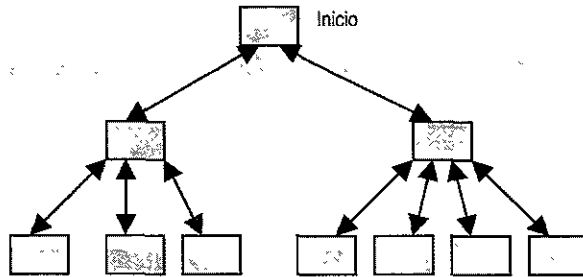
Tipos de estructura de navegación

Fuente: Todo el poder de multimedia, Vaughan (1995)

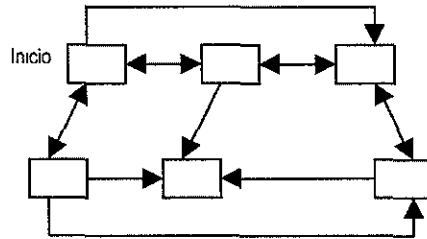
**Lineal**



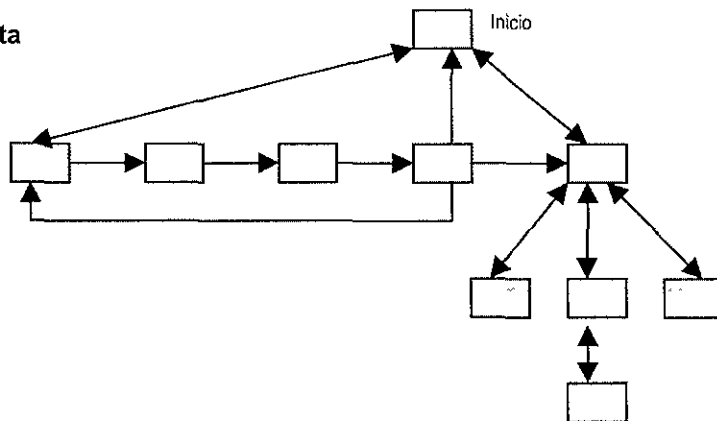
**Jerárquica**



**No lineal**



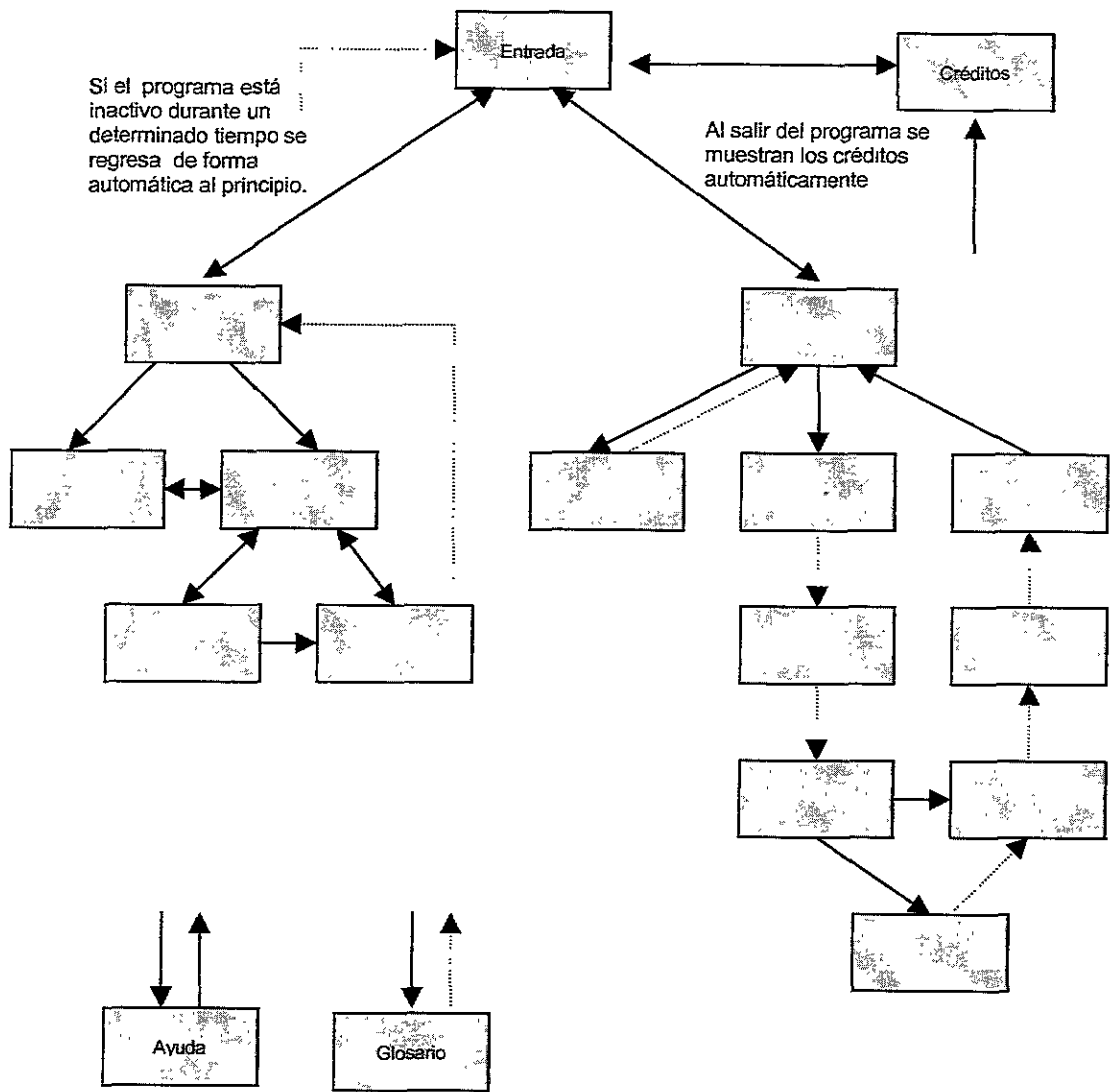
**Compuesta**



**Figura 3.11.**

Modelo de mapa de navegación

Fuente: Departamento de Multimedia, DGSCA-UNAM, 2001



### 3.3.3.4. Diseño de la interacción

El diseño de la interacción se refiere a establecer los controles para interactuar con la información que tendrá el usuario durante su navegación en el sistema. Es especificar dónde y cuándo se le dará el control con base en entender lo que el usuario quiere hacer en un momento dado.

Las ideas que se generan en cuanto a los tipos de interacción, pueden variar enormemente para cada tipo de sistema multimedia que se realiza. Cuanto más control interactivo se le proporcione al usuario, más complejo será desarrollar el producto. Sin embargo, el éxito va a depender en gran medida, en seguir los principios básicos del diseño de la interacción: claridad, sencillez y facilidad de uso.

El diseño de la interacción parte de la estructura que se tiene en el mapa de navegación y se trabaja conjuntamente con el diseño de la interfaz gráfica. El objetivo es formar las rutas de acceso a los diferentes niveles de información y decidir lo que sucederá en cada pantalla, permitiendo que el usuario se sienta a gusto navegando libremente y manteniendo el control de las acciones que realiza.

A continuación, se muestra la clasificación de los elementos de interacción:

#### Por su forma:

- 1) Botón
- 2) Texto sensible
- 3) Objeto sensible
- 4) Zona sensible

#### Por su función:

- 1) Elementos de navegación. Sirven para dirigirse de una pantalla a otra, y pueden ser:
  - De ruta relativa. Son los que dependiendo del lugar donde se esté ubicado, nos llevan a otra pantalla, por ejemplo: continuar, regresar, ir al principio de la sección, etc.
  - De ruta absoluta. Son los que independientemente del lugar donde se esté ubicado, nos llevan a una pantalla específica. Estos elementos se dividen a su vez en:
    - Generales. Si se encuentran en repetidas ocasiones a lo largo del sistema, por ejemplo: menú principal, inicio, salida, glosario, etc.
    - Particulares. Si aparecen en pantallas específicas como opciones para dirigirse a subtemas.
- 2) Controles de despliegue. Sirven para tener el control sobre los despliegues de medios que se llevan a cabo en las diferentes pantallas, y pueden ser:

- Disparadores de medios. Son los elementos que sirven para activar un video, audio, texto, etc., dentro de la pantalla (en el caso de las palabras sensibles se les conoce como hipermedios).
- Herramientas de control de medios. Son los elementos que permiten manejar los medios, por ejemplo: las barras deslizables para recorrer un texto; los controles para ejecutar una animación, detenerla o hacer una pausa; los elementos en pantalla que se pueden desplazar de un lugar a otro, etc.
- Herramientas de configuración. Son los elementos que permiten modificar una característica de despliegue a lo largo del sistema, por ejemplo: el idioma en el que van a estar los despliegues de texto y locución.

### 3.3.3.5. Propuestas de diseño de interfaz gráfica

La tarea de diseñar las propuestas de interfaz gráfica, sin duda, es la que más habilidades artísticas requiere, pues la primera impresión que causa el sistema ante los ojos del usuario, puede ser causa de aceptación o rechazo. Sin embargo, es importante que el diseñador no se deje llevar solo por las apariencias y tome en cuenta los aspectos ergonómicos y funcionales del sistema. Es aquí, donde se pone a prueba la capacidad para equilibrar la calidad y el rendimiento del sistema.

Al diseñar las diferentes propuestas de interfaz gráfica, se busca definir un estilo visual para todo el sistema multimedia —que tal vez fue pensado desde el inicio del proyecto—. Así mismo, se elige la mejor ubicación para cada elemento de la pantalla, lo cual determina no sólo su apariencia atractiva, sino la facilidad con que se entiende y utiliza.

Existen varios factores que deben tomarse en cuenta cuando se está diseñando una interfaz gráfica: estilo visual, criterios ergonómicos (cf. Apéndice II) y otras consideraciones que se mencionan en el capítulo dos de esta tesis, que se relacionan con la calidad del entorno audiovisual. Es recomendable que en un inicio, el diseño de la interfaz gráfica se realice en papel (a manera de bocetos), dibujando los elementos y sus posiciones dentro de la pantalla. Esto es de gran ayuda al permitirnos visualizar de manera rápida y sencilla algo que todavía no existe.

### 3.3.3.6. Elaboración del guión técnico

El guión técnico es una herramienta de comunicación que sirve para organizar las tareas tanto de la etapa de Producción, como de Posproducción; debido a que, en este documento se encuentra toda la información necesaria sobre el diseño de cada pantalla y su relación en cuestión de vínculos o conexiones con otras. Es aquí, donde se especifican todos los medios (textos, imágenes, animaciones, videos y audios) y los controles de navegación que aparecerán en el sistema multimedia, sus características y la ubicación que tendrán en cada pantalla (Ver ejemplo en el Apéndice I).

Podemos decir que el guión técnico es el documento orquestador, con el cual se arman todas las piezas del rompecabezas de un sistema multimedia. Kristof y Satrán (1998) mencionan con respecto al guión:

El guión completo es el anteproyecto de las actividades futuras: la creación de los gráficos y los medios que componen cada pantalla. Representa tanto el contenido del proyecto como sus controles.

No es muy necesario que el guión técnico sea comprensible para el cliente, sino más bien, para el equipo de producción que estará en la etapa de Producción (programadores y diseñadores básicamente); de ahí su adjetivo de técnico. Sin embargo, debe ser lo suficientemente claro para que sea comprendido sin necesidad de contar con la presencia de quien lo diseñó.

Las partes fundamentales que componen un guión técnico son:

- Nombre de la pantalla y número de sección a la que pertenece.
- Entradas: secciones desde dónde se puede llegar a esta pantalla.
- Fondo: si es que el fondo cambia en las diferentes pantallas.
- Textos: si los hay, y con referencia a una lista de textos.
- Imágenes o secuencia de imágenes: si las hay, y con referencia a una lista de imágenes.
- Animaciones: si las hay, y con referencia a una lista de animaciones o story board.
- *Audio: si los hay y con referencia a una lista de audios.*
- Botones o áreas sensibles de interacción: ubicación dentro de la pantalla y descripción de su función.
- Botones o áreas sensibles de menú: ubicación dentro de la pantalla y descripción si se trata de áreas sensibles.
- Botones de comando: continuar, regresar, regresar al menú anterior, menú principal, etc.
- Salidas: hacia dónde se puede ir desde esta pantalla.
- Boceto de un orden espacial tentativo de los elementos que estarán presentes en la pantalla.

Al mismo tiempo que se realiza el guión técnico, es posible elaborar las listas maestras de los medios que se utilizarán en el sistema multimedia.

### 3.3.3.6.1. Listas maestras

Las listas maestras son los documentos que complementan al guión técnico. En estas listas se hace una descripción detallada de las características de cada medio que se va a utilizar en el sistema multimedia, por consiguiente, podemos tener listas maestras de: textos, imágenes, fondos, botones, animaciones, videos y audios. Cabe mencionar, que dependiendo de la complejidad del sistema se van a tener todas estas listas, o sólo algunas de ellas.

Cada una de las listas tiene que tener una descripción detallada de las características de cada medio, como las siguientes:

- Tipo de medio
- Nombre y formato
- Sección a la que pertenece
- Fuente
- Resolución
- Número de colores
- Tipo de compresión (para audio y video)
- Duración (para animación, audio y video)
- Descripción de su función
- Contenido

A continuación se muestra un ejemplo de lo que las listas maestras deben contener, dependiendo del tipo de medio del que se trate:

#### Lista maestra de textos

NOMBRE Y FORMATO	SECCIÓN	NOMBRE SECCIÓN	DESCRIPCIÓN
201A2E.txt	0000	Energía Interna	Definición de energía interna

#### Lista maestra de imágenes

NOMBRE Y FORMATO	SECCIÓN	RESOLUCIÓN Y NO. COLORES	FUENTE	DESCRIPCIÓN
0001a.jpg	1200	40 x 50 pixeles 256 colores	Enciclopedia de los Animales, pág. 35	Un alacrán en su hábitat natural

#### Lista maestra de fondos

NOMBRE Y FORMATO	SECCIÓN	RESOLUCIÓN Y NO. COLORES	FUENTE	DESCRIPCIÓN
fondo01.bmp	1101	640 x 480 pixeles 256 colores	Ilustración	Virado a café con azulejos de cocina en colores tierra.

### Lista maestra de botones

NOMBRE Y FORMATO	SECCIÓN	RESOLUCIÓN Y NO. COLORES	ESTADO	DESCRIPCIÓN
menu01.bmp	1100, 1200, 1300, 1400	100 x 40 pixeles 256 colores	De roce	Forma: Rectangular Texto: Menú

### Lista maestra de audios

NOMBRE Y FORMATO	SECCIÓN	RESOLUCIÓN	TIPO COMPRESIÓN	TIPO	FUENTE	DURACIÓN	DESCRIPCIÓN
entrada.mp3	0000	Estéreo a 16 bits 22 Khz.	MPEG 3	Música de fondo	CD "X-Files: The album"	10 seg. Track 3 del minuto 1.10 al 1.20	"Invisible Sun"

### Lista maestra de animaciones

	NOMBRE Y FORMATO	SECCIÓN	RESOLUCIÓN Y NO. COLORES	TIPO COMPRESIÓN	FUENTE	DURACIÓN	DESCRIPCIÓN
ANIMACION	ani01.flc	1210	300 x 500 pixeles 256 colores	Cinepack	---	20 seg.	Alacrán en un montículo de arena, pasa un globo y lo pincha con su agujón.
AUDIO			Estéreo a 16 bits 22 Khz.	Sin compresión	CD "Sounds of the Jungle"	15 seg. Track 1 del minuto 1.50 al 1.65	"Desert Winds" Música alegre y rítmica.

### Lista maestra de videos

	NOMBRE Y FORMATO	SECCIÓN	RESOLUCIÓN Y NO. COLORES	TIPO COMPRESIÓN	FUENTE	DURACIÓN	DESCRIPCIÓN
VIDEO	bosque.avi	1101	320 x 200 pixeles 256 colores	Intel Indeo 4.1	Vídeo National Geographic "El bosque"	15 seg. Del minuto 8:50 al 9:05	Inicio de un fuego en el bosque
AUDIO			Mono 16 bits 44 Khz.	Sin compresión	Locución		El hombre debe aprender el origen, la utilidad y la conservación de sus recursos naturales.

La función de estas listas es tener una visión clara de todos los elementos que se tienen que generar y, al mismo tiempo, sirve durante la etapa de Producción cuando se realizan las verificaciones de lo que ya se terminó y lo que falta por hacer.

### 3.3.4. Desarrollo, pruebas y evaluación de prototipos

El objetivo de esta tarea es, en primer lugar, implementar un prototipo que nos permita visualizar todo lo que se ha realizado hasta este momento, como: la navegación, la interacción, el diseño de la interfaz gráfica, etc. En segundo lugar, realizar las pruebas necesarias para detectar errores de funcionalidad y usabilidad del sistema. Y en tercer lugar, presentar el prototipo ante el cliente y usuario final del sistema para saber si sus ideas están presentes, si entienden lo que se les presenta y, sobre todo, saber cómo utilizan el sistema.

En cualquier caso, como menciona Gándara (1994), el prototipo actuará como un vehículo interno de comunicación, permitiendo que los diferentes miembros del equipo de desarrollo puedan saber qué se espera de ellos y cómo se integran todas las partes; actuará también como una primera aproximación a las características de uso real del producto, al incluir un primer intento de la llamada "interfaz con el usuario", es decir, la forma en que el programa será operado en un contexto real; la suma de interacciones que habrán de darse entre usuario y máquina (Gándara, et al., 1994). Así, el desarrollo, pruebas y evaluación de prototipos, se convierte en una tarea crucial, porque si las pruebas tempranas muestran que el programa es difícil de usar, o demasiado lento en desempeño, ello indicará seguramente que hay que revisar el diseño multimedia y llevar a cabo los cambios y ajustes necesarios, mismos que pudieran impactar tanto los presupuesto como los tiempos de desarrollo.

Cabe mencionar, que pueden ser varios los prototipos que se tengan que realizar a lo largo de la Preproducción, todo dependerá de lograr la satisfacción de los miembros del equipo de producción, del cliente y/o usuario final, así como, de que se estén logrando los objetivos planteados desde un principio.

De acuerdo con Gándara, et al. (1994), algunos expertos consideran que hay dos tipos de prototipos que cumplen funciones ligeramente diferentes: los prototipos horizontales y los prototipos verticales.

**Prototipos horizontales.** Se intenta dar una idea global de la funcionalidad entera del programa, aunque ninguna de las funciones opera todavía en detalle.

Así, en un prototipo horizontal tal vez queden expresados los menús y submenús generales, con las opciones dentro de cada menú, y sea funcional solamente la navegación global, con pantalla "dibujadas" que den una idea de cómo se verá y operará cada función.

**Prototipos verticales.** Las funciones simplemente son listadas, y se toma alguna o un par de ellas como módulos representativos del desempeño del conjunto, y se desarrollan en profundidad.

En un prototipo vertical se prefiere tomar una opción de algún menú y desarrollarla en profundidad a fin de mostrar su funcionalidad interna, que se espera sea una muestra representativa del conjunto de funciones restantes.

### 3.3.5. Modelización del sistema (opcional)

El objetivo de esta tarea es crear un modelo de programación cuya estructura y sistema de navegación se encuentren previamente definidos para generar distintos tipos de aplicaciones con distintos tipos de Información. Con la modelización es posible crear sistemas con características similares donde la información cambia o varía en cuanto a su tamaño, pero conserva el mismo formato. Por ejemplo, cuando se requiere desarrollar varios productos tipo enciclopedia, donde la estructura del sistema básicamente es igual, pero los medios utilizados y el tema cambian: enciclopedia de física, química, historia, etc.

La modelización es una tarea opcional, que depende del tipo de sistema que se quiera realizar.

Algunas ventajas que podemos encontrar en un modelo son:

- Facilita el desarrollo de procesos de producción en serie.
- Se reducen los tiempos de producción.
- Se reduce la inversión de recursos.
- Se generan aplicaciones a gran escala.
- Los medios utilizados (textos, imágenes, animaciones, videos y audios), se pueden trabajar por separado y con ayuda de gente no experta en el desarrollo de aplicaciones multimedia.

Y algunas de las desventajas son:

- La creación del modelo requiere de un equipo de trabajo especializado en programación, diseño y evaluación de interfaces interactivas.
- La asignación de los nombres de los archivos externos debe llevarse a cabo con sumo cuidado para que haya concordancia con las instrucciones del modelo. Es importante cuidar las extensiones de los archivos dependiendo de su tipo y función, así como, de la ubicación de éstos en el directorio que se haya definido.

## PRODUCCIÓN

Una vez que han sido resueltos los problemas de navegación, interacción, forma y contenido del sistema multimedia —la tarea más difícil—, se inicia la tarea de producir todos los elementos necesarios del sistema multimedia, los cuales se encuentran previamente especificados en los documentos que se generaron durante la Preproducción.

La etapa de Producción consiste fundamentalmente de cuatro tareas, las cuales pueden trabajarse en forma simultánea: Desarrollo de la interfaz gráfica, Producción y edición de medios, Integración de medios y Programación de eventos o interacciones complejas. A continuación se explican estas tareas.

### 3.3.6. Desarrollo de la interfaz gráfica

Tomando como referencia el guión técnico y las listas maestras que se generaron en la etapa de Preproducción, el coordinador de diseño asigna la tarea de desarrollar la interfaz gráfica. Esta tarea consiste en crear todos los elementos estructurales de cada pantalla, tales como: fondos, ventanas, paneles, etc.; y los elementos de control, como: botones, barras deslizables, entre otros.

Es importante tomar en cuenta algunas consideraciones técnicas para diseñar las pantallas, como:

- La resolución de la pantalla
- La cantidad de colores
- La conversión de imágenes, animaciones, videos y audios a formatos digitales
- La compresión de imágenes, videos y audios

Estos factores no sólo determinan la calidad del producto, sino también su desempeño en la computadora del usuario, como por ejemplo:

- Su funcionamiento o velocidad de reproducción en pantalla
- La cantidad de memoria que requiere
- La cantidad de espacio en disco duro requerida
- Si se puede utilizar en cualquier computadora (PC 486, pentium, etc.)

### 3.3.7. Producción y edición de medios

Con base en las listas maestras generadas en la etapa de Preproducción, el coordinador de diseño asigna las tareas de digitalizar y editar todos los medios necesarios del sistema, tales como: imágenes, animaciones, videos y audios. Como se mencionó anteriormente, las listas maestras contienen todas las características importantes en cuanto al tipo de medio, nombre, formato, fuente, descripción de su función y sección a la que pertenecen.

Para llevar a cabo esta tarea, las personas responsables (básicamente diseñadores), solo requieren conocer cinco cosas:

1. El tipo de medio: si es imagen, video o audio.
2. La fuente de donde pueden obtenerlo: si es de un libro, fotografía, diapositiva, disco flexible, disco compacto, cinta de video o de audio (o si se requiere hacer la grabación en vivo), etc.
3. Las características técnicas del medio: resolución, número de colores, tipo de compresión y tipo de formato (dependiendo del tipo de medio del que se trate puede ser: avi, wav, gif, jpg, etc.).
4. Descripción de su función: si es icono, botón, barra de control, etc. Esto le da una noción al diseñador si el tipo de medio necesita un tratamiento especial.
5. Nombre: el cual se refiere al nombre físico del archivo. Sobre este punto, cabe mencionar que es importante tener cuidado de respetar siempre el nombre que se le asignó a cada medio en las listas maestras, debido a que, cuando se trata de un sistema multimedia modelizado, donde se hace un llamado a archivos externos, es decir, cuando los medios no se embeben dentro del programa, los despliegues pueden no ser los esperados.

### **3.3.8. Integración de medios**

Para llevar a cabo esta tarea, el coordinador de programación toma como referencias el mapa de navegación, el guión técnico y las listas maestras que se generaron en la etapa de Preproducción. Dependiendo de la complejidad del sistema y del tiempo con que se cuente, el coordinador de programación dividirá la tarea en varios módulos de programación para ser trabajados simultáneamente por varios programadores o integradores.

La integración de medios consiste en agrupar todos los elementos de la interfaz de usuario mediante una herramienta de autoría. En realidad, este proceso puede iniciarse en cualquier momento de la etapa de Producción y, de hecho, cuando fueron creados los prototipos, fueron resueltos muchos de los problemas técnicos de programación del sistema. Así mismo, la integración puede desarrollarse aún sin tener todos los medios requeridos e ir armando el sistema colocando elementos no definitivos. De esta manera, el rompecabezas del sistema se irá formando poco a poco conforme a lo establecido en el mapa de navegación y en el guión técnico.

### **3.3.9. Programación de eventos o interacciones complejas**

Algunos sistemas multimedia interactivos requieren de eventos más complejos que la "simple integración" de medios, como: la programación de juegos, simuladores, bases de datos, etc.; que requieren mayores conocimientos de programación y que una herramienta de autoría no

nos permite hacer, debido a que no cuenta con las funciones necesarias para ello. En muchas ocasiones, se utilizan lenguajes de programación de más bajo nivel, como: C, C++, Pascal, Visual Basic, etc.

Esta tarea puede desarrollarse independientemente de la integración de medios y, al final, solo es cuestión de integrar el programa al sistema multimedia mediante un llamado externo.

## **POSPRODUCCIÓN**

En esta etapa —la última del proceso de producción—, es donde se realiza el control de calidad: pruebas y depuraciones al sistema terminado casi en su totalidad. La Posproducción consiste fundamentalmente de tres tareas: Programación de la instalación, Pruebas y correcciones y Evaluación final. A continuación se hace una descripción de cada una de ellas.

### **3.3.10. Programación de la instalación**

En esta tarea se lleva a cabo el programa de instalación, para que el sistema “por sí solo”, instale en la computadora del usuario todos los controladores y archivos especiales que requiere el sistema multimedia.

El programa de instalación es desarrollado por un programador experto, y para realizar su tarea, requiere conocer lo siguiente:

- El nombre completo del proyecto.
- Las pantallas de diálogo y presentación para el usuario durante la instalación.
- El número de archivos generados y su ubicación en los directorios finales.
- Si existen bases de datos que deban darse de alta en la computadora del usuario.
- Si hay archivos externos de textos, imágenes, animaciones, videos o audios y el tipo de controlador para su despliegue correcto.
- Si es necesario instalar algún software especial que las computadoras comúnmente no tengan, tales como: editores de texto, reproductores de audio y video, etc.
- Si se requiere instalar fuentes tipográficas para el despliegue de textos.

### **3.3.11. Pruebas y correcciones**

Es inevitable que el sistema no contenga errores técnicos aún después de estar terminado. En este momento, es donde se aprecian mejor los detalles que de manera aislada no pueden percibirse.

Es necesario asegurarse de que el sistema corre de manera adecuada: tiene un buen desempeño o performance (no es tan lento como para entorpecer la tarea o la experiencia de uso), es robusto (estable y no suspende la ejecución ante errores del usuario o problemas

de comunicación con dispositivos periféricos); es correcto (no contiene errores de contenido) y, en el caso de software educativo, que es eficaz (en el sentido de que permite que se cumplan los objetivos instruccionales planteados).

Para ello, se conducen primero pruebas internas que las lleva a cabo el propio equipo de desarrollo, en lo que se conoce como “depuración” (en inglés, *debugging*). Luego es importante realizar otro tipo de pruebas con personas no familiarizadas con el sistema. Estas pruebas se han clasificado, por el objetivo que se persigue en cada una de ellas, en: pruebas alfa y pruebas beta.

### **3.3.11.1. Pruebas alfa**

Las pruebas alfa las supervisa el coordinador general y se apoya de personas ajenas al proyecto, debido a que, tendrán más facilidad para detectar los errores. Se realiza una revisión completa del sistema en cuanto a funcionalidad, navegación, diseño gráfico (legibilidad, unidad y consistencia), velocidad y sincronización en el despliegue de medios.

Otro de los aspectos a revisar es la velocidad con que se ejecuta el sistema en máquinas de menor capacidad que la de producción en cuanto a: memoria, procesador, lector de CD-ROM, etc. De igual forma, es recomendable probar el sistema en una máquina con el sistema operativo recién instalado para que se pueda percibir si los controladores se están instalando de manera adecuada y en el lugar que les corresponde.

Por lo general, durante las pruebas alfa se detecta el 80% de las fallas totales del sistema.

### **3.3.11.2. Pruebas beta**

Las pruebas beta también las supervisa el coordinador general y son más detalladas y específicas que las pruebas alfa, debido a que, se pide a las personas expertas supervisar por separado cada sección del programa. Por ejemplo, los diseñadores, se concentran principalmente en detectar los errores de diseño gráfico; los programadores, en detectar los errores de funcionalidad e instalación; y los correctores de estilo, centran su atención en la ortografía y redacción.

### **3.3.12. Evaluación final**

El propósito de tener una evaluación final es obtener una última retroalimentación por parte de otros usuarios que hagan uso del sistema. Hasta este instante, el proyecto ha sido concluido y se encuentra funcionando en su totalidad. Los comentarios y sugerencias que puedan surgir durante esta evaluación, serán la base para hacer nuevas versiones del producto, o bien, para crear a futuro nuevos y mejores productos. Así mismo, el equipo de producción se beneficiará con estas recomendaciones para enriquecer sus experiencias y ampliar su campo de soluciones en esta fascinante disciplina de la Multimedia.

### **3.4. MODIFICACIONES AL PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA DESARROLLAR SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA UTILIZADO EN LA DGSCA**

La metodología que lleva a cabo la DGSCA, descrita en la sección anterior, contiene los puntos esenciales para desarrollar sistemas multimedia interactivos. Sin embargo, para desarrollar software educativo es necesario integrar tres tareas más (Ver figura 3.12), a nuestra consideración, que son de vital importancia si queremos lograr la calidad en el software educativo. Estos puntos son:

- 1) Análisis del contenido con alumnos
- 2) Análisis de los módulos a implementarse y
- 3) Evaluaciones con alumnos

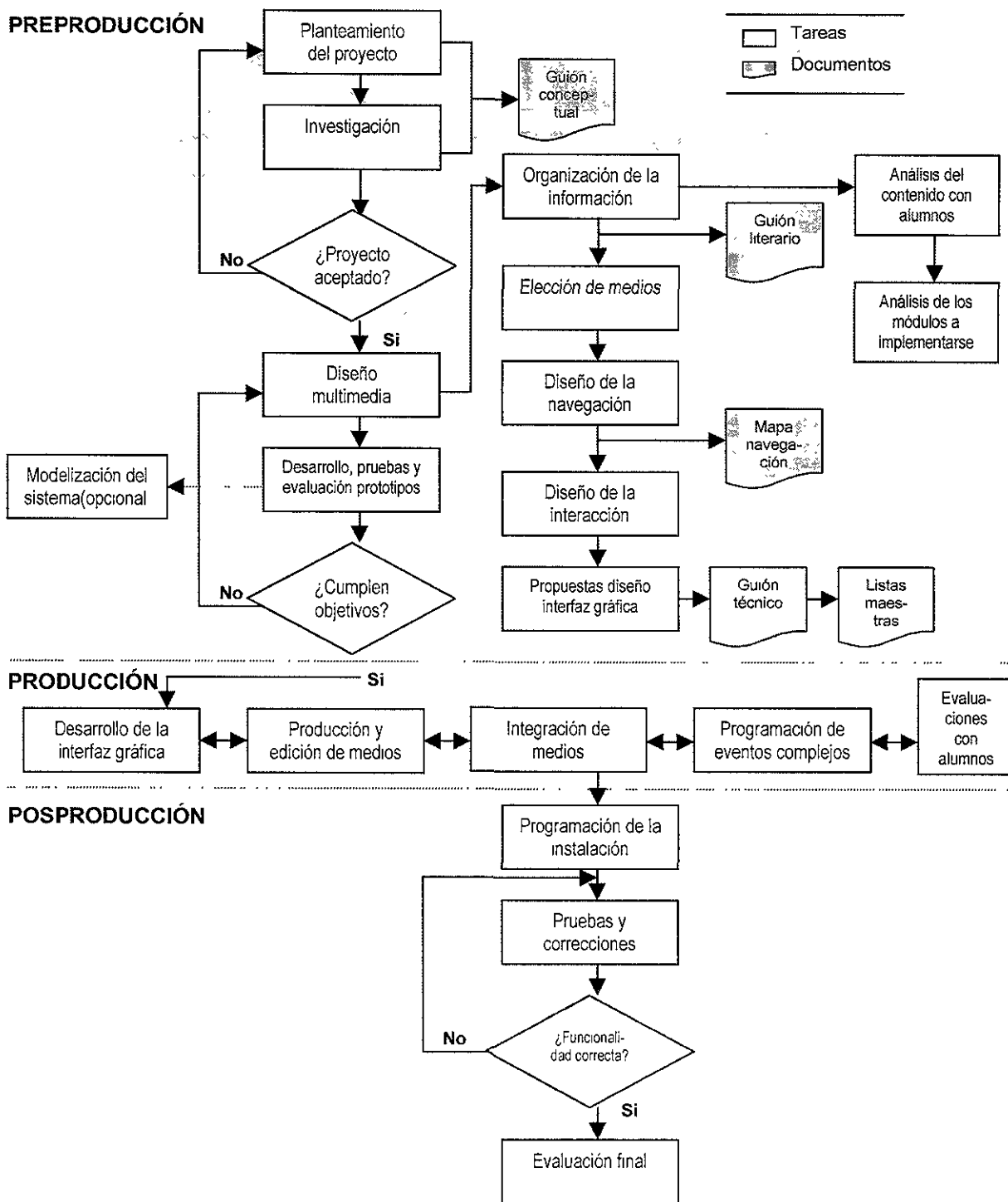
La conclusión que nos llevó a decidir estas tareas, tiene su fundamento en los siguientes puntos (propuestos por la Unidad Multimedia del Centro de Instrumentos de la UNAM):

- 1) El alumno se preocupa más en aprender a usar el software, que en aprender el contenido del material que se le presenta.
- 2) La falta de un análisis sobre cuáles son las herramientas que deben ser integradas a un software educativo, de manera que el alumno cuente con el material necesario para comprender y desarrollar los conceptos presentados, sin convertirse en un observador pasivo.
- 3) La falta de un análisis que identifique de qué manera se ve alterada la actitud cognoscitiva del sujeto por el simple hecho de estudiar en una computadora.

Así, para la dar solución al primer punto, se ha considerado hacer un modelado y análisis de las dudas de los alumnos que nos permita integrar la información necesaria para realizar una adecuada toma de decisiones durante el diseño del software. Para el segundo punto, es necesario hacer un análisis de los módulos que deberá contener el software, tomando como base un análisis del software existente, las nuevas teorías del aprendizaje y la experiencia docente. Y para el tercer punto, consideramos necesario realizar evaluaciones con alumnos para saber si efectivamente, el software cumple con la tarea de enseñanza.

A continuación se explican cada uno de estos puntos, situándolos en la etapa correspondiente del Proceso de Producción para desarrollar sistemas multimedia interactivos.

**Figura 3.12.**  
Modificaciones al Proceso de Producción para desarrollar software educativo multimedia



## CONSIDERACIONES EN LA PREPRODUCCIÓN

En la etapa de Preproducción se han integrado dos tareas para desarrollar software educativo. Estas son:

- 1) Análisis del contenido con alumnos
- 2) Análisis de los módulos que contendrá el software

Ambas tareas pueden llevarse a cabo después de que el proyecto haya sido definido y antes de elaborar el guión técnico. A continuación se explican las funciones de estas dos tareas.

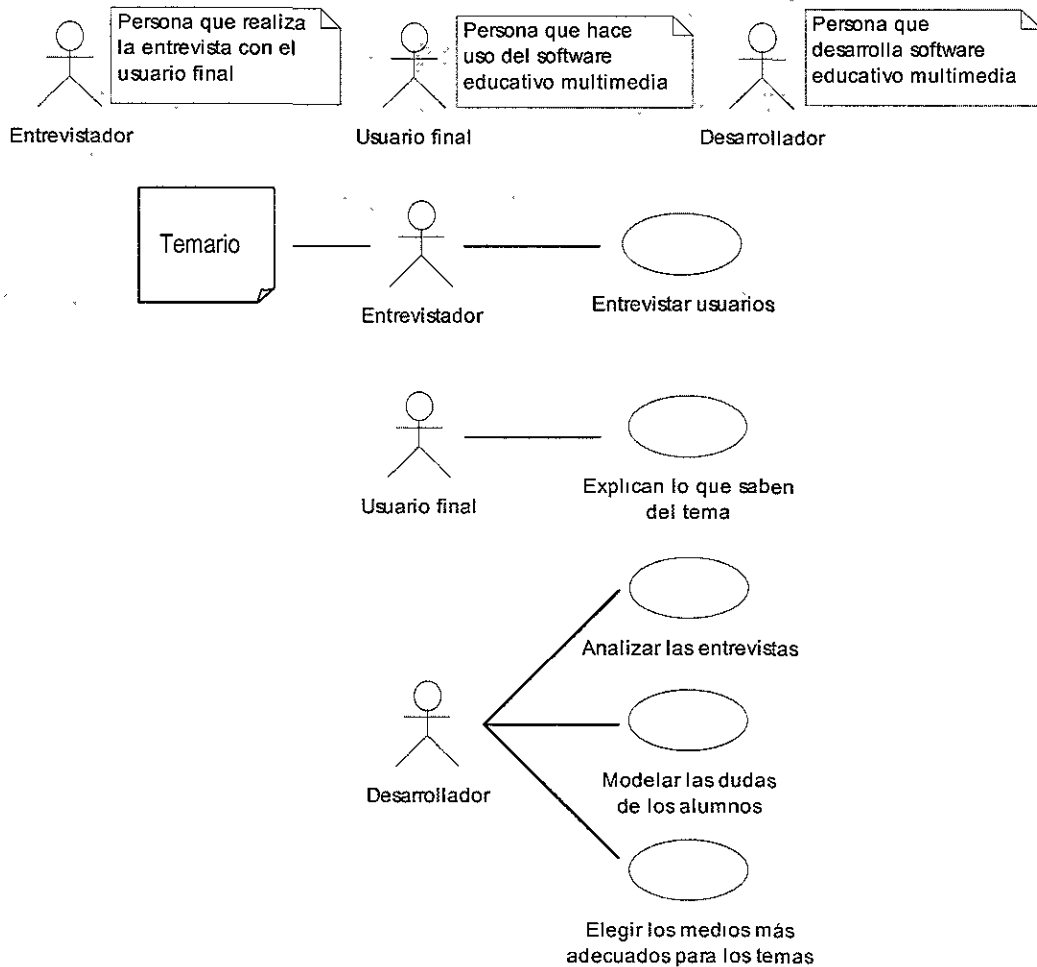
### 3.4.1. Análisis del contenido con alumnos (Diseño multimedia)

Con la intención de ofrecer un buen software educativo que cumpla con su principal objetivo: enseñar, es necesario analizar el contenido que contendrá el software para cumplir con su objetivo. Para ello, dentro del Análisis del contenido con alumnos es importante llevar a cabo las siguientes tareas, y en el orden en que a continuación se presentan:

- 1) Establecer un temario de estudios de la materia o tema de estudio que se va a tratar en el software educativo, el cual es determinado por los profesores expertos en la materia.
- 2) Realizar las entrevistas con los alumnos que utilizarán el software para interrogarlos a cerca del temario. Nos interesa saber qué es lo que ellos piensan de cada tema o cómo entienden los puntos del temario.
- 3) Analizar las entrevistas con los alumnos
- 4) Modelar las dudas de los alumnos y
- 5) A partir de las dudas y del análisis de los módulos, elaborar el guión conceptual y elegir los medios más adecuados para explicar y ejemplificar cada tema.

En la figura 3.13 se representa este proceso de analizar el contenido con alumnos.

**Figura 3.13.**  
Análisis del contenido con alumnos



En el siguiente punto se explica, en términos generales, el modelado de las dudas de los alumnos.

### 3.4.1.1. Modelado de las dudas de los alumnos

Modelar las dudas de los alumnos implica un proceso extenso, pero que vale la pena llevarlo a cabo. Es por esto, que en la tesis de maestría "Modelado de las dudas de los alumnos y su integración en software educativo (Galvez, 2001)" se presenta una metodología completa, que abarca los tipos de evaluación, técnicas de interrogación, planeación de las entrevistas, tipos de instalaciones requeridas, análisis de la información y modelado de las dudas.

Para modelar las dudas de los alumnos es necesario hacer un análisis del alumno. A continuación se explica esta tarea.

## **Análisis del alumno**

Un modelo de dudas nos permite conocer, interpretar o explicar la situación real del conocimiento del alumno sobre un tema en particular. Para lograr esto, es necesario tener un acercamiento con el alumno para saber qué es lo que piensa respecto a los temas tratados en el temario y cómo entiende estos temas. Esto nos ayuda a identificar los temas que son críticos para él y a decidir la mejor manera de explicar estos temas.

Las entrevistas son un medio adecuado para obtener esta información, las cuales pueden ser grabadas para tener mayores referencias.

Algunas de las sugerencias para llevar a cabo estas entrevistas son (Kristof y Satrán, 1998):

- Las preguntas deben ser imparciales, sin buscar respuestas al formularlas.
- Elegir un grupo de alumnos (5, 10 o 20) que represente el público ideal en cuanto a edad, intereses, educación, etc.
- Comenzar la entrevista exponiendo claramente los objetivos del proyecto.
- Hacer tantas preguntas de seguimiento como sean necesarias para conseguir datos útiles.

Después de la entrevista, se realiza un análisis de la información, la cual consiste de revisar toda la información escrita (preguntas y respuestas) y de analizar el video (en caso de tenerlo), transcribir la información y agruparla por temas para posteriormente, identificar las "creencias" de los alumnos (lo que ellos creen con respecto a los temas).

Una vez que se tiene la lista de "creencias" de los alumnos, se analiza las implicaciones que tendrán en los objetivos de nuestro proyecto. Dependiendo de la frecuencia de las dudas y de los temas que se traten, es posible tomar las decisiones correctas en cuanto a la forma de presentar la información que sea más fácil de comprender por el alumno. Así mismo, nos permite hacer una adecuada valoración de los temas que requieren mayor refuerzo y determinar las características del material que se va a incluir en el software, tales como: tipos de medios (textos, imágenes, animaciones, videos y audios); juegos, simulaciones, prácticas virtuales, evaluaciones, etc.

### 3.4.2. Análisis de los módulos a implementarse

La segunda tarea importante a integrar en la etapa de Preproducción, es el análisis de los módulos que contendrá el software educativo. Para esto, se requiere de realizar las siguientes actividades:

- Llevar a cabo un análisis y crítica del software que existe para aprender de él en cuanto a sus innovaciones y fallas.
- Tomar en cuenta las nuevas teorías de la enseñanza para aplicarlas en el proceso de diseño del software.
- Tomar en cuenta la experiencia docente, la cual nos brinda el soporte necesario para estructurar el contenido del software.

En la siguiente sección se explican con más detalle estas tareas.

#### 3.4.2.1. Análisis y crítica del software educativo existente

Observar, es una manera de darnos cuenta de las características que tiene un buen software educativo para mantenerse dentro del gusto del público. Bajo esta actividad, debemos cubrir tres aspectos que consideramos importantes: (1) el aspecto educativo, (2) la originalidad en los diseños y (3) los aspectos técnicos para su desarrollo.

Normalmente cuando realizamos un análisis y crítica del software que existe en el mercado y en los ambientes educativos, buscamos indicadores de logro y fracaso que nos proporcionen puntos importantes a considerar en el desarrollo de software educativo (cf. Capítulo 2). Bajo estas circunstancias, al analizar un software nos enfocamos en los siguientes aspectos:

- La manera en que se estructuran los temas.
- La calidad de sus contenidos.
- Los tipos de navegación e interacción que proporcionan.
- La facilidad de uso para su manejo.
- Los niveles de ayuda que proporcionan al usuario.
- Las innovaciones y originalidad en cuanto a diseños de interfaz gráfica.
- La manera en la que utilizan los medios (texto, imagen, animación, audio y video) para representar y ejemplificar una idea.
- La compatibilidad que tienen de instalarse en cualquier computadora.
- La facilidad de instalación.
- Los recursos de hardware que necesitan para su uso.
- La frecuencia con la que los alumnos hacen uso del software (demanda).
- Su eficiencia (preguntarse si los alumnos aprenden).

Es importante también, considerar las opiniones de los profesores y alumnos para saber qué software es el que mejor les resuelve sus necesidades de enseñanza y aprendizaje — incluso si el software es de propósito general—.

Así mismo, cuestionarnos constantemente sobre cuál es el tipo de software que atrae más la atención del usuario, por qué y de qué manera lo hace. Alguna vez se ha formulado la pregunta de: ¿por qué los niños se mantienen horas frente a un juego de computadora?. Podemos asegurar que no es tanto lo relevante del contenido, sino del componente lúdico que contiene el programa. La forma de hacer sentir al usuario que se encuentra dentro del programa, logrando resolver situaciones críticas que podrían llevarlo a situaciones comprometedoras en caso de no resolver correctamente lo que se le presenta. Esto atrae la atención del usuario y es un punto que hay que tomar en cuenta.

Sin embargo, al hacer este análisis del software existente, es común encontrarnos con software que está diseñado para diferentes tipos de usuario en cuanto a población, idioma, costumbres e ideología, y por consiguiente, con necesidades y características educativas diferentes. De aquí, la importancia de proponer una metodología que nos brinde la facilidad de desarrollar nuestro propio software educativo para adecuarlo a nuestras necesidades e intereses.

### **3.4.2.2. Nuevas teorías de la enseñanza**

El estudio sobre nuevas teorías del aprendizaje ha sido materia de interés desde hace varias décadas. Los últimos años han atestiguado grandes avances teóricos en el campo del aprendizaje y un rápido crecimiento en la investigación de ambientes educativos. Así mismo, el tema de aprendizaje se ha vuelto más importante para maestros y otros docentes en su esfuerzo por modelar experiencias educativas significativas para una población estudiantil cada vez más diversa (Schunk, 1997).

Cervantes (1999), menciona que el proceso de educación tradicional consiste de presentar al alumno un cúmulo de información ordenada conforme a las muy variadas disciplinas: matemáticas, física, química, biología, historia, literatura, etc.; y se le anima a que comprenda, aprenda y memorice la mayor cantidad posible de temas en forma de datos, definiciones, fórmulas, argumentos, ideas y teorías. El profesor tradicional dicta sus reglas a los estudiantes y se limita a exigirles que su cerebro consiga la réplica de la mayor cantidad posible de datos, los cuales serán vertidos en formatos preestablecidos para obtener "respuestas correctas", como los exámenes en cualquiera de sus variedades y los convencionales trabajos individuales o en equipo.

No obstante, este sistema de enseñanza presenta las siguientes fallas:

- El estudiante pierde el interés y el entusiasmo por aprender y adquiere una total desconfianza en sus propias capacidades mentales y en sí mismo, lo que se traduce en angustia y estrés ante las nuevas tareas que le exigen aprender y retener un cúmulo de datos.
- Aburrimiento y frustración al constatar que mientras más se trabaja menos se progresa.
- El estudio se vuelve un círculo vicioso que consiste en aprender lo más rápido que se pueda para olvidar lo más pronto posible.

- El estudiante no sabe cuál es el objetivo de lo que está estudiando o para qué le servirá.

Ante esta problemática, las nuevas técnicas de educación se caracterizan por invertir el proceso anterior y tienen a la persona como punto de inicio: lo instruyen para crear alternativas y tomar decisiones; le enseñan a enfrentarse a los problemas y resolverlos.

El presente trabajo no abunda en explicar estos temas, para ello es recomendable consultar libros relacionados directamente con las teorías del aprendizaje. Sin embargo, podemos mencionar de manera general en qué consiste cada una de las tres principales teorías del aprendizaje (Schunk, 1997): *conductismo, constructivismo y cognoscitvismo*.

## Teorías conductistas

Las teorías conductistas consideran que el aprendizaje es un cambio en la forma o frecuencia del comportamiento. Desde este punto de vista se evalúan las conductas de los estudiantes para determinar cuándo comenzar la enseñanza. El aprendizaje requiere organizar los estímulos del medio de manera que los alumnos puedan dar las respuestas apropiadas y recibir el refuerzo.

La meta de la enseñanza es hacer que los estudiantes realicen la conducta esperada en respuesta al estímulo. La enseñanza requiere establecer claves a las que los estudiantes respondan y dividir el material por aprender en pasos pequeños que se puedan dominar en orden. Es necesario que los alumnos respondan con frecuencia, lo mismo que la retroalimentación acerca de la exactitud de sus respuestas.

Es evidente que los principios conductistas de la enseñanza guardan una relación estrecha con el aprendizaje, que estas teorías definen en términos de cambio la conducta; la meta de la enseñanza es producir tal cambio. Al mismo tiempo, las teorías conductistas descuidan mucho la poderosa influencia del aprendizaje por observación, además de que parecen ser necesarios principios cognoscitivos para explicar la solución de problemas y el aprendizaje completo.

## Teorías constructivistas

Las teorías conductistas y cognoscitivas son objetivas en el sentido de que asumen que el mundo externo es real y que, entonces, la meta de la educación es hacer que el estudiante adquiera respuestas y conocimientos que existen en el mundo. En contraste, las explicaciones constructivistas del aprendizaje presumen que la subjetividad es crucial porque cada estudiante toma la información y la procesa de maneras únicas que reflejan sus necesidades, disposiciones, actitudes, creencias y sentimientos. Como se mencionó en secciones anteriores, una de las partes esenciales en la metodología para desarrollar software educativo multimedia, es precisamente el modelado de las dudas de los alumnos, donde se identifican las creencias que ellos tienen sobre algún tema en especial.

Los constructivistas también piensan que la enseñanza depende de los estudiantes y el entorno, pero, más que las otras teorías, destacan la interacción de ambas influencias. El

aprendizaje debe ocurrir en un contexto. La cognición se sitúa en contextos, y ahí ha de presentarse la educación.

Quienes proyectan la educación constructivista determinan qué métodos y estrategias de enseñanza harán que los estudiantes exploren activamente sus materias y adelanten su capacidad de reflexionar. Se les anima a desarrollar su propia comprensión de los conocimientos. Esto no significa negar la función de la práctica y la retroalimentación, sino que se concede más libertad a los estudiantes para que elaboren sus estructuras de conocimiento.

## **Teorías cognoscitivas**

Las teorías cognoscitivas del aprendizaje destacan la organización mental del conocimiento y el desarrollo de redes proposicionales de información y sistemas de producción. Estas teorías han sido aplicadas para explicar fenómenos como el aprendizaje de conceptos, la reflexión y el razonamiento, la solución de problemas, la transferencia y el aprendizaje de habilidades complejas.

Los teóricos de esta corriente se concentran en la forma en que los estudiantes reciben, procesan, almacenan y recuperan información de la memoria. Están menos interesados en lo que los estudiantes hacen (el acercamiento conductista) y más en lo que saben y en cómo llegaron a saberlo.

Los principios de enseñanza más importantes son la participación activa de los estudiantes, el uso de análisis jerárquicos para diseñar la educación, el énfasis en la estructura y la organización del conocimiento, y la vinculación del nuevo conocimiento con las estructuras cognoscitivas que los estudiantes ya poseen. El material por aprender debe ser significativo (es decir, relacionado con lo que ya se sabe). Quienes diseñan la educación necesitan ser consistentes con las estructuras cognoscitivas de los estudiantes y proyectar la enseñanza en concordancia.

### **3.4.2.3. Experiencia docente**

Tanto vale la opinión del usuario, como la del profesor. Una manera de enriquecer el software educativo es contar con la experiencia docente. Allison y Solomon (1996) mencionan que descubrir el aprendizaje es una aproximación que los profesores pueden ayudarnos a construir nuestra estructura interna y también nos ayuda a corregir esta estructura cuando esta mal.

Las características y la experiencia de un buen profesor pueden ser implementadas dentro de un software educativo; así como sus estrategias de enseñanza (Allison y Solomon, 1996). La intención no es reemplazar al profesor, sino proporcionarle una herramienta de apoyo para sus alumnos que le permita ampliar su labor docente.

Durante una plática que sostuvimos en el Departamento de Multimedia con una profesora de preparatoria (Magdalena Cuspineda, comunicación personal, 16 de Febrero, 2001),

preocupada por desarrollar material didáctico para sus alumnos, nos proporcionó algunas sugerencias importantes que vale la pena presentar. Estas son sus propias palabras:

- *Multimedia no es la meta última quién viene a resolver todos los problemas de enseñanza-aprendizaje, es una herramienta, un medio para transmitir una idea.*
- *La riqueza de un sistema multimedia es saber como el profesor se las ingenia para usarlos con sus alumnos.*
- *No es el medio por sí mismo, sino de quien lo usa.*
- *Los materiales más adecuados para el nivel del alumno lo determina el profesor (la estructura del curso). Esto determina los cimientos para el siguiente curso.*
- *Podemos tomar el software como apoyo a las clases perdidas donde los alumnos se ausentan por diversos motivos.*
- *No es necesario incluir todo el material didáctico en el software educativo, ni abarcar demasiado, sino dejarle a los alumnos una parte donde ellos puedan experimentar y construir fuera de las computadoras.*
- *Se requiere que la información esté dosificada para que el alumno sepa discriminar, discernir la información, más que aprendérsela.*
- *El software debe presentar más interrogantes que respuestas. Es importante que el alumno pueda construir su propio conocimiento.*
- *El software debe contener aquello que los alumnos saben y están acostumbrados a usar.*
- *Es importante que el software contenga juegos para que el alumno construya y se entretenga.*

Lo anterior nos lleva a meditar cómo hay que aprovechar el entusiasmo de los profesores para enriquecer los contenidos de nuestro software. Como la labor del profesor no es, en primera instancia, desarrollar software educativo, la intención es hacerlo partícipe de las decisiones importantes durante el desarrollo del software, de lo contrario, estaríamos colocándonos el papel de expertos en la materia y en la manera de enseñar el contenido del material presentado y, este, no es el caso. Como hemos mencionado a lo largo de esta tesis, el desarrollo de un software de tal magnitud requiere de un equipo multidisciplinario de trabajo.

## CONSIDERACIONES EN LA PRODUCCIÓN

A la etapa de Producción se le ha integrado una tarea más, para verificar si el software educativo está cumpliendo con sus objetivos. La tarea es: Evaluaciones con alumnos.

### 3.4.3. Evaluaciones con alumnos

Como se mencionó en el Capítulo 2 de este trabajo, resulta importante saber si el sistema está cumpliendo con las expectativas del usuario, si el sistema hace lo que debería de hacer y de qué manera lo hace.

Evaluar un sistema interactivo es una tarea difícil, pero muy importante, y que a menudo la dejamos como la última fase de nuestro ciclo de vida, sino es que nunca la hacemos. Lo ideal sería incluir esta actividad durante el período del ciclo de vida del sistema, porque nos reduce en gran medida las cargas de trabajo y los recursos tanto humanos como materiales, son mejor aprovechados.

Esta tarea puede convertirse en una tarea repetitiva hasta alcanzar los objetivos deseados. Las metas principales que se persiguen en este proceso son:

- Evaluar la funcionalidad del sistema
- Evaluar el efecto causado de la interfaz sobre el usuario
- Identificar cualquier problema con el sistema

En la evaluación se miden varios factores. Por ejemplo, el impacto del diseño en el usuario, la usabilidad del sistema, si éste es fácil de aprender o de entender, la actitud del usuario hacia el sistema, saber si la navegación es la adecuada, si los elementos expuestos son los indicados, etc.

Algunas técnicas de evaluación se presentan en el Capítulo 2, así mismo, se presentan los aspectos considerados más relevantes para ser evaluados. No obstante, los tipos de evaluación que pueden utilizarse durante esta tarea, pueden ser dos: los que llevan al usuario a un laboratorio y los que llevan al evaluador al ambiente del usuario (Gálvez, 2001).

Para el primer caso, se requiere contar con las instalaciones que permitan grabaciones audio-visuales, espejos de doble lado, etc. Su ventaja es que permite grabar en audio y video, poniendo al usuario en un medio controlado. La desventaja se deriva de que es un evento no natural, lo que trae como consecuencia situaciones artificiales.

Para el segundo caso, en el ambiente del usuario, el evaluador es el que se traslada. La ventaja es que los usuarios se sienten más cómodos porque están en su ambiente natural de trabajo. La desventaja es que pueden existir interrupciones y eventos que dificultan la observación.

Así, a lo largo de este capítulo se ha mencionado que las metodologías tradicionales de la Ingeniería de Software no son suficientes para desarrollar software educativo multimedia, debido a que los objetivos que persigue esta disciplina difieren de cierta manera del diseño de sistemas multimedia interactivos, como ya se ha explicado. Además de que el término educativo debe involucrar otros aspectos fundamentales en su desarrollo. Resulta importante considerar la participación conjunta de los expertos en el tema a tratar, los desarrolladores de software y los alumnos durante las etapas del ciclo de vida del sistema. Sobre esto último, se ha especificado en qué etapas es conveniente su participación.

Otro aspecto importante que hemos dado a conocer en esta metodología, son los documentos que se generan durante el proceso de producción y las personas responsables de su elaboración. Estos formatos fueron creados con base en la opinión de los expertos en el desarrollo de sistemas multimedia: diseñadores, programadores, guionistas, etc.

De esta manera, con el conocimiento de lo que la tecnología multimedia nos ofrece, explicado en el capítulo uno, los parámetros de calidad expuestos en el capítulo dos, y una metodología que nos permita desarrollar software educativo multimedia, nos da la pauta para desarrollar nuestro caso de estudio: el desarrollo de un sistema tutorial interactivo de Física, el cual abordaremos en el siguiente capítulo.

## **CAPÍTULO 4**

### **CASO DE ESTUDIO: DESARROLLO DE UN SISTEMA TUTORIAL INTERACTIVO DE FÍSICA**

---

# CAPÍTULO 4

## CASO DE ESTUDIO: DESARROLLO DE UN SISTEMA TUTORIAL INTERACTIVO DE FÍSICA

*“Lo creativo, la libre expresión, la libertad de imagen y materiales, convierten este juego placentero, en trabajo realizado con pasión y ambición en cuanto a que su juego lo vea y lo comparta el otro”.*

*Susana Weingast*

### 4.1. ANTECEDENTES

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores, la educación se apoya cada vez más en herramientas informáticas. El software educativo se presenta como un paradigma alternativo para la enseñanza en diversas disciplinas, tales como las Matemáticas, la Biología, la Química, y por supuesto la Física.

En la actualidad, podemos tener a nuestro alcance gran variedad de software educativo para todas estas disciplinas, que si bien, presentan programas atractivos visualmente y con un contenido bastante extenso, no han logrado mejorar el nivel de aprendizaje en los alumnos, específicamente a nivel bachillerato. Al respecto, podemos mencionar algunas reflexiones que nos parecen pertinentes mencionar (Lara, Gamboa, et al., 2001):

1. En su gran mayoría, se trata de traducciones de sistemas producidos en el extranjero, que obedecen a otros planes de estudio, con objetivos e intereses diferentes a los nacionales.

Resulta importante contribuir al desarrollo de software educativo nacional, que se adapte a nuestro sistema educativo, de tal manera que las materias de estudio con mayor problemática se vean reforzadas.

2. Las estrategias pedagógicas utilizadas en otros países están basadas en una cultura y una idiosincrasia que son ajenas a nosotros.

Ante esto, pretender transmitir un conocimiento haciendo uso de términos, idioma, costumbres, experiencias, etc. extrañas al alumno, puede ocasionar dos consecuencias: a) confusión: los alumnos se preocupan en entender sobre lo que le están hablando y en comprender la relación con el tema que se está estudiando. En

muchas ocasiones, la preocupación se enfoca en aprender a usar el software más que en aprender el contenido del material expuesto; b) desaprovechamiento: si el alumno desconoce los términos y las vivencias que permiten esclarecer a los estudiantes un concepto, se desaprovechan los medios que permiten incidir de manera efectiva en ellos.

3. El software educativo ha demostrado tener problemas y limitaciones, que es necesario resolver mediante nuevos y más efectivos paradigmas educativos.

Ante esto, no es posible seguir esperando a que sean resueltos estos problemas y esperar nuevas y mejores versiones de software, para que posteriormente sean importadas y traducidas.

Bajo estas reflexiones, creemos que la atención de áreas problemáticas crónicas debería ser objeto especial del trabajo de docentes e investigación de todas las áreas. Nuestra contribución al respecto, es ofrecer una herramienta de apoyo para la enseñanza de la Física: un Sistema Tutorial Interactivo de Física, que cumpla con los parámetros de calidad que fueron mencionados en el capítulo dos; esto es, que sea útil, utilizable y educativo. Para este fin, la metodología propuesta en el capítulo tres, es el sustento para organizar las diversas tareas que se requieren durante el proceso de producción del sistema tutorial. Así mismo, la base teórica de los capítulos uno y dos, nos dan los cimientos teóricos para su desarrollo.

El Sistema Tutorial Interactivo de Física, es iniciativa de los laboratorios de Interacción Humano Computadora y Multimedia, Cibernética Aplicada y Sistemas Inteligentes del Centro de Instrumentos, además del Laboratorio de Ingeniería Lingüística del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

## **ETAPA 1. LA PREPRODUCCIÓN**

### **4.2. PLANTEAMIENTO DE PROYECTO**

El planteamiento del proyecto comprende el estudio de factibilidad y la definición del proyecto del Sistema Tutorial Interactivo de Física. A continuación se presentan estos dos puntos.

#### **4.2.1. Estudio de factibilidad**

El objetivo del sistema es ofrecer una herramienta de apoyo a la enseñanza de la Física a nivel bachillerato, por ende, el público al que va dirigido principalmente es a alumnos de nivel bachillerato de nuestro país.

De acuerdo con los datos proporcionados por el Centro de Instrumentos, el sistema es viable en cuanto a que cuenta con los recursos tanto técnicos como humanos para su

realización. Por la dimensión del proyecto y por las investigaciones que conlleva el proponer un nuevo paradigma de enseñanza, se estima que para su terminación se requieren tres años.

El medio de distribución será en formato CD-ROM, sin embargo están planeadas nuevas versiones para la Internet, que aquí no se mencionan.

#### 4.2.2. Definición del proyecto

De acuerdo con Lara, Gamboa, et al. (2001), la definición del sistema se basó en cuatro preguntas principalmente: ¿qué queremos enseñar?, ¿porqué lo queremos enseñar?, ¿a quién le queremos enseñar? y ¿cómo le queremos enseñar?.

Después de varias sesiones, se concluyó que el sistema debería contener las siguientes características:

- Acorde a la realidad y a las necesidades del país.
- Desarrollado para un público de nivel bachillerato. En este sentido, la estructura, la redacción, los ejemplos y las tareas a desarrollar deberían estar acordes para ese público.
- Especificado y desarrollado sobre la base de nuevos paradigmas:
  - Centrado en el alumno. Tomar como base sus creencias, identificar cuáles son las dudas a las que se enfrenta y tomarlo como referencia para el diseño del sistema.
  - Con la duda como elemento de motivación. Analizar las dudas de los alumnos nos permite incidir sobre su entendimiento.
- Basado en un análisis sobre cuáles herramientas deben ser integradas en un software educativo para que el alumno cuente con el material necesario para comprender y desarrollar los conceptos presentados, pero sin convertirse en un observador pasivo.
- Justificado en metodologías que traten el problema de cómo volver a presentar un concepto que no se entendió durante la primera explicación. En este sentido, se pretende que la frecuencia y naturaleza de cada presentación esté sujeta a características relacionadas con el perfil, diagnóstico e intereses del alumno, y de una estrategia pedagógica inherente a un tema específico, la cual está contenida en una base de conocimientos.
- Basado en metodologías de solución de problemas que provoquen la autorreflexión en el alumno a cerca de su aprendizaje, proporcionándole herramientas con las que pueda construir y asimilar un conocimiento.

### 4.2.2.1. El guión conceptual

Como se mencionó en el capítulo tres, el guión conceptual es el documento que contiene la información necesaria que nos permite comprender en términos generales, el proyecto en su totalidad. Los puntos que lo conforman se presentan a continuación.

#### 1. Nombre del proyecto

Sistema Tutorial Interactivo de Física

#### 2. Objetivo

Proporcionar una herramienta de apoyo a la enseñanza de la Física a nivel bachillerato, con el fin de contribuir al mejoramiento del aprendizaje de los alumnos en esta materia.

#### 3. Público al que va dirigido

Alumnos de nivel bachillerato

#### 4. Descripción del contenido

El programa contará con once módulos:

- a) Módulo enciclopédico
- b) Módulo de diccionario inverso
- c) Módulo de prácticas basadas en video
- d) Módulo de dudas
- e) Módulo de visitas virtuales
- f) Módulo “explícame mi fórmula”
- g) Módulo “cómo funciona”
- h) Módulo de notas personales
- i) Módulo de solución de problemas
- j) Módulo de evaluación
- k) Módulo guía inteligente

Como una primera etapa del proyecto, el tema que será desarrollado para el contenido de los 11 módulos es el de Mecánica Cuántica. Posteriormente, serán desarrollados todos los temas que restan del curso de Física que se tienen planeados. Cabe mencionar, que una vez terminado el sistema tutorial para un tema, quedarán sentadas las bases en cuanto al diseño general del sistema. Esto trae como beneficio, que los tiempos de producción se verán reducidos considerablemente.

El contenido del tema “Mecánica Cuántica” es el siguiente:

- I. Idea de movimiento
- II. Movimiento rectilíneo uniforme
- III. Movimiento uniformemente acelerado
- IV. Movimiento circular uniforme
- V. Tiro parabólico
- VI. Leyes de Newton
- VII. Trabajo y energía

## 5. Descripción del programa

El sistema tutorial se divide en 11 módulos. Cada módulo incluirá elementos de multimedia, tales como: texto, imágenes, animaciones, videos y audios. Todos los módulos del tutorial estarán conectados a través de ligas de información. El usuario podrá elegir a dónde ir, dependiendo del contexto en el que se encuentre.

Los escenarios de uso posibles del sistema tutorial son (Lara, Gamboa, et al., 2001):

- a) *Con valor curricular:* en este caso el sistema es utilizado como una herramienta más dentro de un curso escolar formal (abierto o no). Las actividades y problemas son seguidos y evaluados por un profesor, quien además coordina el ritmo con el que el material es estudiado.
- b) *Por interés personal:* el alumno no está obligado a seguir el material, pero lo utiliza como un complemento al libro de texto, al laboratorio de la escuela, a la explicación de un tema dado en clase, o aún como una manera de evaluarse antes de un examen.
- c) *Por curiosidad:* el alumno tiene acceso al sistema por casualidad, como tiene acceso a otros programas. Lo revisa como lo hace con otros sistemas (incluyendo juegos) y se interesa en el contenido o no.

Estos escenarios, se verán representados por la descripción de los siguientes módulos del sistema tutorial:

**Módulo enciclopédico.** Contiene la base teórica que sustenta y da coherencia al resto de los módulos.

**Módulo de diccionario inverso.** Es una herramienta que le permitirá al alumno realizar búsquedas a partir de definiciones, más que de conceptos, lo cual permite al alumno percatarse de cómo un mismo concepto es utilizado en diferentes áreas de la Física.

**Módulo de prácticas basadas en video.** Herramienta que proporciona al alumno la posibilidad de observar un fenómeno físico a través de videos. Mediante éstos, el alumno podrá analizarlos y estudiarlos, lo más parecido a la realidad.

**Módulo de dudas.** En este módulo se presentan las dudas o creencias que han sido obtenidas de las entrevistas con los alumnos para un determinado tema, bajo la forma ¿tú entendiste porqué ...? o ¿cuál es la diferencia entre ...?, etc. Cabe mencionar que no son dudas que el alumno deba responder sino que el alumno puede hacer al sistema.

**Módulo de visitas virtuales.** En este módulo se presentan visitas virtuales a diferentes laboratorios relacionados con los temas tratados en el tutor. Estas visitas permitirán que el alumno se transporte a lugares que en la vida real difícilmente podría ir.

**Módulo “explícame mi fórmula”.** Contiene la explicación paso a paso de una fórmula, haciendo uso de diagramas y textos. La finalidad de este módulo es enseñar a los alumnos a leer e interpretar las ecuaciones, y mostrarle como todas ellas expresan una relación entre

dos o más variables que pueden ser medidas, así como indicar al alumno en qué parte de la teoría puede encontrar más detalles.

**Módulo “cómo funciona”.** Presenta una serie de animaciones en 2 y 3 dimensiones, las cuales muestran la forma como funcionan las cosas.

**Módulo de notas personales.** Este módulo permite al alumno copiar las partes del módulo enciclopédico que sean de su interés y hacer anotaciones, darles formato e imprimir sus notas. Las partes copiadas quedan automáticamente ligadas al lugar de donde las extrajo, de modo que en caso de duda, pueda regresar fácilmente al contexto del que las sacó.

**Módulo de solución de problemas.** Ofrece las actividades de aprendizaje y evaluación a tres niveles: demostración, exploración y evaluación.

**Módulo de evaluación.** Contiene un diagnóstico para que el alumno pueda medir su grado de avance en los temas estudiados. Su funcionamiento se basa en un sistema experto.

**Módulo guía inteligente.** Es la parte inteligente del sistema, que con base a técnicas de inteligencia artificial, modela y reproduce las acciones de un experto profesor de Física, de modo que es capaz de coordinar las actividades de aprendizaje de un alumno, llamando para ello y según lo considere necesario, a los otros diez módulos del tutorial.

#### 6. Medio de distribución CD-ROM

#### 7. Requerimientos del sistema

- PC Pentium estándar a 133 Mhz
- Tarjeta de vídeo a miles de colores
- Microsoft Windows 95, 98, 2000 o NT
- 32 MB en RAM
- Tarjeta de audio de 8 bits
- Lector de CD-ROM 12X o superior.

### 4.2.2.2. Equipo de producción

Dado que el Sistema Tutorial Interactivo de Física es extenso y a la vez complejo, se requiere de un equipo numeroso de colaboradores de diversas disciplinas. Este equipo multidisciplinario de trabajo, comprende profesores de Física e investigadores que refuerzan la parte educativa y de contenido de los materiales expuestos; ingenieros en computación o informáticos enfocados a diversas áreas, como bases de datos, multimedia, sistemas expertos, etc.; animadores y diseñadores gráficos que apoyan la parte visual; y los especialistas en ergonomía que refuerzan la parte de usabilidad del sistema.

El equipo de producción para el desarrollo del sistema tutorial es el siguiente:

- Un coordinador general
- Un coordinador para cada módulo (11 en total)
- Cuatro guionistas

- Dos diseñadores gráficos
- Un animador (para animaciones en 2 y 3 dimensiones)
- Un programador para cada módulo (11 en total)

### 4.2.2.3. Plan de actividades

Aunque la planeación de las actividades dependerá de cada módulo, esto es, que cada módulo contará con su propio calendario de actividades, la planeación general del sistema tutorial se estima en los siguientes tiempos:

ACTIVIDADES	2001	2002	2003
<b>PREPRODUCCIÓN</b>			
Planteamiento del proyecto			
Investigación			
Diseño multimedia			
Desarrollo, pruebas y evaluación de prototipos			
Modelización del sistema			
<b>PRODUCCIÓN</b>			
Desarrollo de interfaz gráfica			
Producción y edición de medios			
Integración de medios			
Programación de eventos o interacciones complejas			
<b>POSTPRODUCCIÓN</b>			
Programación de la instalación			
Pruebas y correcciones			
Evaluación final			
Reproducción			

## 4.3. DISEÑO MULTIMEDIA

El diseño multimedia comprende las tareas de organizar la información, pensar en los medios que se utilizarán, las acciones que podrá efectuar el usuario y la apariencia que tendrán las pantallas.

El diseño multimedia está conformado por los puntos que se mencionan a continuación.

### 4.3.1. Organización de la información

Cuando se organiza la información, se divide el sistema en módulos, secciones o bloques significativos de información. Esto nos permite posteriormente, construir cada pantalla de nuestro sistema tutorial.

Las secciones en las que se divide el Sistema Tutorial Interactivo de Física, han sido mencionadas en los puntos anteriores. Se refiere a los 11 módulos que fueron explicados en el guión conceptual. De igual forma, el índice temático del tema de “Mecánica Cuántica” ha sido organizado ya, en estos módulos. El temario se obtuvo de dos fuentes principalmente: a) de los resultados obtenidos de la tesis de maestría sobre el modelado de las dudas de los alumnos (Gálvez, 2001), y de b) los expertos en la materia de Física.

La organización de la información se representa a través de un documento llamado guión literario. Así, este documento contiene toda la información que ha sido seleccionada y depurada durante la investigación. Para el presente capítulo, no resulta significativo presentarlo, ya que sería demasiado extenso. Para ver un ejemplo de guión literario, puede consultar el Apéndice I.

### 4.3.2. Elección de medios

Los medios que han sido elegidos para ejemplificar las ideas y los temas del sistema tutorial, han sido seleccionados con base en investigaciones realizadas con los alumnos para elegir la mejor forma de representar las ideas.

Para el Módulo de prácticas basadas en video, se eligió el video como medio para representar las prácticas con fenómenos físicos, debido a que, permite que los alumnos manipulen la información que se presenta junto con estos videos, y de esta manera observar las variaciones posibles.

En el Módulo de dudas, los medios que se eligieron fueron imágenes que reconstruyeran un salón de clases, donde se observan cuatro personajes (caricaturas) animados que representan a los propios alumnos en situaciones de duda.

Para el Módulo de visitas virtuales, donde se presentan visitas virtuales a diferentes laboratorios relacionados con los temas tratados en el tutor, se eligieron animaciones de ambientes virtuales que permitan al alumno acercarse lo más posible a la realidad. El efecto virtual se logra a través de un conjunto de fotografías, cada una con una toma de 360° y zonas sensibles que están ligadas a otras fotografías.

Para el Módulo “explícame mi fórmula”, se hace uso de diagramas y textos, ya que la finalidad es enseñar a los alumnos a leer e interpretar las ecuaciones, y mostrarle como todas ellas expresan una relación entre dos o más variables que pueden ser medidas.

Para el Módulo “cómo funciona”, se eligieron videos en 2 y 3 dimensiones que muestran la manera en que funcionan las cosas.

Los demás módulos se ejemplifican con imágenes, audios, textos e hipertextos.

### 4.3.3. Diseño de la navegación

Con base en los escenarios de uso posibles del Sistema Tutorial Interactivo de Física (con valor curricular, por interés personal y por curiosidad) que se mencionaron en el guión conceptual, se decidió presentar dos maneras de navegación: guiada o libre. En cualquiera de los dos modos de navegación, el alumno revisa y observa el mismo material. La diferencia es que en el primero, el sistema elige en qué orden, mientras que en el segundo, es el alumno el que especifica la velocidad y el orden con el que el material es revisado. A continuación se explica el mapa de navegación.

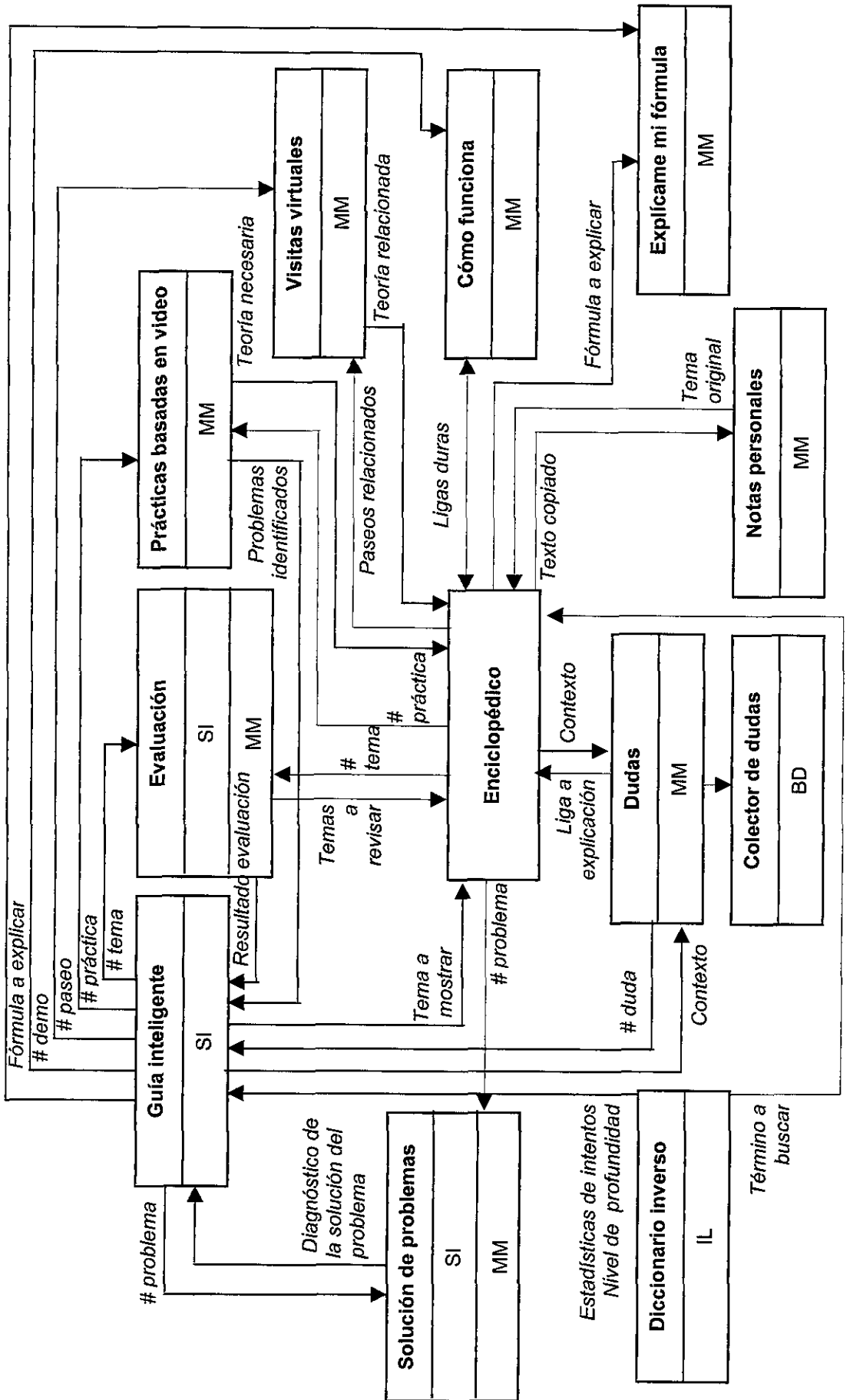
#### 4.3.3.1. Mapa de navegación

Como sabemos, en el mapa de navegación podemos observar los vínculos directos entre los niveles y temas adyacentes especificando todas las rutas posibles. En nuestro caso, existen dos maneras de navegar: libre y guiada.

1. **Navegación libre.** Aquí, el módulo que da sostén y coherencia a todo el sistema es el módulo enciclopédico. Así, los demás módulos no presentan ligas entre ellos, sino que todos pasan por el enciclopédico. Esta organización es el reflejo de una estrategia pedagógica en la que todo el material está organizado de manera que pueda reforzar el contenido del módulo enciclopédico.
2. **Navegación guiada.** A diferencia del modo de navegación libre, el módulo tutorial toma el control de cómo y cuándo deben aparecer el resto de los módulos, y que debe hacer cada uno de ellos. De esta manera, es responsabilidad del tutorial resolver qué módulos y en qué orden se deben visitar.

El mapa de navegación se presenta en la Figura 4.1.

**Figura 4.1.** Mapa de navegación del Sistema Tutorial Interactivo de Física  
 Fuente: Laboratorio de Interacción Humano Computadora y Multimedia, Centro de Instrumentos, UNAM, 2000



#### 4.3.4. Diseño de la interacción

En el diseño de la interacción se definen los controles que tendrá el usuario para interactuar con el sistema tutorial. Así mismo, se decide qué es lo que ocurrirá en cada pantalla.

En el Sistema Tutorial Interactivo de Física, los módulos funcionan de la siguiente manera:

**Módulo enciclopédico.** Se encuentra organizado bajo la forma de un hipertexto dividido en diez temas principales, cada uno de ellos subdividido en subtemas, temas avanzados, biografías, documentos históricos, etc. que el usuario podrá elegir de una lista de opciones.

**Módulo de diccionario inverso.** A partir de la colección y organización de diferentes definiciones para un mismo concepto, se pueden determinar el conjunto de palabras utilizadas y sus equivalencias. De este modo, no importa cual combinación de las diferentes palabras se utilice, el sistema es capaz de relacionarlas con el concepto original.

**Módulo de prácticas basadas en video.** Se muestra un video con un experimento realizado en el laboratorio. Las medidas sobre el video son posibles ya que se conoce el tamaño físico de los objetos filmados, y se conoce el tamaño del video mostrado en la computadora (en pixeles), de modo que es posible establecer las escalas correspondientes.

**Módulo de dudas.** Asociado a cada tema del tutor existe una lista de preguntas. Estas preguntas le son presentadas al alumno bajo la forma: ¿tú entendiste porqué ...?, ¿cuál es la diferencia entre ...?, etc. Las respuestas se encuentran en el módulo enciclopédico y son diferentes a la explicación original.

**Módulo de visitas virtuales.** A través de un conjunto de fotografías, cada una con una toma de 360°, el usuario podrá seleccionar visitar otros sitios de la visita, seleccionando las áreas sensibles que se presentan en cada fotografía.

**Módulo “explícame mi formula”.** Los diagramas y textos (simulando una animación) que son presentados en cada explicación, cuentan con ligas hacia la teoría detallada, así como a los temas previos.

**Módulo “cómo funciona”.** Las animaciones que se presentan en cada explicación, contienen ligas a los conceptos físicos que explican su funcionamiento.

**Módulo de notas personales.** Es un editor de textos donde el alumno podrá desplegar los contenidos que le interesen del sistema tutorial; les podrá dar formato e imprimirlos. Este editor tiene la particularidad de distinguir entre el texto “pegado”, de aquel escrito por el propio alumno, dando a cada uno propiedades distintas.

**Módulo de solución de problemas.** Ofrece actividades de aprendizaje y evaluación a tres niveles: demostración, exploración y evaluación.

**Módulo de evaluación.** Es un sistema experto que contiene la experticia de un profesor de la materia de Física sobre cómo evaluar. Se encuentra en comunicación con el sistema multimedia. Este último envía al módulo de evaluación un tema a revisar; el sistema experto evalúa al alumno en dicho tema y regresa al sistema multimedia los temas a presentar, así como el orden en que debe hacerlo.

**Módulo guía inteligente.** Es un sistema experto que modela la experticia de un profesor de Física sobre cómo enseñar la materia. Este sistema conoce el material que tiene a su disposición en los otros módulos, y la manera idónea de llamarlos, de modo a ayudar al alumno a construir su propio conocimiento de una manera eficiente.

Las entradas y salidas de los módulos se encuentran representadas por la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Entradas y salidas de los módulos que conforman el Sistema Tutorial Interactivo de Física

MÓDULO	ENTRADAS		SALIDAS	
	Origen	Información	Origen	Información
<b>DICCIONARIO INVERSO</b>				
			Guía inteligente	Estadísticas de intentos y nivel de profundidad
<b>PRACTICAS BASADAS EN VIDEO</b>			Enciclopedia	Ligas duras
<b>DUDAS</b>	Guía inteligente	# video	Guía inteligente	Problema detectado
	Enciclopedia	Teoría necesaria	Enciclopedia	Teoría necesaria
	Guía inteligente	Contexto	Guía inteligente	# duda
	Enciclopedia	Liga dura a explicación	Enciclopedia	Liga dura a explicación
<b>VISITAS VIRTUALES</b>			Colector de dudas (BD)	
<b>EXPLICAME MI FÓRMULA</b>	Guía inteligente	# paseo	Enciclopedia	Ligas duras
	Enciclopedia	Ligas duras		
<b>CÓMO FUNCIONA</b>	Guía inteligente	Fórmula a explicar	Enciclopedia	Ligas duras
	Enciclopedia	Ligas duras		
<b>NOTAS PERSONALES</b>	Guía inteligente	# demo	Enciclopedia	Ligas duras
	Enciclopedia	Ligas duras		
<b>SOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b>	Enciclopedia	Texto copiado	Enciclopedia	Tema original
	Guía inteligente	# problema	Guía inteligente	Diagnóstico de la solución del problema.
	Enciclopedia	# problema		

Tabla 4.1. Continuación...  
Entradas y salidas de los módulos que conforman el Sistema Tutorial Interactivo de Física

MÓDULO	ENTRADAS		SALIDAS	
	Origen	Información	Origen	Información
<b>EVALUACIÓN</b>				
	Guía inteligente	# tema	Guía inteligente	Problema detectado
	Enciclopedia	# tema	Enciclopedia	Temas a revisar
<b>GUÍA INTELIGENTE</b>				
	Enciclopedia	Qué mostrar	Enciclopedia	Qué mostrar
	Solución de problemas	Diagnóstico de la solución del problema.	Solución de problemas	# problema
	Prácticas basadas en video		Prácticas basadas en video	# video
	Dudas	# duda	Dudas	Contexto
			Paseos virtuales	# paseo
			Cómo funciona	# demo
			Explicame mi fórmula	Fórmula a explicar
	Diccionario inverso	Estadísticas de intentos y nivel de profundidad.	Evaluación	# tema

**MÓDULO ENCICLOPÉDICO**

Módulo de procedencia	Entrada	Salida
Diccionario inverso		Liga dura
Prácticas basadas en video	Teoría necesaria	Teoría necesaria
Dudas	Liga dura	Liga dura
Visitas virtuales	Liga dura	Liga dura
Explicame mi fórmula	Liga dura	Liga dura
Cómo funciona	Liga dura	Liga dura
Notas personales	Tema original	Texto copiado
Solución de problemas		#problema
Evaluación	Tema a revisar	#tema
Guía inteligente	Qué mostrar	Qué mostrar

### 4.3.5. Propuestas de diseño de interfaz gráfica

La propuesta de diseño de interfaz gráfica para este Sistema Tutorial Interactivo de Física, se ejemplifica en la Figura 4.2.

Como podemos observar, en la primer pantalla las zonas de comandos, de opciones y de títulos ya han sido definidas: el botón de salir se encuentra en la parte inferior izquierda de cada pantalla. Los módulos de diccionario inverso y de notas personales se presentan a manera de herramientas en la parte inferior derecha; siempre estarán presentes. Los módulos restantes del sistema tutorial se encuentran como opciones de menú del lado izquierdo de cada pantalla. Así mismo, los títulos principales y secundarios irán en la parte superior izquierda de la pantalla. Por otra parte, en casi todos los módulos las zonas de explicación y despliegue de información están ya definidas: del lado izquierdo de la pantalla se presentan los medios, y del lado derecho la explicación de lo que el usuario está observando. Para esta última parte, y en algunas ocasiones, se desplegarán las señales en forma de iconos de las ligas que podrá hacer el usuario hacia otras secciones del tutorial para obtener información adicional del tema.

Los colores aún no han sido del todo definidos, ni la tipografía, pero deben ser lo suficientemente claros y acordes al tipo de usuario que hemos definido.

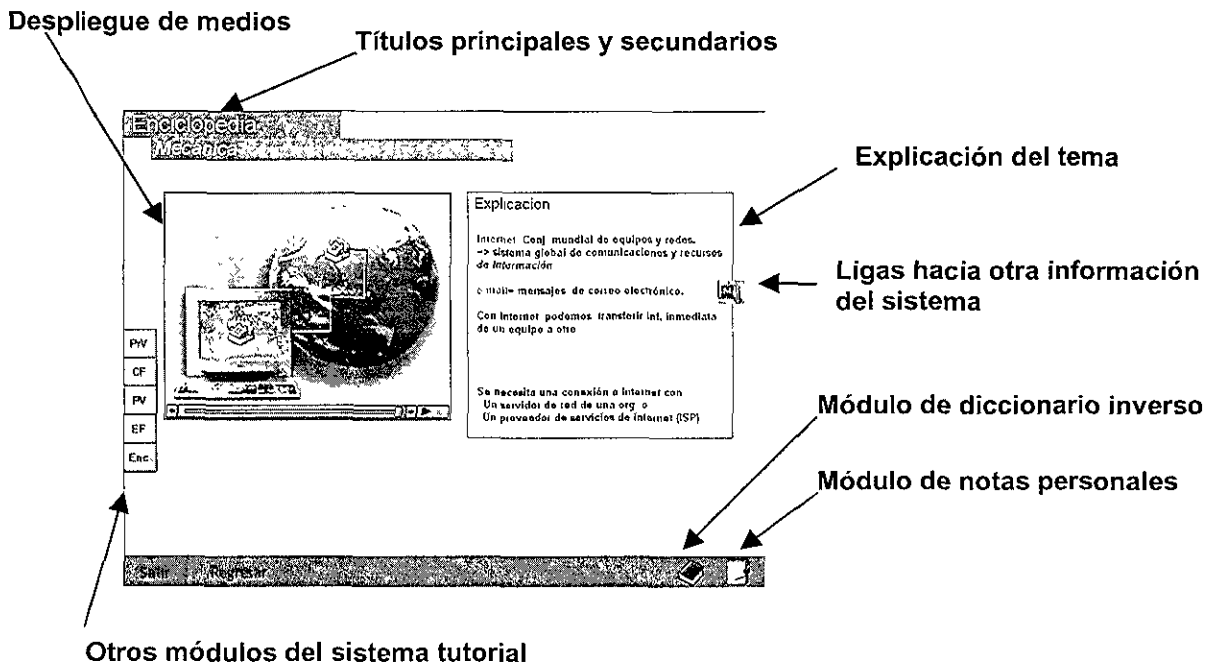


Figura 4.2. Propuesta de diseño de interfaz gráfica

## 4.4. MODELIZACIÓN DEL SISTEMA

La modelización de las secciones nos permite acortar los tiempos de producción, debido a que podemos trabajar por separado la producción de los materiales, es decir, los medios que se van a utilizar durante la presentación de los diferentes módulos del tutorial, sin necesidad de esperar la programación final. La programación de la columna vertebral del tutorial, nos permite hacer llamadas externas a los diferentes medios. Los nombres de los archivos se encuentran nombrados de acuerdo a una nomenclatura establecida y se encuentran ubicados en un directorio (carpeta) predeterminado.

De acuerdo a nuestras evaluaciones, sólo es necesaria la modelización para cuatro módulos: Solución de problemas, "Como funcionan las cosas", Explicame mi formula" y Visitas virtuales. De hecho, la modelización para los tres últimos módulos es similar. Así, la modelización esta determinada de acuerdo a los siguientes puntos y parámetros:

1. En el directorio raíz, estarán contenidos los programas ejecutables, la base de datos y los controladores necesarios para la ejecución del tutorial. Dentro de este directorio, estarán los subdirectorios nombrados de acuerdo a su contenido o tipo, estos son: Texto, Imágenes, Videos, Animaciones y Audio.
2. Para el Módulo solución de problemas, es necesario especificar la sección que se está tratando (Traducción, Análisis, Diseño o Instrumentación).
3. Para los cuatro módulos, será necesario especificar:
  - a) Descripción: es lo que se desea ver de esa sección.
  - b) Tipo de medio: es el medio que se eligió para representar la parte de la sección.
  - c) Código usado: es la nomenclatura establecida para nombrar los archivos externos.
  - d) Directorio: es la ubicación donde estarán los archivos externos. Depende del tipo de medio del que se trate (texto, imagen, video o audio).

Estos puntos los podemos ver en las siguientes tablas.

**Módulo: Solución de problemas**

Sección del módulo	Descripción	Tipo de medio	Código usado	Directorio
Planteamiento del problema	Título	Base de datos	*Titulo	Raíz
	Enunciado	Texto	sp_p+#preg+.txt	Textos
	Imagen pequeña	Imagen	sp_p+#preg+.jpg	Imágenes
	Simulación	Animación	sp_p+#preg+.avi	Videos
<b>(T) Traducción</b>	Todas las frases	Texto	sp_p+#preg+T	Textos
	Total de frases	Base de datos	*No frases	
	Diagrama explicativo sobre la animación	Aplicación (Director/Flash)	sp_p+#preg+.dir	Director
	Respuestas	Texto	sp_p+#preg+Tr+#frase	Textos
<b>(A) Análisis</b>	Todas las suposiciones	Texto	sp_p+#preg+A	Texto
	Total de suposiciones	Base de datos	*No sup	Raíz
	Respuestas	Texto	sp_p+#preg+An+#sup	Textos
<b>(D) Diseño</b>	Diagrama conceptual	Aplicación (Director/Flash)	sp_p+#preg+.dir	Director
<b>(I) Instrumentación</b>	Total de soluciones	Base de datos	*No_sol	Raíz
	Explicación de la sol.	Animación	sp_p+#preg+#sol+.avi	Videos
	Explicación de la sol.	Locución	sp_p+#preg+#sol+.wav	Audio

\*campos de la tabla del módulo solución de problemas de la base de datos tutor.mdb (ubicada en el directorio raíz)

**Módulo “cómo funcionan las cosas”**

Descripción	Tipo de medio	Código usado	Directorio
Título	Texto	cf_lista.txt	Textos
Video	Video	cf_+#video.avi	Video
Explicación	Texto	cf_ex+#video.txt	Textos

**Módulo “explícame mi fórmula”**

Descripción	Tipo de medio	Código usado	Directorio
Título	Texto	ef_lista.txt	Textos
Video	Video	ef_+#video.avi	Video
Explicación	Texto	ef_ex+#video.txt	Textos

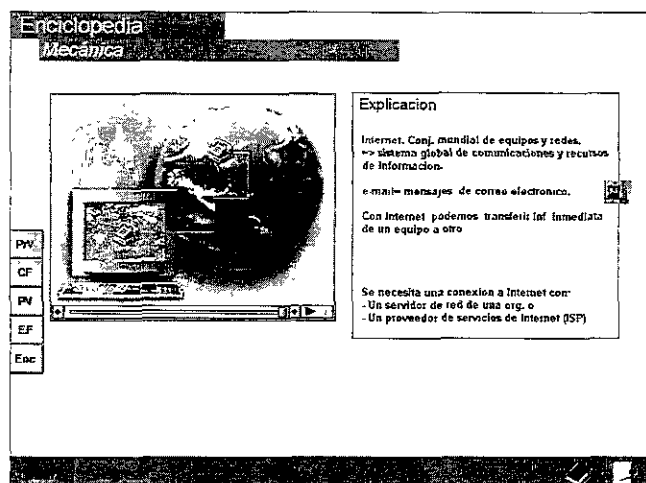
**Módulo de visitas virtuales**

Descripción	Tipo de medio	Código usado	Directorio
Título	Texto	Pv_lista.txt	Textos
Video	Video	Pv_+#video.avi	Video
Explicación	Texto	Pv_ex+#video.txt	Textos

## 4.5. PROTOTIPO

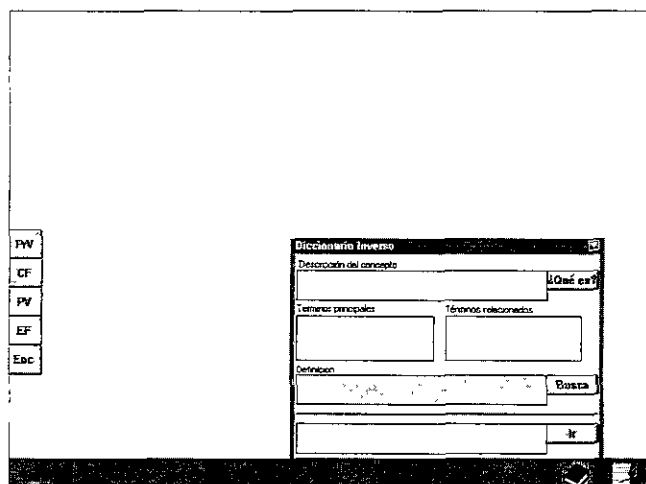
Nuestro prototipo del Sistema Tutorial Interactivo de Física, se encuentra representado por todas las pantallas que a continuación se muestran.

### Módulo enciclopédico



Mediante un vídeo se ejemplifica el tema que se está tratando. A su vez, se presenta una breve explicación textual, la cual presenta ligas (hipertexto) que pueden ser activadas cuando el usuario desee profundizar en el tema. Los iconos que aparecen del lado derecho de esta explicación, serán índices temáticos que llevarán al usuario a otros temas relacionados (que pueden estar en otros módulos del tutorial). Así mismo, es posible controlar la sincronía del video y la explicación si se desea volver hacia un punto específico de la explicación presentada.

### Módulo de diccionario inverso



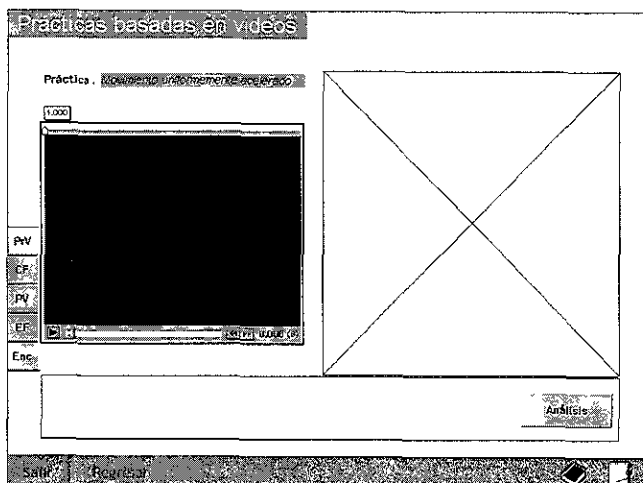
El diccionario inverso se activa cuando se presiona el icono con la figura de un libro que está en la parte inferior de la pantalla.

Aquí, estarán contenidos los siguientes campos:

- Descripción del concepto
- Términos principales
- Términos relacionados
- Definición

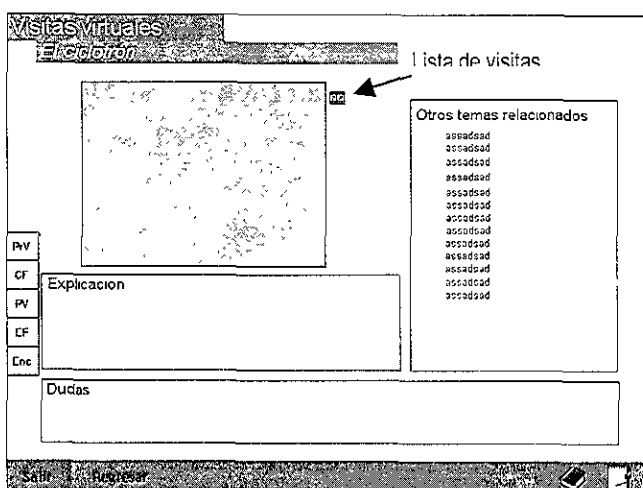
Y los controles: ¿qué es?, buscar, ir.

## Módulo de prácticas basadas en video



En este módulo, el video para realizar la práctica aparece del lado izquierdo de la pantalla, junto con sus controles para manipular las medidas del fenómeno físico que se está tratando. Del lado derecho se encuentran los resultados obtenidos por estas variaciones (obtenidas cuando se presiona el botón "Análisis").

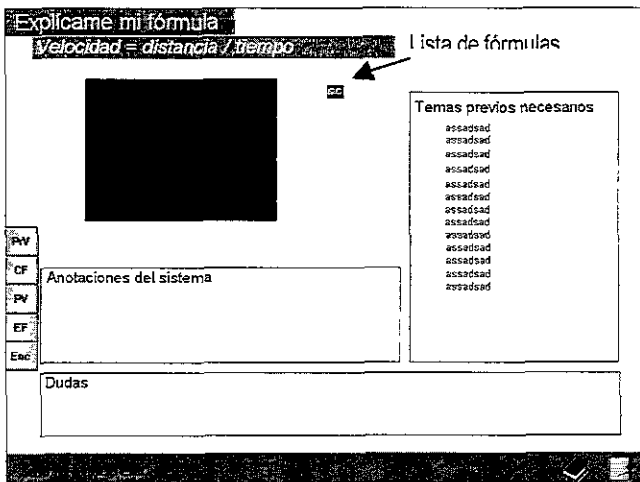
## Módulo de visitas virtuales



La visita virtual que se presenta tiene zonas sensibles que llevan al usuario a otra parte de la misma visita. También es posible seleccionar otra visita de una lista de visitas que aparece cuando es presionado el icono que se encuentra del lado derecho de la representación virtual (donde indica la flecha). La explicación de lo que está viendo el usuario se presenta justamente debajo de la representación de la visita.

Así mismo, el usuario tendrá ligas hacia otros temas relacionados y tendrá acceso al módulo de dudas.

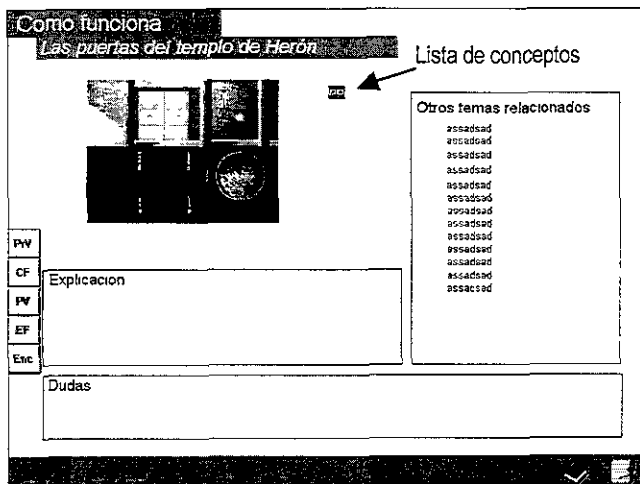
### Módulo “explícame mi fórmula”



La explicación de una fórmula será dada a través de gráficas y texto (que simulan una animación). También es posible seleccionar la explicación de otra fórmula de una lista de fórmulas que aparece cuando es presionado el icono que se encuentra del lado derecho de la representación (donde indica la flecha). El sistema dará sus propias anotaciones, las cuales se verán debajo de la animación.

Así mismo, el usuario tendrá ligas hacia otros temas relacionados y tendrá acceso al módulo de dudas.

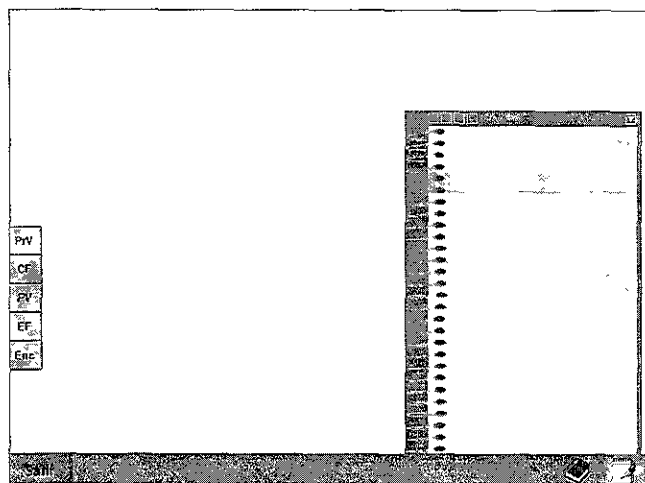
### Módulo “cómo funciona”



La explicación de cómo funciona un fenómeno físico será dada a través de una animación. Es posible seleccionar la explicación de otro funcionamiento de una lista de conceptos que aparece cuando es presionado el icono que se encuentra del lado derecho de la representación (donde indica la flecha). La explicación de lo que está viendo el usuario se presenta justamente debajo de la representación de “cómo funciona”.

Así mismo, el usuario tendrá ligas hacia otros temas relacionados y tendrá acceso al módulo de dudas.

### Módulo de notas personales



El módulo de notas personales se activa cuando se presiona el icono con la figura de un block de notas que está en la parte inferior de la pantalla.

En sí, este módulo es un editor de textos donde el usuario podrá desplegar los contenidos que le interesen del tutorial ("pegar" el texto elegido), hacer sus propias anotaciones, dar su propio formato e imprimir la información. También tiene la particularidad de guardar la referencia de donde se obtuvo la información, lo que permite regresar a consultar nuevamente la información completa.

## 4.6. EVALUACIONES CON ALUMNOS

Las evaluaciones que se han hecho del Sistema Tutorial Interactivo de Física, han sido realizadas por el Centro de Instrumentos de la UNAM. Las metas y los resultados de dos evaluaciones se presentan a continuación.

### El análisis del uso de la computadora como una herramienta pedagógica auxiliar en la enseñanza de los experimentos de la física (Gamboa, 2001)

Este análisis concierne a las actividades del alumno sin el software educativo. La meta era identificar los problemas que las tareas pedagógicas presentan al alumno, así como identificar la información y el tipo de herramientas que necesitan los alumnos para resolver estas tareas. Así, los tres aspectos que fueron revisados fueron los siguientes:

- 1) De qué manera los experimentos de laboratorio ayudan al alumno a la construcción de nuevos conceptos o al entendimiento de un estudio previo.
- 2) Cómo manipulan los alumnos el equipo del laboratorio.
- 3) Qué materiales necesitan los alumnos para llevar a cabo los experimentos y qué tipo de soporte teórico requieren.

Para este análisis, se necesitó la colaboración de nueve estudiantes de nivel bachillerato, los cuales fueron agrupados en tres equipos. El tema que se trató fue de mecánica. Como material de ayuda se les proporcionó un texto del tema, un cronómetro, una regla, una calculadora, un lápiz y papel. Las sesiones fueron registradas detalladamente, describiendo cada una de sus tareas para resolver el experimento.

Una vez que fueron obtenidos los datos de este análisis, se procedió a la implementación de tres prototipos, mostrando las opciones que se consideraron necesarias para el alumno (calculadora, entrada de datos, etc.). La meta era que pudieran resolver el mismo experimento en la computadora. Las opciones y las herramientas fueron distribuidas de diferente manera en la pantalla para los tres prototipos.

Posteriormente, se invitó a seis alumnos diferentes para que probaran los tres prototipos. Algunos de los resultados que se obtuvieron de esta evaluación fueron los siguientes:

- 1) Que ambos grupos de estudiantes, los que trabajaron sin la computadora y los que probaron los tres prototipos, lograron obtener datos similares. Solamente uno de los que trabajaron con el prototipo falló en la solución del experimento.
- 2) La descripción de las tareas no solo fue útil, sino indispensable para elegir las herramientas que debería contener el prototipo.
- 3) La información que requiere cada alumno es diferente, y en la mayoría de los casos, no saben de dónde obtener dicha información que les ayude a solucionar el problema. Lo cual permitió considerar otros tipos de herramienta.

Las conclusiones de esta evaluación fueron que:

- Un software educativo no puede ser creado sobre una base visual o interactiva, sino que debe ser especificado bajo el soporte de una estrategia pedagógica bien definida.
- Es conveniente que los profesores y diseñadores de software consideren cuatro aspectos: el contexto sobre el cual será utilizado el software, la diferencia entre una estrategia pedagógica y su implementación como un software educativo; el análisis de las tareas del alumno; y finalmente, la participación del alumno a lo largo del proceso de desarrollo del software.

### **Las dudas como una estrategia efectiva en el software educativo (Gálvez, 2001)**

Al principio de este capítulo y en los anteriores capítulos de este trabajo, hemos mencionado que la duda es un elemento de motivación para incitar a los alumnos a hacer uso de un software educativo. El análisis de las dudas nos permite incidir sobre su entendimiento.

Con esta referencia, resultó importante desarrollar una metodología para el modelado de las dudas de los alumnos, la cual puede consultarse en la tesis de maestría "Modelado de las dudas de los alumnos y su integración en software educativo", Gálvez, (2001).

A manera de resumen, el trabajo consistió en realizar entrevistas con alumnos de nivel bachillerato. La finalidad era conocer las creencias que tienen de ciertos temas de Física. Se efectuaron seis entrevistas que giraron en torno al tema de mecánica. Los observadores y el entrevistador hicieron sus anotaciones respectivas sobre las entrevistas. Posteriormente se hicieron las transcripciones de los diálogos sostenidos durante las entrevistas con los alumnos para realizar el modelado de las dudas, lo cual requirió la ayuda de los expertos en los temas de Física.

Con la metodología se obtuvieron aproximadamente 200 "ideas obtenidas del diálogo". Después de analizarlas se identificaron 11 creencias. Así mismo, fueron identificados dos puntos centrales, que fundamentan la estructura y el material incluido en el sistema tutorial:

- Crear en el alumno la idea de cambio
- Crear en el alumno la necesidad de medir como cuantificadora de cambio

Y algunas de las conclusiones a las que se llegaron fueron las siguientes:

- Las entrevistas con los alumnos nos permiten diseñar un temario, planear ejemplos, ejercicios, demostraciones, prácticas de laboratorio, etc.
- *La experimentación resulta un punto importante en el desarrollo de software educativo. Se consideró importante partir de la experimentación a la teoría de manera tal, que el alumno pueda buscar y construir la teoría que explica el experimento que acaba de realizar, en lugar de ajustar los experimentos a lo que la teoría dice.*
- El pleno convencimiento de ubicar un módulo de dudas en el sistema tutorial, que se conecte con el Módulo enciclopédico.

En este capítulo, se ha definido la etapa de Preproducción, la etapa más importante y difícil de la metodología para desarrollar software educativo multimedia; debido a que, como se mencionó en el capítulo tres, será la base para llevar a cabo las dos etapas subsecuentes: Producción y Posproducción. De esta manera, han sido definidos los objetivos, características, recursos y tiempos del sistema tutorial interactivo de Física. Se han tomado las decisiones respecto al diseño de la navegación, interacción y visual que tendrá el sistema. De los prototipos que se tienen terminados, se han obtenido datos importantes de las evaluaciones con alumnos de dos de sus módulos: Módulo de prácticas basadas en video y Módulo de dudas. Estas evaluaciones, llevadas a cabo por el Centro de Instrumentos de la UNAM, en principio sirvieron para elegir los medios más adecuados, tales como imágenes, videos, audios, etc., que explicarán mejor el contenido de los temas; posteriormente, sirvieron para evaluar la usabilidad del sistema y saber si efectivamente, éste cumplía con los objetivos establecidos.

La materia de Física ha sido identificada como una de las materias más difíciles de aprender. Por ello, la intención del presente trabajo también es desarrollar una herramienta auxiliar que ayude a los estudiantes de nivel bachillerato a entender mejor los conceptos de esta disciplina. Se pretende que el alumno logre una aproximación entre la enseñanza de la Física y sus experiencias en el mundo real. Para lograr esto, ha sido necesaria la integración de un equipo multidisciplinario de trabajo: expertos en la enseñanza de la Física, desarrolladores de sistemas multimedia y alumnos.

De esta manera, en este capítulo quedan plasmados todos los conocimientos tanto teóricos como prácticos, que han sido mencionados a lo largo de los capítulos anteriores para lograr que el sistema tutorial interactivo de Física en verdad, sirva como apoyo a la enseñanza de la Física.

## CONCLUSIONES

---

A lo largo de este trabajo, hemos mencionado que la computadora se ha convertido en un paradigma alternativo para la enseñanza. No obstante, aún quedan muchos retos que enfrentar. El primero consiste en entender qué puede hacer la tecnología en este campo, y en mantenerse al tanto de los avances que tienen lugar casi a diario. El segundo consiste en determinar los parámetros que permitan elegir las herramientas adecuadas para el desarrollo de estos sistemas. El tercero es quizás el más importante: aprovechar la tecnología y las herramientas que ésta nos proporciona, para una comunicación eficaz y lograr el desarrollo de software educativo multimedia de calidad que sirva como una herramienta eficiente para la enseñanza. *Esta no es una tarea fácil, y es por eso que es primordial hacer conciencia que la tecnología, específicamente la computadora, no garantiza por sí misma que esto sea así sea.* Cabe mencionar que lograr estas tres metas puede ser difícil en cualquier otro ámbito.

Por otro lado, la solución a los problemas de uso que encuentran los usuarios de computadoras, no es darles un entrenamiento para que aprendan a usar el sistema —lo que sería una solución sencilla, pero no la mejor, ni la más viable económicamente—, sino diseñar mejor nuestro software y adecuarlo dentro de un contexto claro y con unos objetivos bien definidos.

Ante esto, siempre será conveniente la especificación y estrategias pedagógicas que nos ayuden a responder a la pregunta de ¿qué es lo que queremos que el alumno entienda y aprenda?; la observación y análisis de los estudiantes en situaciones de trabajo (el análisis de sus tareas) que nos ayuden a conocer qué tipo de información buscan, cuándo y por qué. Así mismo, elegir los medios más adecuados (textos, imágenes, animaciones, videos y/o audios) que ejemplifiquen y expliquen de la mejor manera cada uno de los temas tratados; la implementación de estrategias pedagógicas en el software educativo, la observación y análisis de los estudiantes usando un prototipo; detectar y corregir los problemas encontrados para finalmente, comparar y valorar los resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones de los prototipos. Preguntando, experimentando, desarrollando y explorando, son palabras que cobran un significado muy importante, si son puestos en práctica cuando diseñamos software educativo multimedia de calidad.

Por otro lado, hemos apuntado que el software educativo atraviesa por una crisis, debido a que no se ha logrado mejorar el nivel de aprendizaje en los alumnos, aún con la tecnología con la que contamos actualmente. En países de escasos recursos como el nuestro, es claro que una de las causas es que el software utilizado son adaptaciones de sistemas desarrollados en el extranjero, que obedecen a otros planes de estudio, con objetivos e intereses diferentes a las nuestras. Las estrategias pedagógicas usadas en otros países están basadas en idiosincrasias y culturas que son extrañas a nosotros. Por ello, es necesario resolver estos problemas con nuevos y más efectivos paradigmas educativos que se adapten a nuestro propio sistema educativo, de tal manera, que las materias de estudio con mayor problemática se vean reforzadas.

Los nuevos paradigmas de enseñanza deben integrar un análisis de las herramientas que deben ser integradas en un software educativo multimedia, de tal manera que el alumno cuente con el material necesario para comprender y desarrollar los conceptos presentados sin convertirse en un espectador pasivo. Así, el alumno se convierte en una pieza fundamental en el ciclo de desarrollo de todo software educativo, razón por la cual estamos hablando de un software educativo multimedia centrado en el alumno. Sobre este enfoque, lo importante es 1) saber qué piensan o qué saben los alumnos de lo que les vamos a enseñar; 2) plantear un temario; 3) seleccionar los medios (imágenes, videos, etc., para los ejemplos, prácticas, etc.) que hagan dudar a los alumnos de sus propios conocimientos; y 4) contestar las dudas de los alumnos.

Nuestra contribución al respecto con el presente trabajo, es ofrecer una metodología que cumpla con este objetivo de tener un software centrado en el alumno. Es importante recordar que el desarrollo tradicional de software que se lleva a cabo con las metodologías que nos brinda la Ingeniería de Software, no es exactamente igual que un desarrollo de software educativo multimedia. Para el primer caso, se busca un programa que sea fiable, robusto, completo y dentro de los tiempos y costos requeridos; hablamos de datos, entradas, salidas y funciones (la información se procesa). En el segundo caso, además de esto, se busca transmitir información de la manera más eficiente posible, organizando y seleccionando los medios más adecuados para este fin; hablamos de organización, selección de medios, transmisión de la información, navegación e interacción (la información se transmite).

Con este lineamiento, la base teórica sobre lo que la tecnología multimedia nos ofrece, explicados en el capítulo uno y los parámetros de calidad (útil, utilizable y educativo) mencionados en el capítulo dos, nos dan los cimientos para diseñar mejor nuestras aplicaciones. La metodología propuesta en el capítulo tres, es el sustento para organizar las diversas tareas que se requieren durante el proceso de producción de un software educativo multimedia. Desde la concepción hasta la realización del software.

La metodología propuesta integra a su ciclo de vida a los tres actores principales: expertos en el tema (profesores), desarrolladores de multimedia y a los usuarios (alumnos). En este orden de aparición, se resuelven tres aspectos: 1) la calidad en el contenido de los materiales, pues son los expertos quienes saben elegir los temas que son más adecuados para el alumno y de acuerdo a los planes de estudio planteados; 2) el buen funcionamiento del sistema (la usabilidad), donde se desea lograr que el software este diseñado y organizado de modo que facilite su aprendizaje a los usuarios; que les permita realizar sus tareas más rápido y con menos errores; además de contemplar la satisfacción subjetiva del usuario; y 3) seleccionar las herramientas que necesita el alumno para aprender, lo cual se obtiene por una parte, de integrar las dudas de los alumnos como elemento de motivación para su aprendizaje, pues hemos observado que hay un cambio de actitud en los alumnos cuando resuelven sus dudas; y por otra parte, de las evaluaciones realizadas con los diferentes prototipos desarrollados.

Con relación a las etapas que conforman la metodología: Preproducción, Producción y Posproducción, podemos mencionar que todas las tareas han sido definidas de la mejor manera posible que permitan resolver los puntos más importantes para desarrollar software educativo multimedia. En el orden justo, especificando las personas que participan en cada una de las tareas y los problemas que pudieran presentarse. Así, la metodología aborda desde el planteamiento del proyecto, la investigación, el diseño multimedia, que comprende organizar la información, seleccionar los medios (textos, imágenes, videos, etc.), diseñar la

navegación, la interacción y proponer diseños visuales de interfaz; así como las tareas de producción de los medios y las tareas de posproducción donde se incluyen los diferentes tipos de evaluaciones y las pruebas que se realizan en el software.

Otro aspecto importante que hemos dado a conocer en esta metodología, son los documentos que se generan durante el proceso de producción y las personas responsables de su elaboración. De esta manera, con el conocimiento de lo que la tecnología multimedia nos ofrece, explicado en el capítulo uno, los parámetros de calidad expuestos en el capítulo dos y una metodología que nos permita desarrollar software educativo multimedia, nos da la pauta para desarrollar nuestro caso de estudio: el desarrollo de un sistema tutorial interactivo de Física.

Nuestro caso de estudio: el desarrollo de un sistema tutorial interactivo de Física, es un ejemplo claro de esta metodología que proponemos. Detrás de este planteamiento, hay investigaciones que se han venido dando desde hace tiempo, cuyos resultados se muestran a lo largo del capítulo cuatro. Aquí, se definió la etapa de Preproducción —la más importante—, que servirá de base para desarrollar las dos etapas subsecuentes: la de Producción y Posproducción. Se definieron los objetivos, características, recursos y tiempos del sistema tutorial. Así mismo, se tomaron las decisiones respecto al diseño de la navegación, interacción y visual que tendrá el sistema. Se han evaluados dos de los once módulos contenidos y los resultados han servido para seleccionar los medios más adecuados (imágenes, videos, audios, etc.) para explicar el contenido de los temas; y para evaluar la usabilidad del sistema.

Finalmente, podemos decir que aunque no existe una sola y única metodología que garantice el éxito, la investigación realizada en este trabajo, nos brinda las bases para desarrollar un producto de software educativo multimedia de calidad y centrado en el alumno.

# APÉNDICES

---

## APÉNDICE I

### **Ejemplos de documentos del Proceso de Producción para desarrollar sistemas multimedia**

---

Los documentos que a continuación se presentan, son extractos de ejemplos reales de un proyecto final que desarrollaron los alumnos: Alonso Heladio Peña, Jonathan Torres Barrera y Fabián Raúl Villavicencio Rojas, durante el módulo de Preproducción de la "Línea de especialización en la elaboración de programas multimedia", en su edición 7, 2001. Este curso se imparte actualmente en la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico (DGSCA) de la UNAM y está dirigido a profesores del Programa de Apoyo a la Actualización y Superación del Personal Docente del Bachillerato (PAAS).

## GUIÓN CONCEPTUAL

### 1. NOMBRE DEL PROYECTO: "CALOR Y TEMPERATURA"

### 2. OBJETIVOS

**2.1. Objetivo general:** Que los alumnos de bachillerato y personas interesadas se informen y comprendan los conceptos de calor y temperatura.

**2.2. Objetivo específico:** Reconocer al calor como una forma de energía de agitación molecular, distinguiéndolo de la temperatura, así como la forma en la que se transfiere.

**3. PÚBLICO AL QUE VA DIRIGIDO:** Alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades, de tercer semestre, y personas interesadas.

**4. CONTENIDO:** En este trabajo se revisarán los conceptos de:

**4.1. Calor y temperatura.** En esta sección se describen diferencias entre estos conceptos.

**4.2. Disipación de la energía.** En esta parte se describirán los mecanismos que reducen la energía útil, como podría ser la fricción.

**4.3. Temperatura.** Se dará una explicación de cómo se puede efectuar la medición de la temperatura y/o la explicación de lo que es la temperatura según la Teoría cinético molecular. Así como comentarios sobre lo que es el cero absoluto.

**4.4. Escalas termométricas.** En esta parte se hará una explicación de cómo fueron establecidas las escalas y calibrados los termómetros en las escalas: Celsius y Fahrenheit y como se establecieron las escalas absolutas Kelvin y Rankine. Además de las relaciones matemáticas entre ellas.

- a) Celsius
- b) Fahrenheit
- c) Kelvin
- d) Comparación de escalas

**4.5. Variables en Delta T.** Se describen las variables que afectan el aumento de la temperatura de las sustancias, a través de los resultados de una serie de experimentos planteados. Relacionándola como variable en función del calor aplicado, de la cantidad de sustancia (masa) y del tipo de sustancia:

- a)  $\Delta T \propto \Delta Q$
- b)  $\Delta T \propto 1/m$ .
- c)  $\Delta T$  depende de C

**4.6. Formas como se transfiere el calor.** Se dará una explicación de las formas o mecanismos de transmisión del calor, los cuales son: Conducción, convección y radiación, así como los procesos mediante los cuales podemos generar calor.

- a) Conducción
- b) Convección
- c) Radiación
- d) Producción

**4.7. Energía interna y modelo cinético-molecular.** Aquí se dará una definición y explicación de lo que es la energía interna, se mencionarán los postulados de la teoría cinético-molecular y sus conclusiones.

**5. CALENDARIO DE TRABAJO:**

	22 de enero al 2 de febrero	6 al 19 de febrero	20 de febrero al 7 de marzo	8 al 27 de marzo
Preproducción				
Digitalización				
Diseño de interfaz				
Integración y programación				

**6. EQUIPO DE PRODUCCIÓN:**

**Recursos humanos:**

Ingeniero Químico: Peña Alonso Heladio  
 Ingeniero Electricista: Torres Barrera Jonathan  
 Ingeniero Químico: Villavicencio Rojas Fabián Raúl

**Equipo de cómputo:**

**Software:** Windows 98, Office 2000,  
 HpdeskScan II, version 2.7, Goldwave 4.16  
 Premiere 5.0, Photoshop 5.5 y Director 7.0

**Hardware:** \* PC Pentium II a 350 Mhz, 192 Mb en RAM y  
 Disco duro de 4 Gb.  
 \* CD-ROM 12X o 32X  
 \* Tarjeta de video a miles de colores  
 \* Tarjeta digitalizadora de video "Smart Video Recorder"  
 \* Tarjeta de audio "Sound Blaster" de 16 bits  
 \* Scanner "Hewlett Packard ScanJet 6100C"

**Otros recursos:** \* Videocasetera VHS Sony  
 \* Micrófono

**7. REQUERIMIENTOS DE REPRODUCCIÓN:**

PC Pentium estándar a 233 Mhz.  
 Tarjeta de video a miles de colores  
 Microsoft windows 95, 98, 2000 o NT  
 16 Mb en RAM (64 MB recomendable)  
 Tarjeta de audio de 8 bits (16 bits recomendable)  
 Lector de CD-ROM 32X o superior

## GUIÓN LITERARIO

### —Menú principal 1000—

#### 1001 DISIPACIÓN DE LA ENERGÍA

En todos los fenómenos que ocurren en la naturaleza, en dónde aparece la fricción y el movimiento se pierde o se gana energía, es decir, parte de la energía mecánica se va transformando en otras formas de energías, principalmente elevando la temperatura de los cuerpos aumentándoles su energía interna, esto causado por la fuerza de la fricción entre superficies en contacto ...

#### 1002 CALOR Y TEMPERATURA

El hombre adquirió sus primeros conocimientos sobre la temperatura por las sensaciones fisiológicas, tocando con las manos varios cuerpos, a veces decimos: está frío o está caliente, subrayando así su grado de calentamiento. A la magnitud que caracteriza el grado de calentamiento de un cuerpo, se le da el nombre de temperatura ...

### —Temperatura y escalas 1100—

#### 1101 TEMPERATURA Y CERO ABSOLUTO

Todos sabemos que algunas cosas se sienten calientes y otras se sienten frías. Pero en el fondo, ¿qué es la temperatura?

...

Si baja la temperatura tanto como sea posible. Los átomos se detienen.  
(HIPERMEDIO 1)

Eso es todo lo frío que pueden estar los átomos. A esto se le llama el Cero Absoluto. Cuando todos los átomos se detienen, el gas está ¡ABSOLUTAMENTE FRÍO!. El (HIPERMEDIO 2 figura de termómetro que compara las escalas) **termómetro** muestra una comparación de las escalas Absoluta (también conocida como Kelvin) y la Fahrenheit. El Cero Absoluto corresponde a -459 grados Fahrenheit ...

#### 1102 ESCALAS DE TEMPERATURA

(LOCUCIÓN 1: 1101s.wav)

... Cuando el cambio térmico ha parado, se dice que los dos objetos están en equilibrio térmico. Entonces podemos definir la temperatura de un sistema diciendo que la temperatura es aquella cantidad que es igual para ambos sistemas cuando ellos están en **equilibrio térmico** (HIPERTEXTO 1)

##### **HIPERTEXTO 1**

Lo expresado es llamado Ley Cero de la Termodinámica y puede ser escrita más formalmente como:

Si tres o más sistemas están en contacto térmico entre sí y todos en equilibrio al mismo tiempo, entonces cualquier par que se tome separadamente estarán en equilibrio entre sí...

#### 1103 ESCALA CELSIUS DE TEMPERATURA

La escala centígrada o Celsius es aquella en la que el punto triple del agua corresponde a 0,01 °C y el cero absoluto a -273,16 °C ...

#### 1104 ESCALA FAHRENHEIT

En esta escala termométrica el cero corresponde a una mezcla frigorífica y el 96° a la temperatura normal del hombre. Entre esta escala (°F) y la Celsius (°C) existe la relación: °C = (5/9) \* (°F - 32) ...

—Variables en delta T ( $\Delta T$ ) 1200—

**1201 VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL CAMBIO DE LA TEMPERATURA O ENERGIA INTERNA DE UNA SUSTANCIA**

(LOCUCIÓN 2: 1201s.wav)

**1202 DELTA T ( $\Delta T$ ) vs. MASA**

Experimentalmente, podemos demostrar que al calentar en la misma parrilla (flama) de nuestra estufa en un recipiente de 2 litros de capacidad durante un minuto, ...

**1203 DELTA T ( $\Delta T$ ) vs. CALOR**

Si ahora calentamos el litro de agua en la misma parrilla (flama) de nuestra estufa durante un minuto, y después un litro de agua de la misma llave durante 5 minutos, ...

**1204 DELTA T ( $\Delta T$ ) vs. CALOR ESPECIFICO**

Pero si ahora calentamos en la misma parrilla (flama) de nuestra estufa en el mismo recipiente durante un minuto, primero un vaso de agua de la llave y posteriormente un vaso conteniendo alcohol adquiere mayor temperatura ...

---

—Q, producción y transmisión 1300—

**1301 PRODUCCION DE CALOR**

(LOCUCIÓN 3: 1301s.wav)

**1302 TRANSMISIÓN DEL CALOR**

Existen tres mecanismos para la transmisión del calor, los cuales son: ...

**1303 CONVECCIÓN**

Consiste en el movimiento que realiza un líquido por la diferencia de temperatura, o bien, el movimiento que ejerce el aire en forma vertical ...

**1304 RADIACIÓN**

Este mecanismo se produce como resultado del movimiento vibratorio de los átomos y moléculas de los cuerpos, esto es por los saltos cuánticos en el interior de los átomos, ...

---

— Energía interna y teoría cinética molecular 1110—

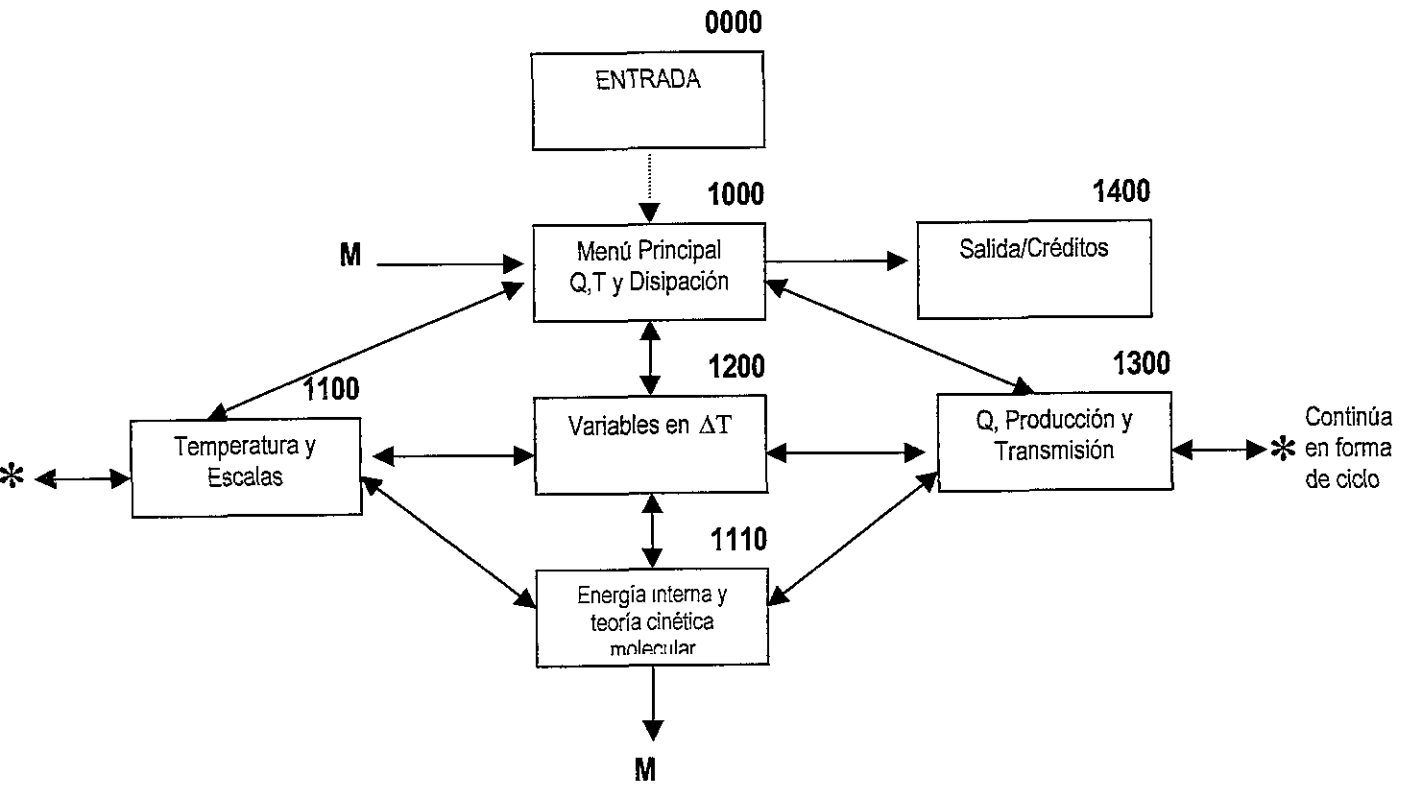
**1111 ENERGÍA INTERNA**

Se entiende por Energía Interna de un cuerpo a la suma de las energías cinética molecular y la energía potencial molecular, de todas las moléculas o partículas que constituyen a dicho cuerpo ...


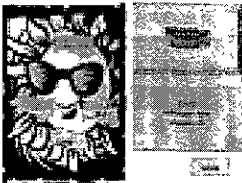
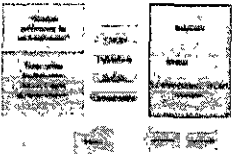
**1112 TEORÍA CINÉTICA DE LOS GASES IDEALES:**

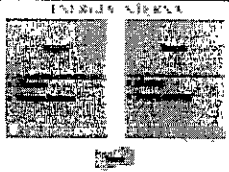
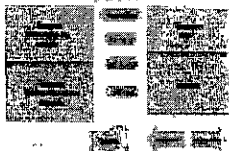
Todos los principios del comportamiento de los gases fueron deducidos a través de la experimentación. Por otro lado, la *Teoría Cinética de los Gases* intenta deducir el ...

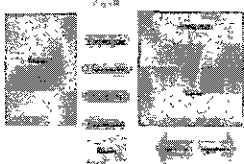
### MAPA DE NAVEGACIÓN



### GUIÓN TÉCNICO

SECCIÓN	NOMBRE DE LA SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	INTERFAZ
0000	ENTRADA	Se presenta brevemente una imagen de la Tierra y su temperatura, pasándose a una nueva imagen aumentada de ella con un vídeo en el centro, en el cual se muestra un fuego ocasionado por la erupción de un volcán, y la entrada del título de este trabajo en momentos diferentes, al finalizar el vídeo se pasa de manera automática a la sección 1000. Si no se quiere mirar todo el vídeo se pasa a la pantalla 1000 haciendo un clic en cualquier parte de la pantalla de entrada.	
1000	MENÚ PRINCIPAL	Se presenta en la parte izquierda una imagen de un sol con lentes, y del lado derecho una imagen detenida de un vídeo que corresponde al tema de disipación de la energía, con un texto ya desplegado por debajo de éste y con su respectivo scroll para su recorrido total. Dicho vídeo inicia o se detiene con los botones señalados en su parte inferior. Por debajo del texto se encuentra desplegada una opción de salida. Cuando se recorre la imagen del sol con el cursor, en su parte inferior señala 3 opciones o accesos a nuevas pantallas (Op. 1 Temperatura y escalas, Op. 2 variables en Delta T, y op. 3 calor), a las cuales se accede al dar un clic sobre la palabra resaltada. Además por la parte superior aparece un botón indicador para Calor y Temperatura, la cual despliega una imagen respecto a este tema sobre el vídeo y su texto sobre el texto inicial (al dar un clic sobre la palabra resaltada). Clic Op 1 Calor y Temperatura 1100 Clic Op 2 Cambio en la Temp. 1200 Clic Op 3 Calor 1300 Clic Op 4 Salida 1400	
1100	TEMPERATURA Y ESCALAS	Se presenta a la izquierda una imagen fija de la calibración de un termómetro y en su parte inferior un texto ya desplegado sobre fundamentos físicos de los termómetros y que en su contenido se puede desplegar los tipos de termómetros. En la parte derecha de la imagen (centro de la pantalla), se tiene el título Escalas termométricas y debajo de él una bocina para acceder a la locución 1. Debajo de ésta se tienen cuatro opciones: Celsius, Fahrenheit, Kelvin y Comparación	

		Al accionar cualquiera de éstas se despliega texto e imagen correspondiente, en el lado derecho de la pantalla. Cada texto tendrá su scroll (barra de navegación) para mostrar toda la información. Dicha imagen y texto aparecerán en el lado derecho de la pantalla sobre una imagen y texto ya desplegado relativos al tema de la Temperatura y el cero absoluto que también tiene su scroll. Toda la pantalla cuenta además con dos botones para pasar a la pantalla 1200 o 1300, regreso hacia el menú(1000), y acceso a una pantalla sobre Energía Interna(1110).	
	1101 Celsius	Aparece comentario sobre la escala Celsius y una imagen representativa.	
	1102 Fahrenheit	Aparece comentario sobre la escala Fahrenheit y una imagen representativa.	
	1103 Kelvin	Aparece comentario sobre la escala Kelvin y una imagen representativa.	
	1104 Comparación	Se describe mediante un esquema las diferencias entre las escalas anteriores.	
1110	ENERGÍA INTERNA Y TEORÍA CINÉTICA MOLECULAR	Aparecen: del lado izquierdo una imagen sobre moléculas y su unión, representada por resortes y con un texto en su parte inferior sobre este tema, conteniendo un scroll para su recorrido. Del lado derecho se tiene una imagen sobre moléculas y su movimiento, con un texto sobre teoría cinética con su respectivo scroll. En la parte inferior se tiene un botón que nos regresa al menú principal.	
1200	VARIABLES EN DELTA T	Al acceder a esta apantalla, aparecen del lado izquierdo dos imágenes sobre dilatación, y a su derecha un título que dice variables en Delta T, y debajo de él una bocina para acceder a una locución (al darle un clic da paso a la locución 2). Debajo de ésta se tienen tres botones de despliegue de texto e imagen en la parte de la derecha de la pantalla (sobre la imagen fija y texto de la última variable seleccionada). Los títulos de los botones dicen: $\Delta T \propto Q$ Esta despliega un texto sobre la relación Delta T y calor aplicado con un pequeño esquema de esto. $\Delta T \propto 1/m$ Esta despliega un texto sobre la relación Delta T y cantidad de masa utilizada con un pequeño esquema de esto. $\Delta T \propto C$ Esta despliega un texto sobre la relación Delta T y el tipo de sustancia utilizada con un pequeño esquema de esto. Sobre la parte inferior se tienen acceso a pantalla de energía interna, regreso a menú principal y flechas para acceder a la izquierda a pantalla de temperatura y a la derecha a pantalla de calor. Clic Op 1 Energía interna 1110 Clic Op 2 Menú 1000 Clic Op 3 Temperatura y esc 1100 Clic Op 4 Calor 1400	

1300	Q, PRODUCCIÓN Y TRANSMISIÓN	<p>Cuando se accede a esta pantalla: Aparece la imagen fija de una vela encendida. A continuación de ella, en el centro de la pantalla se tiene la palabra CALOR y debajo de esta una bocina para acceder a una locución (al darle clic se escucha la locución 3). Debajo de ésta se tienen cuatro botones con sus respectivas opciones: <i>Conducción, Convección, Radiación y Producción</i>. Debajo de los botones se colocó un botón (Menú) el cual nos regresa al Menú principal (1000).</p> <p>A la derecha de la pantalla y en orden vertical se encuentran ya desplegadas una imagen y un texto (el cual contiene su scroll para su navegación) y que quedaron después del último acceso de los botones centrales utilizado.</p> <p>En la parte inferior de la pantalla se tienen los accesos a pantalla de energía interna, regreso a menú principal y flechas para acceder a la izquierda a pantalla de variables en Delta T y a la derecha a pantalla de temperatura.</p> <p>Clic Op 1 Energía interna            1110                  Clic Op 2 Menú                        1000                  Clic Op 3 Cambio Temp.            1100                  Clic Op 4 Temperatura y escalas    1400</p>	
1400	SALIDA Y CRÉDITOS	Se mostrarán los créditos con fondo musical.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">                 Salida créditos             </div>

## LISTAS MAESTRAS DE IMÁGENES

### LISTA MAESTRA DE IMÁGENES

ARCHIVO y FORMATO	SECCIÓN	NOMBRE	RESOLUCIÓN	DESCRIPCIÓN
0001i.jpg	0000	Tierra, temperaturas.	640 x 480	Foto de la Tierra, mostrando en diferentes tonalidades las distintas temperaturas que presenta.
0002i.jpg	0000	Tierra, temperaturas.	640 x 480	Foto ampliada de la Tierra, mostrando en diferentes tonalidades las distintas temperaturas que presenta.
1001i.jpg	1000	Sol con lentes.	309 x 366	Sol con lentes con botones de acceso a otras pantallas o para resaltar texto con imagen sobre Temperatura y Calor.

### LISTA MAESTRA DE AUDIOS

Nº	ARCHIVO Y FORMATO	SECCIÓN	TIPO	DURACIÓN	CONTENIDO
1	1101s.wav	1100	Locución1	15 seg.	La temperatura se expresa mediante las llamadas escalas de temperatura o escalas termométricas (Celsius o centígrada, Fahrenheit o inglesa, y Kelvin o absoluta).
2	1201s.wav	1200	Locución2	20 seg.	el aumento en la temperatura de los cuerpos ( $\Delta T$ ), depende de manera directamente proporcional a la cantidad de calor aplicado ( $\Delta Q$ ), e inversamente proporcional a la cantidad de sustancia (m) que recibe el calor, multiplicada por la capacidad térmica de la sustancia (C).
3	1301s.wav	1300	Locución3	20 seg.	Se puede aumentar la energía interna de cualquier sustancia y en consecuencia elevar su temperatura, a este procedimiento se le llama transferencia de energía o CALOR.
4	(1401s.wav)	1400	Fondo Musical	20 seg.	"Para Elisa de Beethoven"

### LISTA MAESTRA DE VIDEOS

Nº	ARCHIVO y FORMATO	SECCIÓN	DURACIÓN	RESOLUCIÓN	CONTENIDO	DESCRIPCIÓN
1	0000V.avi	0000	15 seg.	240 X 180	Fuego, Fantasia 2000.	Inicio de un fuego en el bosque.

## APÉNDICE II

### **Criterios ergonómicos para la evaluación de interfaces humano-computadora**

---

Los criterios que a continuación se presentan, fueron desarrollados por Scapin y Bastien (1997). Si bien no constituyen un método de evaluación formal, sí nos ofrecen una guía para la evaluación de nuestras interfaces-usuario desde un punto de vista no técnico. Podemos verlos como un suplemento de los métodos formales de evaluación.

Estos criterios ergonómicos tienen dos objetivos:

1. Definir o formalizar las diferentes dimensiones que conforman el concepto de "utilizable" (c.f. Capítulo 2), sustento de lo que denominamos "software de calidad".
2. Proporcionar una herramienta que facilite, mejore y documente el proceso de evaluación de las interfaces-usuario.

El conjunto de criterios consiste de ocho criterios principales, algunos de los cuales, se encuentran subdivididos en criterios más específicos. De tal manera, el conjunto de criterios ergonómicos está compuesto de 18 criterios. Para cada uno de ellos, se proporciona una definición, un sustento sobre el cual se basa el criterio y ejemplos para su aplicación.

## 1. GUÍA

La guía del usuario se refiere a los medios disponibles para aconsejar, orientar, informar, instruir y guiar a los usuarios a través de su interacción con la computadora (mensajes, alarmas, etiquetas, etc.).

### *Sustento:*

Una buena guía facilita el aprendizaje y el uso de un sistema. Permite a los usuarios saber en cualquier momento dónde se encuentran al realizar una secuencia de interacciones, o en el cumplimiento de una tarea.

El criterio de guía está subdividido en cuatro sub-criterios:

- a) **Incitación.** Se refiere a los medios disponibles para llevar a los usuarios a la fabricación de acciones específicas, sea una entrada de datos u otras tareas. Así mismo, este criterio se refiere a todos los medios que ayudan a los usuarios a conocer las alternativas posibles y aquellas que le ayudan a identificar el lugar donde se encuentra dentro de la aplicación.

### *Sustento:*

Una buena incitación guía a los usuarios en sus interacciones y permite que sepan el modo actual de la aplicación, lo cual les ayuda a navegar de manera efectiva reduciendo los errores en su uso.

### *Ejemplos:*

- Para entradas de datos, conviene proveer al usuario los formatos requeridos y valores aceptables, por ejemplo, incluir en un campo la etiqueta que señale la estructura de los datos: (dd/mm/aa):   /  /  .
- Despliegue de las unidades de medida para la entrada de los datos.
- Proveer señales sobre la longitud aceptable de las entradas.
- Proveer un título por cada entrada.
- Proveer una ayuda en línea y una guía.

- b) **Agrupación/distinción de elementos.** Concierno a la organización visual de campos de información. Toma en cuenta la topología, distribución y características gráficas de los datos desplegados. El agrupamiento o distinción de elementos puede ser realizado en base a dos criterios diferentes: Agrupación/distinción por localización y Agrupación/distinción por formato.

### *Sustento:*

El entendimiento de una pantalla depende, entre otras cosas, del orden, posición y la distinción de los objetos (imágenes, textos, comandos, etc.), en que son presentados. Los usuarios pueden ubicar los diferentes campos o grupos de campos y aprenderán sus relaciones más fácilmente si se presentan de una manera organizada.

### *Ejemplos:*

- Organizar los campos en una lista jerárquica.
- Al presentar varias opciones, la organización de éstas debe ser lógica, es decir, debe tener una organización funcional relevante (orden alfabético, funcional, frecuencia de uso, etc.).

- Proveer una distinción visual clara de las áreas que tienen funciones diferentes (zona de comandos, zona de mensajes, etc.).
- Proveer una distinción visual clara de los campos de datos y sus etiquetas.

c) **Retroalimentación inmediata.** Se refiere a las respuestas que el sistema brinda para cada acción del usuario.

*Sustento:*

La calidad de retroalimentación y rapidez son dos factores importantes para tener la confianza del usuario y su satisfacción. Permiten a los usuarios ganar un mejor entendimiento del funcionamiento del sistema. Por otro lado, la ausencia de retroalimentación puede ser desconcertante para el usuario, ya que podría pensar que el sistema tiene una falla, trayendo como consecuencia la interrupción de las tareas.

*Ejemplos:*

- Cuando exista un proceso largo, es conveniente denotar el estado del sistema.
- Las entradas de datos por parte del usuario deben ser desplegadas, excepto cuando se trate de entradas de seguridad (passwords).

d) **Legibilidad.** Concierno a las características de la información en pantalla que puedan facilitar o dificultar su lectura (caracteres brillantes, contrastes entre la letra y fondo, tamaño de las letras, espacios entre palabras, párrafos, etc.).

*Sustento:*

Mantener una buena legibilidad en las pantallas, facilita la lectura de la información presentada.

*Ejemplos:*

- Diferenciar los títulos de las pantallas con los títulos o palabras que tienen una interacción.
- Hacer uso de letras mayúsculas y minúsculas.
- Tener en cuenta el justificado, espacio, tamaño, color, etc. de las letras.

## 2. CARGA DE TRABAJO

Concierno a todos los elementos de la interfaz que juegan un papel en la reducción de la carga perceptual y cognoscitiva del usuario, y en el incremento de la eficiencia del diálogo.

*Sustento:*

Es conveniente aportar sólo la información necesaria para que el usuario no se distraiga y realice su tarea eficientemente; de esta manera, se evita que cometa errores.

Este criterio está subdividido en dos sub-criterios:

a) **Brevidad.** Se refiere a la carga de trabajo perceptual y cognoscitiva para entradas y salidas individuales, y para un conjunto de entradas (conjunto de acciones necesarias para realizar una meta o tarea). La brevedad corresponde a la meta de limitar la lectura y entrada de la carga de trabajo y el número de acciones a seguir.

*Sustento:*

Usando términos cortos, reduce la probabilidad de cometer errores y el tiempo de lectura es más corto.

Este criterio se subdivide a su vez en dos sub-criterios:

- **Concisión.** Concierno a la carga perceptual y cognoscitiva para entradas y salidas de información. Por definición, este criterio no toma en cuenta la retroalimentación de los mensajes de error.

*Sustento:*

Usando términos cortos, reduce la probabilidad de cometer errores y el tiempo de lectura es más corto.

*Ejemplos:*

- Para datos numéricos, los ceros en las entradas no deben ser necesarios.
  - Si los códigos son más largos de 4 o 5 caracteres, usar mnemónicos o abreviaciones.
  - Permitir al usuario entradas cortas de datos.
  - Cuando una unidad de medida es asociada con un campo de datos particular, es mejor incluir esa unidad como parte de la etiqueta del campo que pedírsela al usuario.
- **Acciones Mínimas.** Concierno a la carga de trabajo con respecto al número de acciones necesarias para completar una meta o tarea. Se busca limitar lo más posible los pasos que el usuario realiza en una tarea.

*Sustento:*

Las numerosas y complejas acciones necesarias para completar una meta, incrementan la carga de trabajo del usuario y consecuentemente, hay más probabilidad de cometer errores.

*Ejemplos:*

- Reducir el número de pasos para hacer una selección en un menú.
- No solicitar entradas de datos al usuario cuando los datos pueden ser deducidos por la computadora.
- Evitar entradas del usuario de comandos que incluyan puntuación.
- Para entradas de datos, se sugiere desplegar valores definidos por omisión en sus campos de datos apropiados.
- Para despliegues largos y con varias páginas, es conveniente pedir una página particular directamente, sin tener que ir por todas las páginas intermedias.

- b) **Densidad de la información.** Concierno a la carga de trabajo del usuario desde un punto de vista perceptual y cognoscitivo ocasionada por los grupos de elementos, y no por elementos aislados como en el caso de Brevedad.

*Sustento:*

En muchas tareas, las ejecuciones de los usuarios son empeoradas cuando la densidad de la información es demasiada alta o muy baja. En estos casos, los errores llegan a aparecer. Los elementos que no estén relacionados a la tarea deberían ser removidos. Por otra parte, la carga de memoria sobre el usuario debe ser minimizada. Los usuarios no deben memorizar largas listas de datos o procedimientos complicados. Ellos no deben encargarse de actividades cognoscitivas complejas cuando éstas no sean requeridas por la tarea.

*Ejemplos:*

- Proveer al usuario solamente de lo necesario (datos útiles) e inmediatamente, para cualquier transacción.
- Los datos no deben requerir transacciones únicas.
- El lenguaje de consulta debe usar el mínimo de cuantificadores en la formulación de la consulta.
- No pedir al usuario que recuerde exactamente los datos de una ventana a otra.
- Proveer de una computación automática de datos derivados, para que el usuario no tenga que calcular e introducir cualquier número que pueda ser derivado de datos ya accesibles a la computadora.

### 3. CONTROL EXPLÍCITO

Concierno al procesamiento por parte del sistema de acciones explícitas del usuario, así como el control que debe tener el usuario sobre un proceso.

*Sustento:*

Cuando los usuarios explícitamente definen sus entradas y cuando esas entradas están bajo su control, los errores también como sus ambigüedades son limitadas. Además, el sistema será mejor aceptado por los usuarios si ellos tienen control sobre el diálogo.

Este criterio está subdividido en dos sub-criterios:

- a) **Acciones explícitas del usuario.** Se refiere a las relaciones entre el procesamiento de la computadora y las acciones de los usuarios. Esta relación debe ser explícita, esto es, que la computadora debe procesar solamente aquellas acciones solicitadas por el usuario y sólo cuando se necesiten.

*Sustento:*

Cuando el procesamiento de la computadora responde a las acciones explícitas del usuario, los usuarios aprenden y entienden mejor el funcionamiento de la aplicación, por lo que se observan menos errores.

*Ejemplo:*

- Permitir al usuario iniciar los procesos mediante una acción explícita (como pulsar una tecla) y no iniciar una tarea antes.

- b) **Control del usuario.** Se refiere al hecho de que los usuarios siempre tendrán el control del procesamiento del sistema (como interrumpir, cancelar, pausar y continuar). Cada acción posible por un usuario será anticipada, proporcionando las opciones apropiadas.

*Sustento:*

El control sobre las interacciones favorece el aprendizaje y entonces disminuye la probabilidad de cometer errores. Como consecuencia de esto, la computadora llega a hacerse más predecible.

*Ejemplo:*

- Permitir a los usuarios el control sobre avance de pantallas, impresión o cancelación de una transacción.

#### 4. ADAPTABILIDAD

La adaptabilidad de un sistema se refiere a su capacidad para comportarse de manera contextual y de acuerdo a las necesidades y preferencias del usuario.

*Sustento:*

Hay diversas maneras de llevar a cabo una tarea dada, un usuario particular encontrará la forma de adecuada para él. Los diferentes procedimientos, opciones y comandos, deben ser disponibles para el usuario cuando realice su tarea.

Este criterio se subdivide en dos sub-criterios:

- a) **Flexibilidad.** Es la capacidad de la interfaz para adaptarse a las necesidades particulares de los usuarios.

*Sustento:*

Al ofrecer diferentes maneras de realizar una tarea dada, se da más probabilidad de que el usuario elija y aprenda una de ellas durante su aprendizaje. Una buena flexibilidad permite al usuario adaptar la interfaz a sus necesidades.

*Ejemplos:*

- Cuando las necesidades del usuario sean inciertas, conviene proveerle de algunos medios para controlar la configuración del despliegue.
- Cuando los diseños de la interfaz no puedan predecir qué valores por omisión serán útiles, permitir al usuario definir, cambiar o remover los valores por omisión para entradas de datos.
- Cuando algunos despliegues sean innecesarios, el usuario debe ser habilitado para removerlos temporalmente.
- Proveer de algunos medios para que el usuario cambie la secuencia de las entradas de datos y respetar la secuencia elegida.
- Cuando los formatos de texto no puedan ser pronosticados en adelante, permitir al usuario especificar y almacenar para futuros usos los formatos que pueda necesitar.
- Los usuarios deben ser habilitados para asignar nombres a campos de datos que hayan creado.

- b) **Experiencia del usuario.** Se refiere a los medios disponibles para tomar en cuenta el nivel de experiencia del usuario.

*Sustento:*

La experiencia e inexperiencia de los usuarios requieren diferentes necesidades de información. Para usuarios no experimentados, es conveniente permitirle acciones simples paso a paso. Para usuarios expertos, los diálogos iniciales de la computadora pueden ser aburridos y pueden alentar sus interacciones; los comandos cortos deben permitirle acceder a las funciones del sistema de una forma más rápida. Los diferentes niveles de interacción deben tomar en cuenta la experiencia del usuario. Sin embargo, *muchos sistemas tendrán usuarios con diferentes niveles de experiencia. Los usuarios pueden llegar a ser expertos conforme incrementan su experiencia, o tal vez menos expertos, después de un largo período de desuso. La interfaz debe ser diseñada para acomodar la variedad de niveles de experiencia de los usuarios.*

*Ejemplos:*

- Permitir a los usuarios experimentados introducir entradas de comandos equivalentes o teclas cortas directamente a una serie de selecciones de menú.
- Permitir a los usuarios experimentados teclear una serie de comandos en un tiempo, y a los usuarios no experimentados permitir la entrada paso a paso.
- Los tipos de diálogo deben ser diseñados para igualar las necesidades de diferentes usuarios.
- Diversos tipos de diálogo deben ser provistos como una función de la experiencia de los varios grupos de usuarios (ejemplo: entradas de datos como una característica de pauta que puede ser seleccionada por usuarios novatos pero que pueden ser omitidos por usuarios experimentados).
- Cuando las técnicas adoptadas por las pautas de los usuarios puedan alentar al usuario experimentado, proveer de rutas o modos alternativos permitiendo a un usuario evitar los procedimientos estándar.
- Después de un mensaje de error, permitir a los usuarios solicitar una explicación con más detalle que sea ajustable a su nivel de conocimiento.

## 5. MANEJO DE ERRORES

Se refiere a los medios disponibles para prevenir o reducir errores y recuperarlos a partir de cuando ellos suceden. Los errores se definen en este contexto como entrada de datos inválidos, formatos inválidos en la entrada de datos, sintaxis de comando incorrecta, etc.

*Sustento:*

Las interrupciones causadas por los errores del usuario pueden traer consecuencias negativas en las actividades del usuario. En general, este tipo de interrupciones incrementa el número de interacciones y rompen la organización y el cumplimiento de la tarea.

Este criterio se subdivide en tres sub-criterios:

- a) **Protección contra errores.** Se refiere a los medios disponibles para detectar y prevenir errores en la entrada de datos, errores en comandos o en acciones con consecuencias destructivas.

*Sustento:*

Es preferible detectar errores antes de la validación y no después.

*Ejemplos:*

- Cuando el usuario requiere la terminación de una tarea, y si alguna transacción está pendiente no será terminada, o si los datos se perdieron, es conveniente desplegar un mensaje de advertencia requiriendo confirmación por parte del usuario.
- Proteger los campos por los cambios accidentales que pueden hacer los usuarios.
- Los campos diseñados para el desplegado de información deben ser protegidos: a los usuarios no se les debería permitir cambiar la información contenida en esos campos.
- Asegurarse que el software para la interfaz-usuario funcionará apropiadamente con los posibles errores que puedan ocurrir, incluyendo las entradas de datos accidentales.

- b) **Calidad en los mensajes de error.** Se refiere a la frase y contenido de los mensajes de error, esto es: relevancia, facilidad en la lectura y especificación acerca de la naturaleza de los errores (formato, sintaxis) y las acciones necesarias para corregirlos.

*Sustento:*

La calidad en los mensajes de error promueve el aprendizaje del usuario en cuanto a sistemas indicando las razones de sus errores, su naturaleza y enseñándoles las maneras de prevenirlos.

*Ejemplos:*

- Especificar los mensajes tanto como sea posible.
- Redactar mensajes breves e informativos.

- c) **Corrección de errores.** Se refiere a los medios disponibles para que los usuarios corrijan sus errores.

*Sustento:*

Los errores son menos dañinos cuando son rápidamente corregidos.

*Ejemplo:*

- Si la transacción de la entrada de datos ha sido terminada y los errores han sido detectados, se debe permitir a los usuarios hacer correcciones inmediatamente.

## 6. CONSISTENCIA

Se refiere a la manera en que el diseño de una interfaz se mantiene para contextos similares, y se diferencia para contextos diferentes.

*Sustento:*

Los procedimientos, etiquetas, comandos, etc., serán mejor nombrados, localizados y reconocidos, si su formato, localización y sintaxis son establecidos de una a otra pantalla, o de una sesión a otra. La falta de consistencia es una de las razones importantes para el rechazo de los usuarios en cuanto al software.

*Ejemplos:*

- Los títulos de las pantallas deberían asignarse en el mismo lugar.
- Usar formatos de pantallas similares.
- Usar procedimientos similares para acceder a las opciones de los menús.

## 7. SIGNIFICADO DE CÓDIGOS

Califica la relación entre un término y/o un signo, y el objeto o comando al que hace referencia. Los códigos y nombres son importantes para los usuarios cuando existe una relación clara entre tales códigos y acciones.

*Sustento:*

Cuando los códigos se pueden manipular, éstos se pueden recordar e identificar con facilidad. En contraste, cuando se utilizan códigos o nombres sin significado puede llevar a que los usuarios realicen operaciones inapropiadas, lo que conduce a errores.

*Ejemplos:*

- Los títulos deben ser distintos y manejables.
- Hacer de las abreviaciones reglas explícitas.
- Los códigos deben ser manejables y familiares.

## 8. COMPATIBILIDAD

Se refiere a la relación que existe entre las características del usuario (memoria, capacidad cognoscitiva, capacidad perceptual, experiencia, preferencias, etc.) y su tarea (qué hace, cómo lo hace, qué objetos utiliza, en qué momento, etc.), con respecto a la organización de las entradas/salidas, y en el diálogo de la aplicación.

*Sustento:*

La información que es transferida de un contexto a otro, se realiza de forma rápida y de manera más eficiente cuando el volumen de la información que recuperan los usuarios es limitado. La eficiencia se aumenta cuando los procedimientos diseñados para acompañar y completar las tareas son compatibles con las características psicológicas de los usuarios; los procedimientos y las tareas se organizan de acuerdo a lo que los usuarios esperan que haga, así como a sus costumbres.

*Ejemplos:*

- Cuando los datos que se introducen involucran transcripciones de documentos, se debe de asegurar que las formas de llenado sean las mismas que las del documento original.
- Los mensajes deben de reflejar la estructura de los datos o su organización, para que los usuarios las perciban de forma natural.
- Los formatos de los calendarios deben seguir la costumbre del lugar.
- Las etiquetas, entradas y mensajes de ayuda, deben ser familiares al contexto del usuario.
- El despliegue de mensajes, datos textuales o instrucciones deben seguir un mismo diseño o seguir los diseños convencionales de impresión.

# **BIBLIOGRAFÍA**

---

## BIBLIOGRAFÍA

---

- Brice, R. (1991).** Computer-Aided Instruction: a guide for tutor. California, Brooks/Cole Publishing Company Pacific Grove.
- Calderón, A. E. (1988).** Computadoras en la educación (1ª. Ed.). México, Argentina, España, Colombia, Trillas.
- Candor, S. (1998).** Las relaciones entre la tecnología y la pedagogía. [Online]. Seminario de Educación a Distancia para América Latina y el Caribe, Buenos Aires, Argentina. Recuperado en Mayo, 2001 del Wold Wide Web: [http://www.ilce.edu.mx/icde\\_ilce/ponencia/argentina\\_por\\_pais.htm](http://www.ilce.edu.mx/icde_ilce/ponencia/argentina_por_pais.htm)
- Cervantes, V. L. (1999).** El ABC de los Mapas Mentales (3ª. Ed.). México, Asociación de Educadores Iberoamericanos (AEI).
- Cobo, L. (1998).** Ingeniería de Software. [Online]. Recuperado en Abril, 2001 del Wold Wide Web: <http://www.sanmartinbaq.edu.co/cursos/sistemas/01051/default.htm>
- Colvin, C. R. (1995).** Authorware, Multimedia, and Instructional Methods. Taking the plunge (1ª. Ed.). San Francisco, CA, Macromedia, Inc.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., Beale, R. (1998).** Human-Computer Interaction (2ª. Ed.). London, New York, Sidney, Tokyo, Madrid, Paris, México, Prentice Hall Europe.
- Druin, A., Solomon, C. (1996).** Designing Multimedia Environments for Children (1ª. Ed.). New York, Toronto, Singapur, John Wiley & Sons, Inc.
- England, E., Finney, A. (1999).** Managing Multimedia: project management for interactive media (2ª. Ed.). England, New York, Singapur, Madrid, México, Addison Wesley.
- Fairley, R. (1988).** Ingeniería de Software (1ª. Ed.). San Francisco, Nueva York, Buenos Aires, Caracas, México, MacGraw-Hill.
- Flores, A., Labrada, E., Levy, S., Lorenzo, D., Mendoza, M., Ramírez, A., Rojón, E., Ruiz, R., Salgado, C., Valadez, C. (2000).** El Proceso de Producción para desarrollar Sistemas Multimedia. México, Departamento de Multimedia, DGSCA, UNAM.
- Frater, H., Paulissen, D. (1995).** El gran libro de multimedia (1ª. Ed.). Colombia, Chile, Barcelona, Estados Unidos, México, Marcombo.
- Gálvez, C. D. (2001).** Modelado de las dudas de los alumnos y su integración en software educativo. IIMAS. México, UNAM.

- Galvis-Panqueva, A. (1996).** Software educativo multimedia: aspectos críticos en su ciclo de vida. [Online]. Universidad de los Andes, Ingeniería de Sistemas y Computación, Colombia. Recuperado en Julio 3, 2000 del Wold Wide Web: <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/simposio/15.htm>
- Gamboa, F. (2001).** Analysis of the use of the computer as an auxiliary pedagogical tool in the teaching of experimental physics. Centro de Instrumentos, UNAM.
- Gamboa, F., Pérez, J.L., Gálvez, D., Lara, F., Cabiedes, F., Viniegra, A. (2001).** Doubs and role-playing as effective strategies in educational softwarer. Centro de Instrumentos, UNAM.
- Gándara, M. V., Enciso, M. S., Rosas, L. C. (1994).** Usos educativos de la computadora (1ª. Ed.). México, CISE-UNAM.
- González, C. M. (2000).** Evaluación de software educativo. [Online]. Universidad EAFIT, Colombia. Recuperado en Julio 10, 2001 del Wold Wide Web: <http://www.conexiones.eafit.edu.co/Articulos/EvalSE.htm>
- Heinich, R., Molenda, M., Rusell, J. D. (1989).** Instructional Media: and the new technology of instruction (3ª. Ed.). New York, London, Macmillan Publishing Company.
- Kristof, R., Satran, A. (1998).** Diseño Interactivo (1ª. Ed.). Madrid, Anaya, Multimedia, Diseño y creatividad.
- Lara, R., Gamboa, F., Pérez, J.L., Kemper, N., Barojas, J., Sierra, G., Miranda, A., Pérez, R., Caviedes, F. (2001).** Sistema Inteligente Computarizado para el Aprendizaje Conceptual e Interactivo de la Física a Nivel bachillerato. Centro de Instrumentos, Instituto de Ingeniería, UNAM.
- Marquès, P. (1995).** Software educativo. [Online]. UAB. Recuperado en Julio 3, 2000 del Wold Wide Web: <http://www.xtec.es/~pmarques/edusoft.htm>
- Mayhew, D. J. (1999).** The Usability Engineering Lifecycle: a practitioner's handbook for user interface design (1ª. Ed.). San Francisco, San Diego, Nueva York, London, Tokyo, Morgan Kaufmann Publishers.
- Mayes J. T., Fowler C. J. (1999).** "Learning technology and usability: a framework for undestanding courseware". Elsevier Science 11 (Interacting with Computers): 485-497
- Moraes, C. V., Carmona, V. M., Espíritu, S. R., González, I. N. (1999).** Modelo de Evaluación de Software Educativo. [Online]. ILCE. Recuperado en Octubre 26, 2000 del Wold Wide Web: <http://investigacion.ilce.edu.mx/dice/proyectos/evaluacion/modelo.htm>
- Newman, W. M., Lamming, M. G. (1995).** Interactive System Design. England, New York, California, Madrid, México, Addison Wesley.

- Osin, L. (1996).** La computadora como instrumento para la humanización de la enseñanza. [Online]. Centro de Tecnología Educativa, Israel. Recuperado en Mayo, 2001 del Wold Wide Web:  
[http://phoenix.sce.fct.unl.pt/ribie/cong\\_1996/CONGRESSO\\_HTML/Barran96/BARRAN96.html](http://phoenix.sce.fct.unl.pt/ribie/cong_1996/CONGRESSO_HTML/Barran96/BARRAN96.html)
- Osin, L. (1996).** Conceptos fundamentales en la evaluación de software educativo, DGSCA, UNAM.
- Pressman, R. S. (1998).** Ingeniería de Software: un enfoque práctico (4ª. Ed.). Madrid, Buenos Aires, Nueva York, México, McGraw-Hill.
- Salinas, J. M. (1996).** Multimedia en los procesos de enseñanza-aprendizaje: elementos de discusión. [Online]. Universidad de las Islas Baleares. Recuperado en Mayo, 2001 del Wold Wide Web: <http://www.uib.es/depart/gte/multimedia.html>
- Scapin, D. L., Bastien, J. M. C. (1997).** Ergonomic Criteria for Evaluating the ergonomic quality of interactive systems. Special Issue of Behavior and Information Technology on usability methods. **16**(4/5), 220-231.
- Schunk, D. H. (1997).** Teorías del aprendizaje (2ª. Ed.). Brasil, Argentina, Chile, Venezuela, México, Pearson Education.
- Vaughan, T. (1995).** Todo el poder de Multimedia (2ª. Ed.). Paris, Madrid, Buenos Aires, Guatemala, México, MacGraw-Hill.
- Zelcovitz, M. V., Shaw, A. C., Gannon, J. D. (1979).** Principles of Software Engineering and Design, Englewoods Clif, Printice-Hall.

### **Direcciones de páginas web sugeridas para consulta**

Journal of Interactive Media in Education

<http://www-jime.open.ac.uk/>

Center for Usability Reseach ang Engineering (CURE)

<http://www.cure.at/>

HCI Bibliography : Human-Computer Interaction Resources

<http://www.hcibib.org/>

Recommended Websites

<http://www.useit.com/hotlist/>