

01132
11



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TUTORIAL MULTIMEDIA DEL CICLO CARDIACO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN COMPUTACIÓN

PRESENTAN:

ARAGÓN HERNÁNDEZ ROBERTO

LIMÓN CRUZ DAVID

ORTEGA RANGEL ROSARIO



DIRECTOR DE TESIS: DR. FELIPE LARA ROSANO

MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE, 2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Í N D I C E

INTRODUCCIÓN

1

Capítulo I "Planteamiento"

1.1	Métodos tradicionales	6
1.2	El ciclo cardíaco como un programa multimedia	8
1.3	El contenido a desarrollar	10

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico o impreso el contenido de mi trabajo científico.

NOMBRE: LIMÓN CRUZ DAVID

FECHA: 14/NOV/03

FIRMA: 

Capítulo II "Diseño Instruccional"

2.1	Concepto	13
2.2	Metodología propuesta	14
2.3	El diseño educativo	15
2.4	La producción	16
2.5	La realización	17
2.6	La implementación	17
2.7	La evaluación	17
2.8	El software educativo	18
2.9	Clasificación de los programas	23
2.10	Funciones que realizan los programas	33

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3

Capítulo III “Multimedia”

3.1	Definición	36
3.2	Interfaz de usuario	42
3.3	Tipos de aplicaciones multimedia	47
3.4	Plataformas de desarrollo	48
3.5	Software para el programador	53

Capítulo IV “Nociones del Ciclo Cardíaco Humano”

4.1	Introducción	56
4.2	Funcionamiento del corazón	57
4.3	Fases del ciclo cardíaco	60

Capítulo V “Desarrollo del Sistema”

5.1	Descripción del sistema	64
5.2	Cómo se hizo el producto multimedia con este método	67
5.3	Desarrollo Rápido del Sistema	67
5.4	Estructura del tutorial	72
5.6	Resumen	78



Capítulo VI **“Validación del Sistema”**

6.1	La entrega evolutiva	80
6.2	Pruebas realizadas	81
6.3	Análisis estadístico	83
6.4	Resultados	83
6.5	Discusión	84

Capítulo VII **“Conclusiones”**

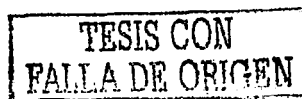
7.1	Conclusiones	87
-----	--------------	----

ANEXOS

- A. Entrevista con la Asesora del Contenido del Tutorial.
- B. Estudio Preliminar del Aprendizaje de la Fisiología Asistido por Programas de Cómputo Tutoriales Multimedia.
- C. Diagramas de Flujo del Sistema.

BIBLIOGRAFÍA

90



①

Agradecimientos

*A Dios quien me dio todo a cambio de nada.
A mi amada esposa Florina por su apoyo.
A mis padres David y Cecilia por su amor y cuidados.
A mis hermanas y hermano por ser incondicionales.
A la familia Fajardo Sotelo por su hospitalidad.
A toda la familia por estar conmigo.
Al Arq. Carlos Medina mi cuñado y amigo.
Al Dr. Felipe Lara y a la Dra. Irma Zarco quienes nos asesoraron en este proyecto.
A tod@s mis amig@s por su sinceridad.*

-David Limón Cruz

*A Dios por su infinito Amor, Misericordia y esta oportunidad
A mis Padres por su gran cariño, entrega, fortaleza y desvelo
A mis hermanos por su todo su apoyo y ternura
A mis compañeros de tesis por su confianza
A la Dra. Irma Zarco por su dedicación
Al Dr. Lara por todos sus consejos
A Javier Dorantes por su amistad*

-Rosario Ortega Rangel

*A Dios por darme todos los elementos, las circunstancias, las coincidencias, los defectos
y las habilidades que quiso, para que llegara hasta aquí.
A mis papás que me mostraron cómo valorar todo lo que Dios me dio, por los
sándwiches y el chocolate en la mesa cuando me desvelaba estudiando y por amarme
nada más por que sí.
A mi hermana y demás familia que me apoyaron tanto.
A la Dra. Zarco que fue siempre el motor que mantuvo a flote esta tesis.
Al Doctor Lara que siempre me tuvo confianza.
A mis amigos tesistas por las horas que pasamos juntos en un mismo esfuerzo.
Al amor que me movió todo este tiempo.
A mi mismo, que nunca me rendí.*

-Roberto Aragón Hernández

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

F

TUTORIAL MULTIMEDIA DEL CICLO CARDÍACO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

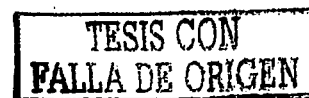
T

INTRODUCCIÓN

El corazón humano es un órgano complejo, su anatomía y funcionamiento debe ser comprendido por el estudiante de Medicina; ningún esfuerzo por transmitir estos conocimientos es escatimado. Es por ello que la Dra. Irma Zarco, quien es profesora en la Facultad de Medicina desde hace más de 30 años, nos solicitó la elaboración de un tutorial que permita al alumno entender el fenómeno del Ciclo Cardíaco. De acuerdo a estudios en Pedagogía se decidió que la mejor manera de resolver esta problemática, en la que existe un alto índice de alumnos no aprobados, es utilizar las herramientas multimedios.

Para el estudio del corazón se han escrito libros, se han tomado fotografías, se han elaborado esquemas, se han realizado vídeos, se han creado modelos tridimensionales, etc. Sin embargo cada uno tiene ventajas y limitantes, pues el fenómeno del Ciclo Cardíaco dura menos de un segundo. El tutorial que se ha elaborado desglosa paso a paso el estudio. Presenta animaciones que permiten comprender al alumno qué sucede detalladamente en el corazón.

En todas las áreas del conocimiento existen temas o conceptos que son más fácilmente asimilados por el estudiante si se emplean materiales audiovisuales, por lo que muchos profesores utilizan materiales de apoyo como acetatos, transparencias, audio cassettes, video cassettes, modelos tridimensionales, etc. Sin embargo, estos métodos no siempre cumplen con su objetivo, ya que tienen algunas desventajas: La presentación de acetatos depende en gran medida de la habilidad del profesor para obtener la efectividad deseada, pues si la exposición es monótona, el ambiente oscuro puede fácilmente causar somnolencia. La mayor desventaja de todas estas herramientas (a excepción de los videos cassettes) es que requieren la presencia del profesor.



Así pues, proponemos una metodología para el desarrollo de un programa didáctico para la enseñanza del Ciclo Cardíaco utilizando la tecnología multimedia como material de apoyo a los estudiantes, con el propósito de reforzar lo visto en clase con sus profesores y para estimular el interés sobre temas importantes del campo.

La tecnología multimedia es, por dar una definición en la que coincide la mayoría, ***la integración de al menos tres de los cinco medios que pueden ser presentados en un programa ejecutado en una computadora digital***. Estos cinco medios son:

- Texto
- Sonido
- Animaciones
- Video
- Imágenes y Gráficos

De estos cinco, se considera que el medio más poderoso para la enseñanza es la animación generada por computadora, pues en ella pueden presentarse temas difíciles de explicar por medio de dibujos e imágenes en movimiento que representen una realidad mucho más compleja. Por ejemplo, una animación generada por computadora puede explicar con claridad y objetividad el hundimiento del trasatlántico Titanic, no obstante, la enorme complejidad y la cantidad de variables que implicaron el hundimiento del gran barco.

Aún así el desarrollo de un programa didáctico multimedia, no tiene el éxito asegurado, pues se debe reconocer que éste nunca substituirá a los profesores.

Hay temas que se prestan más a presentaciones multimedia que otros, sobre todo aquellos en los que esta incluido el factor tiempo. Por ejemplo para el

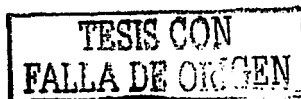
funcionamiento de un motor se necesita observarlo en movimiento, algo que se lograría con una animación generada por computadora.

Otro factor muy importante en un programa didáctico multimedia es la interactividad, que es la capacidad de un programa para responder a las decisiones de un usuario, de manera que el flujo del programa depende de hacia dónde decide ir el usuario. Volviendo al ejemplo del programa con la animación de un motor, este programa se vuelve interactivo, si se le programan opciones para que el estudiante pueda encender y apagar el motor, cambiar la polaridad en la alimentación, cambiar el número de vueltas en la bobina, etcétera. Entonces el estudiante estará interactuando con el programa, situación que no solo acelera la curva de aprendizaje sino que estimula el interés del estudiante y le prepara para análisis más complejos.

En el capítulo I se presenta el tema sobre el que se enfoca el programa tutorial, el estudio de la fisiología del corazón humano, sobre todo, el funcionamiento del ciclo cardíaco. Trataremos sobre la dificultad de exponer el tema con métodos tradicionales y las ventajas de usar los medios informáticos. Además, se delimitan los temas a tratar dentro del programa y la forma en que estará organizado el sistema.

El capítulo II es un bosquejo del diseño instruccional, que es lo que nos permite el más adecuado método para la elaboración de los contenidos de todo material educativo.

Dentro del capítulo III, se da una breve introducción a la tecnología multimedia, enfocándose principalmente a multimedia en computadoras personales compatibles con IBM y el sistema operativo Windows. Se analizan los tipos de programas multimedia, el hardware y el software existentes para el desarrollo de aplicaciones multimedia.



Una breve descripción del contenido del tutorial se expone en el capítulo IV, los fundamentos del ciclo cardíaco en humanos se muestran para dar un panorama acerca de la enorme complejidad del tema en cuestión.

En el capítulo V se muestra cómo se utilizó, para el desarrollo del tutorial, la metodología para el desarrollo de programas conocido como *Rapid Application Development* (RAD) ó Desarrollo Rápido de Aplicaciones. Este método puede lograr que el desarrollador termine el programa en el tiempo estimado con un alto nivel de calidad. Esta metodología se resume en grandes rasgos en lo siguiente:

- **Requerimientos:** definición y delimitación del tema a desarrollar. Esto permite conocer mejor el tema y las ideas de cómo exponerlo de manera más adecuada. De igual forma, es posible determinar el tamaño del proyecto, calcular el esfuerzo necesario para la finalización del proyecto y definir los recursos necesarios para la elaboración de un proyecto de este tipo y tamaño.
- **Planeación y diseño:** diseño de un mapa de nodos, que define la navegación del programa, es decir, la forma en que el usuario podrá moverse dentro del programa. En pocas palabras, es el autómatas del sistema. Se desarrollaron varios autómatas, a diversos niveles de detalle, donde se describe cada nodo del mapa indicando los medios que aparecerán en escena y de qué manera se intercalan.
- **Construcción:** obtención de los medios. En este paso se reúnen todos los medios que intervienen en las escenas: el texto se captura, el sonido se graba, las imágenes se rastrean con un escáner, se elaboran los gráficos, se construyen las animaciones, se graban y editan los vídeos. Al terminar la obtención de los medios, se lleva a cabo la integración, que consiste en reunir y organizar los medios en una aplicación, con un software cuidadosamente elegido especializado para esta tarea.

La validación del sistema se muestra en el capítulo VII que a través de la *entrega evolutiva* fue realizándose en forma paralela al diseño. Gráficamente se observan las ventajas de utilizar este Sistema Tutorial y en una entrevista realizada al profesor (cliente) nos manifiesta que los objetivos planteados para su desarrollo, se alcanzaron satisfactoriamente.

En el VII y último capítulo exponemos las conclusiones que obtuvimos acerca del desempeño del sistema, del método que se utilizó para su desarrollo, acerca del contenido y de su estructura pedagógica; así mismo, de los recursos materiales que se emplearon.

Capítulo I

PLANTEAMIENTO

La fisiología del corazón y en especial el estudio del ciclo cardiaco es uno de los temas más difíciles de exponer en la Facultad de Medicina. Un ciclo cardiaco dura aproximadamente 800 ms, es decir, casi un segundo, sin embargo puede tomar mucho mas tiempo comprenderlo, debido a que su funcionamiento depende de fenómenos eléctricos, hidráulicos y mecánicos.

Muchos de estos fenómenos son susceptibles de ser estudiados con métodos tradicionales sin problema alguno, ya que pueden ser expuestos con la ayuda de esquemas y dibujos fijos, y con ayuda del profesor o de un texto escrito. Pero la dificultad del estudio del ciclo cardiaco radica en que es dinámico: en 800 ms el corazón va sufriendo diversas modificaciones para bombear sangre; en total, pueden definirse nueve etapas. Además, dentro de cada etapa se producen movimientos en diversas partes del corazón. De tal forma, explicar el funcionamiento del corazón humano, se vuelve una tarea bastante difícil.

1.1 Métodos tradicionales

A continuación describimos algunos ejemplos de métodos tradicionales para la exposición del tema del ciclo cardiaco.

Diapositivas con apoyo de un profesor

En este caso el profesor utiliza esquemas hechos por él mismo, o tomados de una publicación, los coloca en diapositivas para ser mostradas en clase. Durante la sesión el profesor explica cada diapositiva, con el fin de describir el movimiento que se da dentro del corazón para completar un ciclo cardíaco.

Sin embargo, este método, puede presentar diversas desventajas:

- El entendimiento del tema depende en gran medida de la capacidad del alumno para imaginar la secuencia completa del ciclo cardíaco en movimiento.
- Para la exposición de diapositivas, acetatos o transparencias, es necesario oscurecer la habitación, lo que puede impedir, en muchas ocasiones que el alumno tome notas, o bien, causar distracción o somnolencia en otros alumnos.

Videos Educativos

El ciclo cardíaco puede ser expuesto con apoyo de un vídeo didáctico del tema. El vídeo es una opción muy buena para la enseñanza del ciclo cardíaco, ya que por lo general, presentará una secuencia animada del ciclo cardíaco, ayudando al estudiante a comprender la forma en que se dan las fases del ciclo, y acelerando la curva de aprendizaje.

Actualmente, las reproductoras de vídeo, nos dan muchas ventajas para apreciar claramente la secuencia animada, como la cámara lenta, que permite disminuir la velocidad de reproducción de la cinta. Además, el profesor puede

reforzar el entendimiento con una explicación suya, o comentarios al margen colocando en pausa el vídeo.

Tal vez, la única desventaja, es que, por lo general, el material en vídeo no es muy abundante. Por lo que, en un principio, para el profesor puede ser difícil localizar el vídeo adecuado, y la dificultad crece, en el momento en que el estudiante intente obtener el vídeo como material de apoyo.

Los Libros

Los libros ocupan un lugar privilegiado en el estudio. Aunque en ocasiones, su costo es muy grande, las bibliotecas son un apoyo importante. Los libros le dan al estudiante una independencia que otros materiales de apoyo no le dan, pues incluso, en un medio de transporte, el libro puede ser consultado.

Sin embargo, en el caso del ciclo cardiaco, el libro tiene la desventaja de carecer de una secuencia animada limitándose a una serie de esquemas, representando las fases del ciclo cardiaco.

1.2 El ciclo cardiaco como un programa multimedia

El ciclo cardiaco también puede ser expuesto como un programa didáctico multimedia, el cual, diseñado y desarrollado de manera adecuada, puede presentar diversas ventajas.

El ciclo cardiaco puede ser representado por una animación generada por computadora, la cual, puede ser reproducida a la velocidad que el usuario desee. Así mismo, puede verla las veces que quiera e incluso puede observarla parcialmente.

La animación puede estar acompañada de gráficas de registro animadas, como por ejemplo, el electrocardiograma, de tal manera que el estudiante pueda observar como coinciden las fases del ciclo, con movimientos en el gráfico del electrocardiograma. De la misma forma pueden ser colocadas otras gráficas como el fonocardiograma, la gráfica de volumen ventricular y registros de presión, gráficas que el futuro medico, utilizará para diagnosticar alguna disfunción cardiaca.

El sonido de un corazón real latiendo en sincronía con la animación, también puede darle otra dimensión a la percepción del estudiante. Además, muchas de las explicaciones dadas con voz refuerzan el aprendizaje.

El programa, puede hacer preguntas al estudiante sobre los temas expuestos y analizando los resultados puede detectar los puntos que no han quedado claros y recomendar que sean repasados.

Todos estos elementos, pueden facilitar el aprendizaje del ciclo cardiaco. Sin embargo, también presentan desventajas, como que el estudiante requiera de una PC con multimedia para poder ver su programa. Sin embargo, ya existen varios laboratorios con computadoras con capacidad multimedia.

Abajo se muestra una tabla que muestra el porcentaje de hogares mexicanos que cuentan con una PC. Como se puede observar, es un porcentaje muy bajo, así que la mayor desventaja de un sistema multimedia en México es su difícil acceso.

Concepto	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Servidores ^a	0.7	1.5	3.2	4.4	11.7	41.7	56.4
Computadoras personales ^b	2.3	2.6	2.9	3.3	3.6	4.4	5.0
^a Computadoras conectadas directamente a la red mundial de sistemas interconectados por cada diez mil habitantes. ^b Computadoras personales por 100 habitantes. FUENTE: SCT. <i>Anuario Estadístico</i> . www.sct.gob.mx (abril de 2003).							

Fecha de actualización: Martes, 03 de Junio de 2003

1.3 Definición del tema

Para el desarrollo del sistema, contamos con un experto en Fisiología del Corazón, la Dra. Irma Zarco que tiene más de treinta años de experiencia en docencia, lo que garantizó que el programa cumpliera con su objetivo didáctico.

El programa quedó organizado en tres módulos principales:

- Fundamentos
- Ciclo Cardíaco
- Aplicaciones

En el módulo de Fundamentos se tratan conocimientos básicos que el estudiante requerirá para conocer el ciclo cardíaco, y que además son elementos importantes para la clínica, como por ejemplo, el estudio del fonocardiograma y la anatomía del corazón. A su vez, estos temas contienen otros conceptos, como flujo laminar, flujo turbulento, resistencia, etcétera. Al final de cada tema el alumno encontrará una evaluación para que pueda examinar el conocimiento adquirido.

En el módulo de Ciclo Cardíaco se explican las nueve fases del ciclo cardíaco y cómo se relacionan con las gráficas de monitores del ciclo, como el electrocardiograma, fonocardiograma, gráficas de presión y volumen. Este módulo está basado completamente en la animación que muestra el ciclo cardíaco completo. Al explicar cada fase se representa solo la fracción de la animación

correspondiente a dicha fase, acompañada de sus gráficas que genera, además de una animación adicional que da una explicación sobre la fase, las nueve fases son :

- Onda P
- Presístole
- Contracción Isovolumétrica
- Protodiástole
- Llenado Rápido
- Llenado Lento
- Vaciamiento Rápido
- Vaciamiento Lento
- Relajación Isométrica

El nivel de interactividad en este módulo, es bajo, ya que se pretende que el estudiante se concentre plenamente en lo que esta exponiéndose y al igual que en Fundamentos, el alumno encontrará al final, una evaluación que lo hará reforzar su conocimiento.

En el módulo de Aplicaciones se trata que el alumno utilice el conocimiento adquirido en las dos primeras partes para comprender las complicaciones de algunas disfunciones cardíacas como los soplos e insuficiencias cardíacas.

FALTA
PAGINA

12

Capítulo II

DISEÑO INSTRUCCIONAL

Actualmente hallamos en el mercado y en las instituciones formadoras, software que se dice “educativo”, que no tiene los fundamentos o la estructura psicopedagógica necesaria para elaborarlo o sustentarlo. El diseño instruccional es el respaldo y columna vertebral que todo software con aplicaciones educativas debe tener. Sin embargo, quienes hacen dicho software a veces no tienen la formación o los conocimientos pedagógicos para desarrollarlo. Podemos usar programas impactantes y atractivos, pero que no cumplen con los requerimientos pedagógicos; en consecuencia, pierden su valor educativo.

Concepto de Diseño Instruccional¹

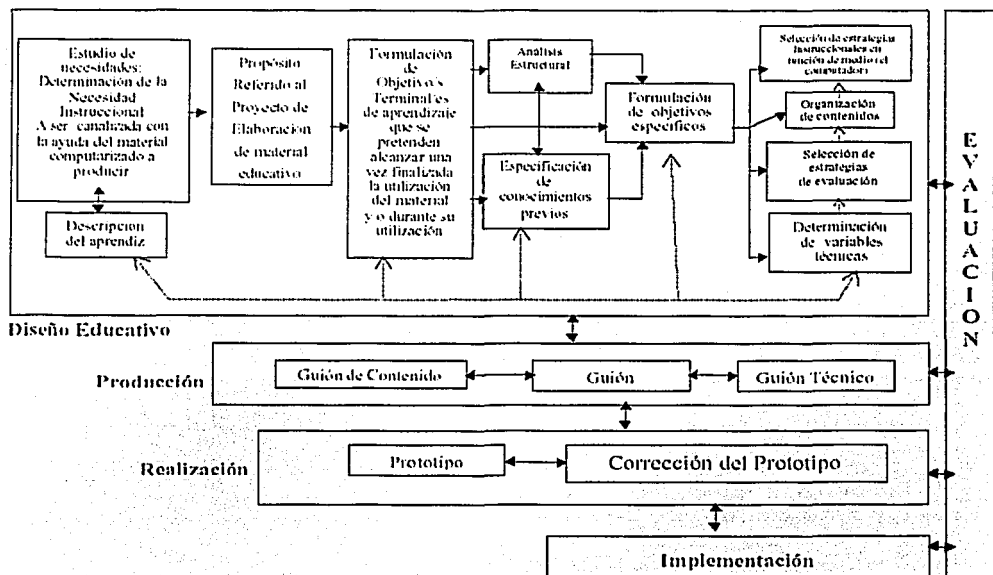
Diseño instruccional, en su definición más sencilla, es un proceso sistemático, planificado y estructurado donde se produce una variedad de materiales educativos adaptados a las necesidades de los educandos, asegurándose así la calidad del aprendizaje.

El Diseño Instruccional se nutre de Ciencias Sociales como la Psicología que estudia la conducta humana a través de teorías conductistas, cognoscitivistas y constructivistas; de las Ciencias de la Ingeniería, como la Teoría de Sistemas; de las Ciencias y Tecnologías del campo de la informática así como del Método Científico.

¹ Tomado de Gloria J. Yukavetsky, experta en diseño instruccional.

Metodología Propuesta

La metodología propuesta se basa en la necesidad de concebir el medio instruccional, es decir, la computadora, como un medio dinámico. Las bondades del poder multimedia de la computadora son tomadas en cuenta para la elaboración del diseño instruccional, soporte del software educativo, desde la primera etapa. La metodología está compuesta por cuatro fases (Diseño Educativo, Producción, Realización e Implementación) y un eje transversal que es la Evaluación. No se requiere la culminación de una fase para pasar a la otra: es posible obtener rápidamente un prototipo que permita hacer validaciones parciales y correcciones de ser requeridas.



Fase 1. Diseño Educativo. Esta fase comprende once etapas que serán descritas a continuación:

- 1.- **Estudio de Necesidades:** A partir de una situación de aprendizaje determinada, se determinan las necesidades, tales como: tiempo a emplear en una actividad o clase, tipo de contenido, actividades de refuerzo, etc.
- 2.- **Descripción del aprendiz:** Es necesario saber cuál es la audiencia potencial para poder seleccionar aspectos relacionados con la cultura, costumbres, edades, estilos de aprendizajes, etc.
- 3.- **Propósito y objetivos referidos al proyecto:** Se refiere a lo que se quiere hacer desde el punto de vista del medio y para qué se quiere hacer.
- 4.- **Formulación de objetivos terminales de aprendizaje:** En esta parte se redactan los objetivos generales y específicos de aprendizaje que se quieran alcanzar con el uso del material.
- 5.- **Análisis estructural:** Se especifican las *habilidades* a desarrollar, se toman en cuenta los atributos básicos de los conceptos que se quieran trabajar.
- 6.- **Especificación de los conocimientos previos:** Las competencias, habilidades y destrezas que debe tener el usuario son los que deben tomarse en cuenta para diseñar el material educativo computarizado.
- 7.- **Formulación de objetivos específicos:** Se procede a formular los objetivos específicos del sistema. Los mismos deben ser lo más sencillo posible, es decir, tienen que redactarse en términos operacionales.
- 8.- **Selección de estrategias instruccionales:** Se definen los eventos de aprendizaje que sean considerados necesarios por el diseñador para lograr los

objetivos propuestos. Se define cómo un determinado contenido va a ser presentado al usuario.

Cuando se diseñan las estrategias instruccionales el diseñador tiene que pensar que está desarrollándolas para implementarlas en un medio que no es estático, sino dinámico. El diseñador tiene toda la libertad y la responsabilidad para aprovechar al máximo las bondades mediáticas del computador.

9.- Contenido (información a presentar): Aquí se debe seleccionar y organizar con cuidado el contenido temático que desea.

10.- Selección de estrategias de evaluación: Se refiere a la selección y/o diseño de estrategias de evaluación de los aprendizajes. Se trata de saber si el usuario ha logrado los objetivos de aprendizaje previstos.

11.- Determinación de variables técnicas: En este caso se especifican aspectos relacionados con metáforas, uso de iconos, botones, fondos, textos, planos, sonidos, vídeos, animaciones, simulaciones, etc.

Fase2. Producción. Esta fase comprende la elaboración de tres tipos de guiones:

a.-Guion de contenido: Se hace un esquema de la descripción de la audiencia, se anota el propósito, se señala el tema, los objetivos específicos de aprendizaje, se decide cuál es la línea de producción, se establece el esquema de navegación y se realiza el diagrama de contenido.

b.- Guion didáctico: Se redacta con un lenguaje sencillo y claro. Se utiliza un vocabulario familiar a la audiencia. Se presenta el contenido ya desarrollado utilizando como soporte las estrategias instruccionales elaboradas. Puede ser asociado a un guión literario.

c.- Guión técnico (Storyboard): es el resultado de la visualización del guión didáctico o libreto. Se nutre de la determinación de las variables técnicas especificadas en la fase anterior. Es importante tomar en cuenta las teorías referidas a la percepción, la importancia del uso del color, sonido, las zonas de comunicación en pantalla, etc.

Fase 3. Realización. Esta fase comprende dos etapas:

a.- Elaboración de prototipo: El primer prototipo es el storyboard. Luego, a partir de este, se diseñan cada una de las pantallas que conformarán el material educativo computarizado. Se hace lo equivalente en la computadora a nivel de pantallas principales, conformando una red de pantallas que permitirán verificar si el producto tiene sentido para satisfacer la necesidad educativa.

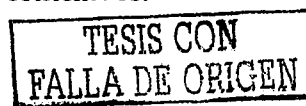
b.- Corrección del prototipo: Se realizan ajustes y revisiones en pro de mejorar el prototipo.

Fase 4. Implementación

Una vez que se dispone de un diseño debidamente documentado se lleva a cabo el diseño computacional. Se especifica el tipo de software y hardware a emplear.

Eje Transversal de Evaluación

La evaluación se debe hacer constantemente. Hay una evaluación continua independientemente de la fase. Esta evaluación se hace en función de los resultados que se van obteniendo durante todo el proceso. Por ejemplo en la fase de diseño educativo se evalúan a nivel de expertos en contenidos.



En el desarrollo de materiales educativos computarizados, es de vital importancia el tiempo y el esfuerzo dedicado en el desarrollo del diseño instruccional. El plan instruccional (diseño educativo) representa la base que orientará la calidad del programa educativo a idear.

Contar con una metodología que permita realizar ajustes permanentes durante todo el proceso de desarrollo del software educativos, facilita la actividad al equipo organizado para la producción de tales materiales.

El software educativo²

Se utilizarán 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 de 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 (EAO), hasta los aun programas experimentales de Enseñanza Inteligente Asistida por Computadora (EIAO), que, utilizando técnicas propias del campo de los Sistemas Expertos y de la Inteligencia Artificial en general y que pretenden imitar la labor tutorial personalizada que realizan los profesores y plantean modelos de representación del conocimiento en consonancia con los procesos cognitivos que desarrollan los alumnos.

En esta definición, se excluyen del software educativo todos los programas de uso general como procesadores de textos, gestores de bases de datos, hojas de cálculo y editores gráficos.

² Dr. Pere Marqués, Universidad Autónoma de Barcelona pmarques@pie.xtec.es

Características Esenciales de los Programas Educativos

Los programas educativos pueden tratar las diferentes materias (matemáticas, idiomas, geografía, dibujo, etc.), de formas muy diversas (a partir de cuestionarios, facilitando una información estructurada a los alumnos, mediante la simulación de fenómenos, entre otros) y ofrecer un entorno de trabajo más o menos sensible a las circunstancias de los alumnos y rico en posibilidades de interacción, pero todos comparten cinco características esenciales:

- a) Son materiales elaborados con una finalidad didáctica, como se desprende de la definición.
- b) Utilizan la computadora como soporte en el que los alumnos realizan las actividades que ellos proponen.
- c) Son interactivos, contestan inmediatamente las acciones de los estudiantes y permiten un diálogo y un intercambio de informaciones entre la computadora y los estudiantes.
- d) 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.
- e) Son fáciles de usar. Los conocimientos informáticos necesarios para utilizar la mayoría de estos programas son similares a los conocimientos de electrónica necesarios para usar un vídeo, es decir, son mínimos, aunque cada programa tiene unas reglas de funcionamiento que es necesario conocer.

Estructura Básica de los Programas Educativos

La mayoría de los programas didácticos, igual que muchos de los programas

informáticos nacidos sin finalidad educativa, tienen tres módulos principales claramente definidos:

- A) El módulo que gestiona la comunicación con el usuario (sistema input/output),
- B) El módulo que contiene debidamente organizados los contenidos informativos del programa (bases de datos) y
- C) El módulo que controla las actuaciones de la computadora y sus respuestas a las acciones de los usuarios (motor).

A) Módulo de comunicación o interfaz

La interfaz es el entorno a través del cual los programas establecen el diálogo con sus usuarios, y es la que posibilita la interactividad característica de estos materiales. Está integrada por dos sistemas:

i) El sistema de comunicación programa-usuario, que facilita la transmisión de informaciones al usuario por parte de la computadora, incluye:

- Las pantallas a través de las cuales los programas presentan información a los usuarios.
- Los informes y las fichas que proporcionen mediante la impresora.
- El empleo de otros periféricos: bocinas, sintetizadores de voz, robots, módems, convertidores digitales-analógicos...

ii) El sistema de comunicación usuario-programa, que facilita la transmisión de información del usuario hacia la computadora, incluye:

- El uso del teclado y el ratón, mediante los cuales los usuarios introducen al computadora un conjunto de órdenes o respuestas que los programas reconocen.
- El empleo de otros periféricos: micrófonos, lectores de fichas, teclados conceptuales, pantallas táctiles, lápices ópticos, módems, lectores de tarjetas, convertidores analógico-digitales, etc.

Con la ayuda de las técnicas de la Inteligencia Artificial y del desarrollo de las tecnologías multimedia, se investiga la elaboración de entornos de comunicación cada vez más intuitivos y capaces de proporcionar un diálogo abierto y próximo al lenguaje natural.

B) Módulo de contenidos informativos (bases de datos)

Las bases de datos contienen la información específica que cada programa presentará a los alumnos. Pueden estar constituidas por:

- i) Modelos de comportamiento, que representan la dinámica de los sistemas.
- ii) Modelos físico-matemáticos, que tienen unas leyes perfectamente determinadas por ecuaciones.
- iii) Modelos no deterministas, regidos por leyes no totalmente deterministas, que son representadas por ecuaciones con variables aleatorias, por grafos y por tablas de comportamiento.
- iv) Datos de tipo texto, información alfanumérica.
- v) Datos gráficos. Las bases de datos pueden estar constituidas por dibujos, fotografías, secuencias de vídeo, etc.

vi) Sonido. Como los programas que permiten componer música, escuchar determinadas composiciones musicales y visionar sus partituras.

C) Módulo de control (motor)

Este módulo, en función de las acciones de los usuarios, gestiona las secuencias en que se presenta la información de las bases de datos y las actividades que pueden realizar los alumnos. Distinguimos varios tipos de algoritmos de control:

- Lineal, cuando la secuencia de las actividades es única.
- Ramificado, cuando están predeterminadas posibles secuencias según las respuestas de los alumnos.
- Tipo entorno, cuando no hay secuencias predeterminadas para el acceso del usuario a la información principal y a las diferentes actividades. El estudiante elige qué ha de hacer y cuándo lo ha de hacer. Este entorno puede ser:
 - Estático, si el usuario sólo puede consultar (y en algunos casos aumentar o disminuir) la información que proporciona el entorno, pero no puede modificar su estructura.
 - Dinámico, si el usuario, además de consultar la información, también puede modificar el estado de los elementos que configuran el entorno.
 - Programable, si a partir de una serie de elementos el usuario puede construir diversos entornos.

- o Instrumental, si ofrece a los usuarios diversos instrumentos para realizar determinados trabajos.
- Tipo sistema experto, cuando el programa tiene un motor de inferencias y, mediante un diálogo inteligente y libre con el alumno (sistemas dialogales), asesora al estudiante o tutoriza inteligentemente el aprendizaje. Su desarrollo está muy ligado con los avances en el campo de la Inteligencia Artificial.

Clasificación de los Programas Didácticos

Los programas educativos, a pesar de tener unos rasgos esenciales básicos y una estructura general común, se presentan con unas características muy diversas: unos aparentan ser un laboratorio o una biblioteca, otros se limitan a ofrecer una función instrumental del tipo máquina de escribir o calculadora, otros se presentan como un juego o como un libro, otros tienen vocación de examen, algunos se presentan como expertos y, la mayoría participan en mayor o menor medida de algunas de estas peculiaridades. Para poner orden en esta disparidad, se han elaborado múltiples tipologías que clasifican los programas didácticos a partir de diferentes criterios. Uno de estos criterios se basa en la consideración del tratamiento de los errores que cometen los estudiantes, distinguiendo:

- Programas tutoriales directivos, que hacen preguntas a los estudiantes y controlan en todo momento su actividad. La computadora adopta el papel de juez poseedor de la verdad y examina al alumno. Se identifican errores cuando la respuesta del alumno está en desacuerdo con la que la computadora tiene como correcta. En los programas más tradicionales el error lleva implícita la noción de fracaso.

- Programas no directivos, en los que la computadora adopta el papel de un laboratorio o instrumento a disposición de la iniciativa de un alumno que pregunta y tiene una libertad de acción sólo limitada por las normas del programa. La computadora no juzga las acciones del alumno, se limita a procesar los datos que éste introduce y a mostrar las consecuencias de sus acciones sobre un entorno. Objetivamente no se producen errores, sólo desacuerdos entre los efectos esperados por el alumno y los efectos reales de sus acciones sobre el entorno. No está implícita la noción de fracaso. El error es sencillamente una hipótesis de trabajo que no se ha verificado y que se debe sustituir por otra. En general, siguen un modelo pedagógico de inspiración cognitivista, potencian el aprendizaje a través de la exploración, favorecen la reflexión y el pensamiento crítico y propician la utilización del método científico.

Otra clasificación interesante de los programas atiende a la posibilidad de modificar los contenidos del programa y distingue entre programas cerrados (que no pueden modificarse) y programas abiertos, que proporcionan un esqueleto, una estructura, sobre la cual los alumnos y los profesores pueden añadir el contenido que les interese. De esta manera se facilita su adecuación a los diversos contextos educativos y permite un mejor tratamiento de la diversidad de los estudiantes.

No obstante, de todas las clasificaciones la que posiblemente proporciona categorías más claras y útiles a los profesores es la que tiene en cuenta el grado de control del programa sobre la actividad de los alumnos y la estructura de su algoritmo, que es la que se presenta a continuación.

Programas Tutoriales

Son programas que en mayor o menor medida dirigen o tutorizan el trabajo de los alumnos. Pretenden que, a partir de unas informaciones y mediante la realización de ciertas actividades previstas de antemano, los estudiantes pongan en

juego determinadas capacidades y aprendan o refuercen unos conocimientos y/o habilidades. Cuando se limitan a proponer ejercicios de refuerzo sin proporcionar explicaciones conceptuales previas se denominan programas tutoriales de ejercitación, como es el caso de los programas de preguntas (drill&practice, test) y de los programas de adiestramiento psicomotor, que desarrollan la coordinación neuromotriz en actividades relacionadas con el dibujo, la escritura y otras habilidades psicomotrices.

En cualquier caso, son programas basados en los planteamientos conductistas de la enseñanza que comparan las respuestas de los alumnos con los patrones que tienen como correctos, guían los aprendizajes de los estudiantes y facilitan la realización de prácticas más o menos rutinarias y su evaluación; en algunos casos una evaluación negativa genera una nueva serie de ejercicios de repaso. A partir de la estructura de su algoritmo, se distinguen cuatro categorías:

- Programas lineales, que presentan al alumno una secuencia de información y/o ejercicios (siempre la misma o determinada aleatoriamente) con independencia de la corrección o incorrección de sus respuestas. Herederos de la enseñanza programada, transforman la computadora en una máquina de enseñar transmisora de conocimientos y adiestradora de habilidades. No obstante, su interactividad resulta pobre y el programa se hace largo de recorrer.
- Programas ramificados, basados inicialmente también en modelos conductistas, siguen recorridos pedagógicos diferentes según el juicio que hace la computadora sobre la corrección de las respuestas de los alumnos o según su decisión de profundizar más en ciertos temas. Ofrecen mayor interacción, más opciones, pero la organización de la materia suele estar menos compartimentada que en los programas lineales y exigen un esfuerzo más grande al alumno. Pertenecen a éste grupo los programas multinivel, que estructuran los contenidos en niveles de dificultad y previenen diversos caminos, y los programas

ramificados con dientes de sierra, que establecen una diferenciación entre los conceptos y las preguntas de profundización, que son opcionales.

- Entornos tutoriales. En general están inspirados en modelos pedagógicos cognitivistas, y proporcionan a los alumnos una serie de herramientas de búsqueda y de proceso de la información que pueden utilizar libremente para construir la respuesta a las preguntas del programa. Este es el caso de los entornos de resolución de problemas, "problem solving", donde los estudiantes conocen parcialmente las informaciones necesarias para su resolución y han de buscar la información que falta y aplicar reglas, leyes y operaciones 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. Sin llegar a estos niveles de análisis de las respuestas, podemos citar como ejemplo de entorno de resolución de problemas el programa MicroLab de Electrónica.
- Sistemas tutoriales expertos, como los Sistemas Tutores Inteligentes (Intelligent Tutoring Systems), que, elaborados con las técnicas de la Inteligencia Artificial y teniendo en cuenta las teorías cognitivas sobre el aprendizaje, tienden a reproducir un diálogo auténtico entre el programa y el estudiante, y pretenden comportarse como lo haría un tutor humano: guían a los alumnos paso a paso en su proceso de aprendizaje, analizan su estilo de aprender y sus errores y proporcionan en cada caso la explicación o ejercicio más conveniente.

Bases de datos

Proporcionan unos datos organizados, en un entorno estático, según determinados criterios, y facilitan su exploración y consulta selectiva. Se pueden

emplear en múltiples actividades como por ejemplo: seleccionar datos relevantes para resolver problemas, analizar y relacionar datos, extraer conclusiones, comprobar hipótesis... Las preguntas que acostumbran a realizar los alumnos son del tipo: ¿Qué características tiene este dato? ¿Qué datos hay con la característica X? ¿Qué datos hay con las características X e Y?

Las bases de datos pueden tener una estructura jerárquica (si existen unos elementos subordinantes de los que dependen otros subordinados, como los organigramas), relacional (si están organizadas mediante unas fichas o registros con una misma estructura y rango) o documental (si utiliza descriptores y su finalidad es almacenar grandes volúmenes de información documental: revistas, periódicos, etc). En cualquier caso, según la forma de acceder a la información se pueden distinguir dos tipos:

- Bases de datos convencionales. Tienen la información almacenada en ficheros, mapas o gráficos, que el usuario puede recorrer según su criterio para recopilar información..

- Bases de datos tipo sistema experto. Son bases de datos muy especializadas que recopilan toda la información existente de un tema concreto y además asesoran al usuario cuando accede buscando determinadas respuestas.

Simuladores

Presentan un modelo o entorno dinámico (generalmente a través de gráficos o animaciones interactivas) y facilitan su exploración y modificación a los alumnos, que pueden realizar aprendizajes inductivos o deductivos mediante la observación y la manipulación de la estructura subyacente; de esta manera pueden descubrir los elementos del modelo, sus interrelaciones, y pueden tomar decisiones y adquirir experiencia directa delante de unas situaciones que frecuentemente resultarían difícilmente accesibles a la realidad (control de una central nuclear, contracción del

tiempo, pilotaje de un avión y otros). También se pueden considerar simulaciones ciertos videojuegos que, al margen de otras consideraciones sobre los valores que incorporan (generalmente no muy positivos) facilitan el desarrollo de los reflejos, la percepción visual y la coordinación psicomotriz en general, además de estimular la capacidad de interpretación y de reacción ante un medio concreto.

En cualquier caso, posibilitan un aprendizaje significativo por descubrimiento y la investigación de los estudiantes/experimentadores puede realizarse en tiempo real o en tiempo acelerado, según el simulador, mediante preguntas del tipo: ¿Qué pasa al modelo si modifico el valor de la variable X? ¿Y si modifico el parámetro Y? Se pueden diferenciar dos tipos de simulador:

a) Modelos físico-matemáticos: Presentan de manera numérica o gráfica una realidad que tiene unas leyes representadas por un sistema de ecuaciones deterministas. Se incluyen aquí los programas-laboratorio, algunos trazadores de funciones y los programas que mediante un convertidor analógico-digital captan datos analógicos de un fenómeno externo a la computadora y presentan en pantalla un modelo del fenómeno estudiado o informaciones y gráficos que van asociados. Estos programas a veces son utilizados por profesores delante de la clase a manera de pizarra electrónica, como demostración o para ilustrar un concepto, facilitando así la transmisión de información a los alumnos, que después podrán repasar el tema interactuando con el programa.

b) Entornos sociales: Presentan una realidad regida por unas leyes no del todo deterministas. Se incluyen aquí los juegos de estrategia y de aventura, que exigen una estrategia cambiante a lo largo del tiempo.

Constructores

Son programas que tienen un entorno programable. Facilitan a los usuarios unos elementos simples con los cuales pueden construir elementos más complejos o entornos. De esta manera potencian el aprendizaje heurístico y, de acuerdo con

las teorías cognitivistas, facilitan a los alumnos la construcción de sus propios aprendizajes, que surgirán a través de la reflexión que realizarán al diseñar programas y comprobar inmediatamente, cuando los ejecuten, la relevancia de sus ideas. El proceso de creación que realiza el alumno genera preguntas del tipo: ¿Qué sucede si añado o elimino el elemento X? Se pueden distinguir dos tipos de constructores:

* Constructores específicos. Ponen a disposición de los estudiantes una serie de mecanismos de actuación (generalmente en forma de órdenes específicas) que les permiten llevar a cabo operaciones de un cierto grado de complejidad mediante la construcción de determinados entornos, modelos o estructuras, y de esta manera avanzan en el conocimiento de una disciplina o entorno específico.

* Lenguajes de programación como Logo, Pascal y BASIC que ofrecen unos "laboratorios simbólicos" en los que se pueden construir un número ilimitado de entornos. Aquí los alumnos se convierten en profesores de la computadora. Además, con las interfaces convenientes, pueden controlar pequeños robots contruidos con componentes convencionales (arquitecturas, motores, etc.), de manera que sus posibilidades educativas se ven ampliadas incluso en campos pre-tecnológicos. Así los alumnos pasan de un manejo abstracto de los conocimientos con la computadora a una manipulación concreta y práctica en un entorno informatizado que facilita la representación y comprensión del espacio y la previsión de los movimientos.

Dentro de este grupo de programas hay que destacar el lenguaje Logo, creado en 1969 por Seymour Papert, que constituye el programa didáctico más utilizado en todo el mundo. Logo es un programa constructor que tiene una doble dimensión:

- Proporciona entornos de exploración donde el alumno puede experimentar y comprobar las consecuencias de sus acciones, de manera que va construyendo un marco de referencia, unos esquemas

de conocimiento, que facilitarán la posterior adquisición de nuevos conocimientos.

- Facilita una actividad formal y compleja, próxima al terreno de la construcción de estrategias de resolución de problemas: la programación. A través de ella los alumnos pueden establecer proyectos, tomar decisiones y evaluar los resultados de sus acciones.

Programas herramienta

Son programas que proporcionan un entorno instrumental con el cual se facilita la realización de ciertos trabajos generales de tratamiento de la información: escribir, organizar, calcular, dibujar, transmitir, captar datos, etc. Aparte de los lenguajes de autor (que también se podrían incluir en el grupo de los programas constructores), los más utilizados son programas de uso general que provienen del mundo laboral y, por tanto, quedan fuera de la definición que se ha dado de software educativo. No obstante, se han elaborado algunas versiones de estos programas "para niños" que limitan sus posibilidades a cambio de una, no siempre clara, mayor facilidad de uso. De hecho, muchas de estas versiones resultan innecesarias, ya que el uso de estos programas cada vez resulta más sencillo y cuando los estudiantes necesitan utilizarlos o su uso les resulta funcional aprenden a manejarlos sin dificultad. Los programas más utilizados de este grupo son:

a) Procesadores de textos. Son programas que, con la ayuda de una impresora, convierten la computadora en una máquina de escribir. En el ámbito educativo debe hacerse una introducción gradual que puede empezar a lo largo de la Enseñanza Primaria, y ha de permitir a los alumnos familiarizarse con el teclado y con la computadora en general, y sustituir parcialmente la libreta de redacciones por un disco (donde almacenarán sus trabajos). Al escribir con los procesadores de textos los estudiantes pueden concentrarse en el contenido de las redacciones y

demás trabajos que tengan encomendados despreocupándose por la caligrafía. Además el corrector ortográfico que suelen incorporar les ayudará a revisar posibles faltas de ortografía antes de entregar el trabajo. Además de este empleo instrumental, los procesadores de textos permiten realizar múltiples actividades didácticas, por ejemplo:

Ordenar párrafos, versos, estrofas.

Insertar frases y completar textos.

Separar dos poemas...

b) Gestores de bases de datos (*DBMS Data Base Management Systems*). Sirven para generar potentes sistemas de archivo ya que permiten almacenar información de manera organizada y posteriormente recuperarla y modificarla. Entre las muchas actividades con valor educativo que se pueden realizar están las siguientes:

Revisar una base de datos ya construida para buscar determinadas informaciones y recuperarlas.

Recoger información, estructurarla y construir una nueva base de datos.

c) Hojas de cálculo. Son programas que convierten la computadora en una versátil y rápida calculadora programable, facilitando la realización de actividades que requieran efectuar muchos cálculos matemáticos. Entre las actividades didácticas que se pueden realizar con las hojas de cálculo están las siguientes:

Aplicar hojas de cálculo ya programadas a la resolución de problemas de diversas asignaturas, evitando así la realización de pesados cálculos y ahorrando un tiempo que se puede dedicar a analizar los resultados de los problemas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Programar una nueva hoja de cálculo, lo que exigirá previamente adquirir un conocimiento preciso del modelo matemático que tiene que utilizar.

d) Editores gráficos. Se emplean desde un punto de vista instrumental para realizar dibujos, portadas para los trabajos, murales, anuncios, etc. Además constituyen un recurso idóneo para desarrollar parte del currículum de Educación Artística: dibujo, composición artística, uso del color, etc.

e) Programas de comunicaciones. Son programas que permiten que computadoras lejanas (si disponen de acceso a una red) se comuniquen entre sí y puedan enviarse mensajes, gráficos, programas, etc. Desde una perspectiva educativa estos sistemas abren un gran abanico de actividades posibles para los alumnos, por ejemplo:

Comunicarse con otros compañeros e intercambiarse información.

Acceder a bases de datos lejanas para buscar determinada información.

f) Programas de experimentación asistida. A través de variados instrumentos y convertidores analógico-digitales, recogen datos sobre el comportamiento de las variables que inciden en determinados fenómenos. Posteriormente con estas informaciones se podrán construir tablas y elaborar representaciones gráficas que representen relaciones significativas entre las variables estudiadas.

g) Lenguajes y sistemas de autor. Son programas que facilitan la elaboración de programas tutoriales a los profesores que no disponen de grandes conocimientos informáticos. Utilizan unas pocas instrucciones básicas que se pueden aprender en pocas sesiones. Algunos incluso permiten controlar vídeos y dan facilidades para crear gráficos y efectos musicales, de manera que pueden generar aplicaciones multimedia. Algunos de los más utilizados en entornos PC han sido: Pilot, Private Tutor, Top Class, Link Way y Question Mark.

Funciones del Software Educativo

Los programas didácticos, cuando se aplican a la realidad educativa, realizan las funciones básicas propias de los medios didácticos en general y además, en algunos casos, según la forma de uso que determina el profesor, pueden proporcionar funcionalidades específicas.

Por otra parte, como ocurre con otros productos de la actual tecnología educativa, no se puede afirmar que el software educativo por sí mismo sea bueno o malo, todo dependerá del uso que de él se haga, de la manera cómo se utilice en cada situación concreta. En última instancia su funcionalidad y las ventajas e inconvenientes que pueda comportar su uso serán el resultado de las características del material, de su adecuación al contexto educativo al que se aplica y de la manera en que el profesor organice su utilización.

Funciones que pueden realizar los programas

a) Función informativa. La mayoría de los programas a través de sus actividades presentan unos contenidos que proporcionan una información estructuradora de la realidad a los estudiantes. Como todos los medios didácticos, estos materiales representan la realidad y la ordenan.

Los programas tutoriales, los simuladores y, especialmente, las bases de datos, son los programas que realizan más marcadamente una función informativa.

b) Función instructiva. Todos los programas educativos orientan y regulan el aprendizaje de los estudiantes ya que, explícita o implícitamente, promueven determinadas actuaciones de los mismos encaminadas a facilitar el logro de unos objetivos educativos específicos. Además condicionan el tipo de aprendizaje que se realiza pues, por ejemplo, pueden disponer un tratamiento global de la información (propio de los medios audiovisuales) o a un tratamiento secuencial (propio de los textos escritos).

Con todo, si bien la computadora actúa en general como mediador en la construcción del conocimiento y el metaconocimiento de los estudiantes, son los programas tutoriales los que realizan de manera más explícita esta función instructiva, ya que dirigen las actividades de los estudiantes en función de sus respuestas y progresos.

c) Función motivadora. Generalmente los estudiantes se sienten atraídos e interesados por todo el software educativo, ya que los programas suelen incluir elementos para captar la atención de los alumnos, mantener su interés y, cuando sea necesario, enfocarlo hacia los aspectos más importantes de las actividades. Por lo tanto la función motivadora es una de las más características de este tipo de materiales didácticos, y resulta extremadamente útil para los profesores.

d) Función evaluadora. La interactividad propia de estos materiales, que les permite responder inmediatamente a las respuestas y acciones de los estudiantes, les hace especialmente adecuados para evaluar el trabajo que se va realizando con ellos. Esta evaluación puede ser de dos tipos:

- Implícita, cuando el estudiante detecta sus errores, se evalúa, a partir de las respuestas que le da la computadora.
- Explícita, cuando el programa presenta informes valorando la actuación del alumno. Este tipo de evaluación sólo la realizan los programas que disponen de módulos específicos de evaluación.

e) Función investigadora. Los programas no directivos, especialmente las bases de datos, simuladores y programas constructores, ofrecen a los estudiantes interesantes entornos donde investigar: buscar determinadas informaciones, cambiar los valores de las variables de un sistema, etc. Además, tanto estos programas como los programas herramienta, pueden proporcionar a los profesores

y estudiantes instrumentos de gran utilidad para el desarrollo de trabajos de investigación que se realicen básicamente al margen de las computadoras.

f) Función expresiva. Dado que las computadoras son unas máquinas capaces de procesar los símbolos mediante los cuales las personas representamos nuestros conocimientos y nos comunicamos, sus posibilidades como instrumento expresivo son muy amplias. Desde el ámbito de la informática que estamos tratando, el software educativo, los estudiantes se expresan y se comunican con la computadora y con otros compañeros a través de las actividades de los programas y, especialmente, cuando utilizan lenguajes de programación, procesadores de textos, editores de gráficos, etc.

Otro aspecto a considerar al respecto es que las computadoras no suelen admitir la ambigüedad en sus "diálogos" con los estudiantes, de manera que los alumnos se ven obligados a cuidar más la precisión de sus mensajes.

g) Función metalingüística. Mediante el uso de los sistemas operativos (MS/DOS, WINDOWS) y los lenguajes de programación (BASIC y Logo, entre otros) los estudiantes pueden aprender los lenguajes propios de la informática.

h) Función lúdica. Trabajar con los computadores realizando actividades educativas es una labor que a menudo tiene unas connotaciones lúdicas y festivas para los estudiantes. Además, algunos programas refuerzan su atractivo mediante la inclusión de determinados elementos lúdicos, con lo que potencian aún más esta función.

i) Función innovadora. Aunque no siempre sus planteamientos pedagógicos resulten innovadores, los programas educativos se pueden considerar materiales didácticos con esta función ya que utilizan una tecnología recientemente incorporada a los centros educativos y, en general, suelen permitir muy diversas formas de uso. Esta versatilidad abre amplias posibilidades de experimentación didáctica e innovación educativa en el aula.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capítulo III

SISTEMAS MULTIMEDIA

Sistemas Multimedia son sistemas computacionales, que reúnen al menos tres de los cinco medios de los que es capaz de procesar una computadora. Además un aspecto importante es la interactividad con el usuario.

Los cinco medios son:

- Texto.
- Sonido.
- Imágenes y gráficos.
- Vídeo.
- Animación.

Texto

El texto es el medio más común en una computadora, y es una de las formas más sencillas de que la computadora intercambie información con el usuario.

El texto es obtenido de la captura directa de un teclado, o bien, con la ayuda de un escáner y un software de reconocimiento de texto (OCR *Optical Character Recognition*), o incluso con un micrófono y un software de reconocimiento de voz.

El texto puede tener diversas propiedades como: color, tamaño, color de fondo, tipo de letra, y puede tener formatos diversos como negritas, subrayados, tachados, etcétera. El texto organizado como párrafo, también es susceptible de aplicarle características especiales como una barra de desplazamiento (*scroll*) para desplegar más texto dentro de un mismo espacio.

Sonido

El sonido puede ser generado por la computadora, obtenido por un dispositivo auxiliar controlado por la computadora, digitalizado y almacenado en un archivo, o bien ejecutado a partir de las instrucciones de un archivo.

Un ejemplo de sonido generado por la computadora, es el "beep" emitido por el altavoz de la PC, los sonidos generados por el altavoz son limitados, ya que son el resultado de la vibración de la bocina a una frecuencia durante un cierto tiempo, es decir, el altavoz es un dispositivo de un bit, que recibe un tren de pulsos, y el periodo de este tren de pulsos, así como el tiempo que dura, es controlado por un programa.

El sonido, también puede provenir de un dispositivo auxiliar, como por ejemplo un disco compacto o un DVD, y el programa puede definir en qué momento y qué pista (*track*) ejecutar.

En el caso del sonido digitalizado, este es grabado a través de un convertidor análogo - digital integrado en una tarjeta de audio. La tarjeta va tomando muestras del sonido, y las muestras son almacenadas en palabras de bits. La calidad de la grabación depende de la frecuencia de muestreo y del tamaño de la palabra, entre más frecuencia y mayor número de bits en la palabra, mayor calidad, pero también, se requerirá mayor espacio para su almacenamiento.

Algunas tarjetas de sonido pueden simular diversos instrumentos musicales, y requieren de un archivo de instrucciones que contenga notas musicales, tiempos y silencios, y la tarjeta tocará la música, a esto se le conoce como MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*), de igual manera hay instrumentos musicales con conector MIDI, que permiten la conexión con la PC, desde la cual se pueden controlar.

Imágenes y gráficos

Estos medios, al igual que el sonido, pueden tener diversos orígenes. Las imágenes desplegadas pueden ser fotos rastreadas en un escáner, el cual asigna un valor a cada punto, dependiendo de su color y posición, de manera que después la computadora pueda desplegar la imagen a partir de esta información.

Las gráficas pueden ser generadas con base en series numéricas, que pueden representarse en una amplia gama de estilos como gráficos de barras, de pastel, de área, etcétera.

Las imágenes pueden ser creadas en un software de edición de imágenes, en donde podemos encontrar mapas de bits, donde la figura se va formando cambiando los colores de cada punto de la pantalla. Otro tipo es la vectorial, donde todas las formas son vectores, y en el archivo se almacenan coordenadas y no pixeles.

Las cámaras fotográficas digitales también son origen de imágenes, algunas cámaras utilizan un cable serial, USB (*Universal Serial Bus*), discos flexibles u otros medios de almacenamiento para transmitir la imagen a la computadora.

Vídeo

Para la captura de vídeo, se utilizan tarjetas de vídeo con convertidores análogo a digital y digital a análogo, estas tarjetas tienen entradas de sonido y vídeo, así como salidas, donde es factible conectar vídeo cámaras, reproductoras de vídeo y otro tipo de auxiliares.

La tarjeta va tomando muestras o cuadros de la secuencia de vídeo. De la frecuencia de estas muestras depende la calidad del vídeo digitalizado, pero a mayor frecuencia, se aumenta considerablemente el espacio necesario en disco duro para almacenar el vídeo. El vídeo es el medio que ocupa más espacio en

megabytes, por lo que es muy importante utilizar software de compresión de acuerdo con las características del video, y de la calidad que se requiere. Por ejemplo, un video demasiado comprimido resultaría en un video muy poco nítido y colores poco fieles.

El video, sin embargo, no siempre tiene que ser almacenado, también puede ser incluido en una aplicación multimedia con ayuda de una reproductora de video indexada. El video, en este caso, se mantiene en un medio analógico como un videocasete o DVD. El programa multimedia enviará instrucciones a la reproductora indexada para que reproduzca la sección deseada de video y la imagen se desplegará en el monitor en el tamaño y posición que el programador de la aplicación haya definido. Los resultados obtenidos son muy buenos, ya que la imagen es muy clara aún en tiempo real, pero el utilizar video indexado es factible solo en presentaciones o en kioscos fijos, porque se requiere una reproductora de video indexada conectada a la computadora.

El video también puede ser captado por una antena conectada a una tarjeta de recepción de T.V., de manera que el usuario puede recibir la señal de su canal favorito en una ventana de su monitor. Esto puede tener aplicaciones dentro de los programas educativos, por ejemplo, si la aplicación detecta un horario determinado, podría sintonizar un programa de T.V. Por supuesto, esto requiere que la PC tenga una tarjeta de video con capacidad de recepción de T.V. Este tipo de aplicación es recomendable usarla en kioscos, ya que incluso en presentaciones se podría tener problemas con la recepción dentro de auditorios, debido a la interferencia de equipo de sonido, micrófonos, bocinas, luces y otros aparatos.

El video también puede provenir de pequeñas cámaras conectadas a un puerto de la PC, estas cámaras están diseñadas para videoconferencia, por lo que la calidad obtenida no es muy buena, pero es una forma rápida y barata de obtener video digital.

Animaciones

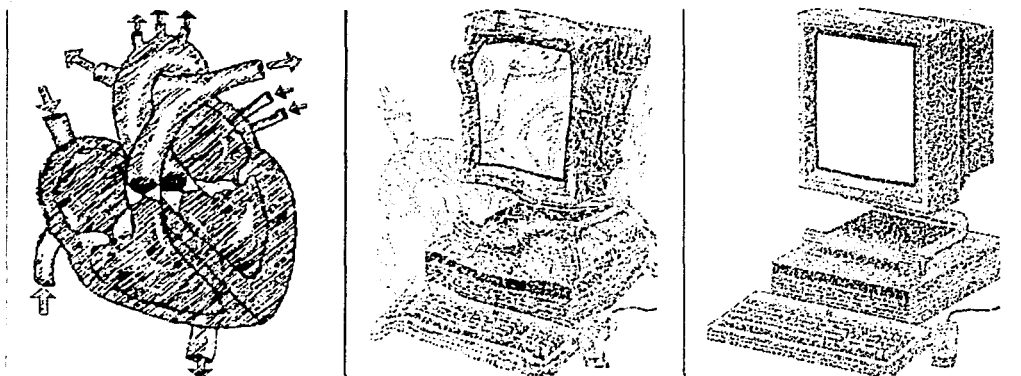
La animación por computadora es uno de los medios más útiles en los programas multimedia, ya que pueden representar los fenómenos físicos simplificados en movimiento, dándole una idea más clara al alumno.

La animación por computadora puede ser generada de diferentes maneras, y se debe elegir la adecuada antes de comenzar la animación.

La animación cuadro a cuadro, es la presentación de mapas de bits en una secuencia, dando la ilusión de movimiento. En este tipo de animaciones el proceso puede ser o no muy largo dependiendo del software y de la pericia de la persona que diseñe la animación. Algunos programas para realizar animación cuadro a cuadro tienen *rendering*, con lo que presentan ventajas enormes, como por ejemplo, colocar solo una imagen inicial y una imagen final, y el programa genera los cuadros intermedios, o definir rutas que seguirá la imagen a través del escenario. Otras herramientas son el cambio de tamaño de las imágenes, haciendo parecer que se acercan o se alejan de acuerdo al ajuste de tamaño.

Algunos programas generan animaciones cuadro a cuadro, a partir de una imagen inicial y una imagen final, en donde se definen puntos de control, a esta técnica se le llama *morph*, es decir una transformación, pues la imagen final puede ser muy diferente de la inicial, por ejemplo una persona en la imagen inicial y en la final una mesa. La colocación de los puntos de control será lo único en lo que se preocupará el diseñador de la animación, pues debe elegir los puntos para que la transición de imágenes sea de manera estética. La ausencia de puntos de control generaría simplemente un efecto de desvanecimiento entre dos imágenes; por dar un ejemplo, en el caso del hombre y la mesa, los puntos de control pueden definir que el contorno de los brazos y las piernas, se conviertan en las cuatro patas de la mesa, por tanto el resultado final dependerá de la colocación estratégica de los puntos de control.





Una variación de la animación *morph*, es la animación *Warp*, en donde una imagen es dividida por puntos de control colocados en una rejilla, al mover los puntos de control la imagen se distorsiona, por ejemplo en una imagen de un rostro, se pueden agrandar los ojos, y luego llevar a cabo la animación teniendo la imagen original como la inicial y la imagen deformada como la final, el resultado es una animación realista en donde se agrandan los ojos a una proporción caricaturesca.

La animación cuadro a cuadro, puede ser también una labor muy ardua, ya que para animar algunas situaciones, no quedará más remedio que realizar el dibujo de cada cuadro, es decir, prácticamente llevar a cabo un dibujo animado. La mayoría de los programas de animación cuadro a cuadro, permiten copiar la celda anterior en la siguiente, con el fin de realizar los cambios sobre la nueva celda, este tipo de animación requiere de una mayor labor y de una habilidad especial en el creador de la animación.

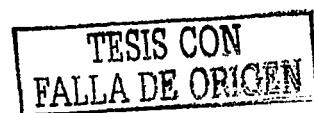
La animación basada en vectores explota la ilusión de la tercera dimensión. Este tipo de software ayuda al programador a generar animaciones a partir de modelos construidos con figuras geométricas, que pueden girar o moverse dentro

de un espacio definido. Los modelos pueden ser en dos dimensiones o tridimensionales. Este tipo de animación incorpora el uso de luces para dar el efecto de sombras y brillos a las figuras. Las luces pueden ser *spots* u omnidireccionales: las luces *spots* iluminan un área del modelo en específico, mientras que una luz omnidireccional ilumina toda la escena. Las luces también tienen capacidad de movimiento, por lo que las sombras y brillos se pueden modificar a lo largo de la animación.



El concepto de una cámara también se incorpora a este tipo de animaciones. La cámara puede ser el punto de vista del usuario final, lográndose así acercamientos espectaculares. Por ejemplo, imaginemos una escena en donde aparece un texto tridimensional y la cámara se acerca rápidamente a él, lo atraviesa y le da la vuelta, el resultado final puede parecer una animación realmente sofisticada, pero sólo se trata de una serie de modelos formando el letrero que deseamos, una iluminación adecuada y una cámara en movimiento. Nótese que el único elemento en movimiento es la cámara y es así como se da la ilusión del agrandamiento del letrero. Otro elemento que le da un terminado a la animación son las texturas, estas le dan un toque de realismo a la escena, haciendo parecer que los modelos son de un material, de acuerdo al color o la textura utilizada.

2.2 Interfaz de Usuario



Cualquier dispositivo creado por el hombre para un fin específico requiere de una interfaz de usuario, para poder tener una interacción con él. Por ejemplo, en las lavadoras, debemos definir ciertos parámetros para el tipo de ropa que queremos lavar; en un horno de microondas establecemos el tiempo durante el cual queremos calentar un alimento; de esta manera, estamos rodeados de interfaces de

usuario en muchos aparatos. En una televisión, la interfaz de usuario puede variar de una a otra, para cambiar de canal, modificar el brillo y contraste, y a veces toma tiempo aprender a utilizarla.

El éxito de una interfaz de usuario, podría ser medido por la facilidad con que el usuario puede aprender a manejarla; las interfaces deben ser intuitivas, manteniéndose dentro de un rango de interfaces precedentes. Por ejemplo, en hornos de diferentes marcas, encontraremos botones de funciones comunes, como <<Tiempo>>, <<Inicio>>, <<Parar>>. Esto permite que un usuario, sin haber usado nunca un horno de la marca X, pueda utilizarlo, ya que alguna vez utilizó uno de la marca Y.

En las computadoras, una de las interfaces más exitosas, es la interfaz del sistema operativo de la Macintosh, desarrollado por Xerox; la compañía Xerox estableció lineamientos a seguir a los programadores de software, para que todos los programas desarrollados para la Macintosh siguieran las mismas convenciones, como por ejemplo, la combinación de las teclas de control *Apple* y la letra C, significa la ejecución del comando copiar, en cualquier programa de Macintosh, no importa si es un procesador de texto, hoja de cálculo o un programa de edición de imágenes. En la PC, en un principio esto era uno de los más grandes problemas, pues cada compañía de software tenía sus propias convenciones para los comandos comunes.

Con la aparición de Windows, como el entorno operativo más utilizado en la PC, los fabricantes de software empezaron a crear interfaces de usuarios que seguían los lineamientos de Windows, y con interfaces parecidas, aún así, es necesario el uso de un manual de usuario en algunos programas.

En los programas multimedia, los fabricantes de software deben procurar el tener una interfaz totalmente intuitiva, y evitar el uso de manuales de usuario, pues estos programas serán utilizados por personas muy diversas, no solo por personas relacionadas con el cómputo.

Tipos de interfaz de usuario en un programa multimedia

La interfaz de usuario en un programa multimedia, es aquella en la que se le presentan al usuario las opciones de selección y se le solicita entradas; estas entradas harán reaccionar al programa para ejecutar alguna tarea determinada, y presentar los resultados al usuario. En general, una interfaz de usuario para un programa multimedia, puede ser clasificada de dos maneras, las que tienen apariencia de una aplicación de computadora y las que no.

La elección del tipo de interfaz depende directamente del público al que va dirigido el programa. En el caso de que el programa esté dirigido al público en general, la interfaz no deberá tener elementos de un programa de computadora, como menús, combos, ya que estos elementos pueden hacer parecer complejo su uso; en cambio, si el programa se dirige a personas acostumbradas al uso de la computadora, este tipo de interfaz no lo intimidará e incluso se sentirá cómodo.

La interfaz que no tenga relación con la computadora, es aconsejable que presente una sola opción a la vez, como la televisión, ya que es una interfaz a la que está acostumbrada la mayoría de la gente. Esto hará que el usuario no pierda atención en su uso y se concentre en el contenido.

La manera de comprobar qué tan eficaz es nuestra interfaz, es la observación directa del usuario, lo cual dejará ver si el programa en efecto es fácil de usar o no, y la elaboración de preguntas que el usuario se haría. Debemos recordar, que la interfaz en muchas ocasiones, es tan importante como el contenido del programa.

Para el desarrollo de una interfaz multimedia, se deben seguir los siguientes principios de diseño:

- Simplicidad

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Consistencia
- Metáforas
- El usuario debe tener el control
- Respuesta inmediata al usuario

La **simplicidad** es un elemento muy importante, tratando de evitar que el usuario se preocupe por el comportamiento de la aplicación; su uso debe ser natural y obvio.

La **consistencia** se refiere a que todos los módulos del programa deben funcionar de la misma manera. Por ejemplo, si el icono de imprimir está en la esquina superior derecha en un módulo, en el siguiente módulo, el icono de impresión debe estar en el mismo lugar, y debe ser el mismo icono. De esta manera, si el usuario aprende a manejar un módulo, podrá utilizar cualquier otro.

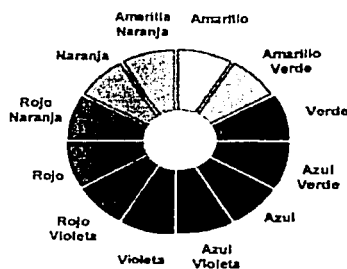
El uso de **metáforas**, es una herramienta poderosa y puede resolver muchos problemas de interfaz. La metáfora consiste en presentar al usuario una imagen con la que esté familiarizado en la realidad. Como por ejemplo, si el programa permite el almacenamiento de una agenda, la interfaz se puede diseñar como una agenda dibujada en la pantalla, o en el caso de un programa de dibujo, colocar una goma para borrar, y un lápiz para dibujar líneas.



La **programación** debe estar dirigida por eventos, es decir, la secuencia del programa estará definida por la interacción del usuario con el programa. El usuario es el que debe tener el control y es quien decidirá hacia a dónde ir y qué es lo que quiere hacer. El programa nunca debe realizar una acción que el usuario no espere.

La **respuesta inmediata** a alguna selección es importante. En algunas ocasiones el tiempo de proceso de una acción puede hacer parecer que el programa no ha respondido a la petición del usuario, por lo que se debe diseñar el programa, para dar la sensación de una velocidad aparente, como por ejemplo poner mensajes de que la elección ha sido aceptada.

El uso de los colores en la aplicación también es importante. Se deben utilizar los colores primarios para resaltar la información más importante, mientras que el fondo y los elementos de navegación deben estar en colores secundarios, aunque para el fondo se recomienda el uso de colores terciarios para no cansar la vista del usuario. A continuación se presenta el círculo cromático y una breve descripción.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Colores Primarios: son desde los cuales se crean todos los otros. Estos son: rojo, azul y amarillo. Estos y los que resultan de su mezcla forman el círculo cromático.

Colores Secundarios: se hacen sobre la base de una mezcla en partes iguales de cualquiera de dos colores primarios. Mezclando rojo y amarillo se logra el naranja; mezclando rojo y azul, violeta y mezclando azul y amarillo, verde.

Colores Terciarios o Complementarios: Los colores restantes en el círculo son conocidos como terciarios o complementarios y resultan de mezclar primarios y secundarios. Estos colores son: rojo violáceo, amarillo verdoso, amarillo anaranjado y rojo anaranjado.

2.3 Tipos de aplicaciones multimedia

Los programas multimedia pueden ser clasificados de dos maneras, de acuerdo con su objetivo y por su nivel de interacción. Por su objetivo los programas multimedia pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- a) **Aplicaciones corporativas:** Son programas que representan la automatización de procesos industriales, o datos corporativos.
- b) **Aplicaciones educativas:** Este tipo de aplicaciones se enfocan a la enseñanza de algún tópico, o adiestramiento en alguna actividad.
- c) **Aplicaciones de entretenimiento:** En esta categoría están los video juegos, programas de entretenimiento, museos digitales.
- d) **Aplicaciones para servicios de información:** Este tipo de aplicación, tiene como objetivo la difusión de información, comúnmente los podemos encontrar en centros comerciales, aeropuertos, restaurantes, etc.

Por el nivel de interacción, las aplicaciones multimedia pueden ser clasificadas independientemente de su objetivo, como:

A) **Historias electrónicas:** Una historia electrónica es una presentación secuencial de información con diapositivas, en donde el usuario solamente puede avanzar en un sentido, los medios presentados son sencillos, y comúnmente es utilizada para exposiciones o presentaciones en auditorios, donde es una herramienta auxiliar al expositor, o bien presenta de manera resumida una información. Su tamaño no es muy grande, pues sus gráficos y animaciones son sencillas, para facilitar la rápida presentación de los datos.

B) **Presentaciones interactivas:** Las presentaciones interactivas son aplicaciones en donde el flujo del programa depende del usuario. Su diseño esta basado en una estructura de árbol, en donde cada nodo representa una pantalla a presentar, los nodos están conectados entre si por funciones activadas por el usuario. Su tamaño sigue permitiendo que la aplicación sea fácil de transportar. Actualmente el CD-ROM es uno de los medios de almacenamiento más comunes para portar una aplicación de este tipo.

Kioskos: Estas aplicaciones están diseñadas para funcionar en una estación fija o kiosko, por lo que la compatibilidad con varios equipos y tamaño de la aplicación no es un problema. Estos programas funcionan en un hardware colocado en específico para la aplicación, y con los requerimientos propios para su buen funcionamiento. Los kioskos pueden ser espacios públicos, que presentan información en general en centros comerciales, o pueden ser estaciones de conocimiento, que presentan información para instruir al usuario en algún tópico, estos son encontrados en museos, universidades o como apoyo para capacitación en la industria.

2.4 Plataformas de desarrollo

Existen tres tipos de plataformas principales dentro de las computadoras personales:

Amiga de Commodore. Esta plataforma optimiza el uso del video digital, dando excelentes resultados.

Macintosh es tal vez la mejor plataforma para multimedia, ya que fue creada y diseñada pensando en que fuera una plataforma multimedia. Incluso las primeras Macintosh y las más básicas, consideraban el sonido digital como parte de su tarjeta madre.

La computadora personal compatible con IBM, es una plataforma que originalmente no es multimedia, pero por su bajo precio, y tecnología abierta, se volvió indiscutiblemente la plataforma más utilizada en México. Por esta razón, el presente trabajo se enfoca a esta plataforma.

La PC, es una plataforma que con el paso de los años ha tratado de mejorar su tecnología para permitirle el uso óptimo de elementos multimedia, aunque un freno importante ha sido la compatibilidad hacia atrás, sin embargo, los fabricantes de hardware se han liberado un poco de este freno, debido a que han reducido sus costos, por lo que más gente tiene acceso a tecnología nueva a precios razonables.

La importancia de la multimedia se deja ver en las tendencias de los fabricantes líderes de hardware, Intel fabricó un procesador, con un set de instrucciones extendido para multimedia acelerando las aplicaciones multimedia. A partir de la aparición de estos procesadores, otros fabricantes producen procesadores con las mismas características, y los fabricantes de software diseñan productos en específico para este procesador, dejando fuera a procesadores que no lo tengan, o bien, presentan la advertencia de que el funcionamiento no será igual. Desde entonces todos los procesadores presentan facilidades para multimedia.

De esta manera, los requerimientos de hardware que se requieren para una aplicación multimedia varían de acuerdo al programa y al nivel de necesidad del usuario, pero en general, podemos listar una serie de elementos que una PC multimedia (MPC) puede tener.

El procesador: El desarrollo de los procesadores para PC's se ha acelerado enormemente en los últimos años. De esta manera en un periodo muy corto hemos visto pasar en el caso de Intel, del 486, al Pentium. En paralelo al Pentium, aparecen el 586 y 686 de AMD, en poco tiempo aparece Pentium Pro, pero tiene poco éxito, pero el futuro de los procesadores se define con la aparición del Pentium MMX. A partir de ese momento, todos los procesadores se producen con las características MMX, después evoluciona a Pentium II, Pentium III y Pentium IV, alcanzando velocidades que antes no eran imaginables, como los 3 Ghz. Para aplicaciones multimedia es recomendable un procesador con tecnología MMX.

Memoria RAM: Los entornos operativos actuales, requieren de mucha memoria RAM para su operación y funcionamiento óptimos. La memoria RAM es uno de los elementos que determinan el desempeño de la computadora, ya que los programas podrán usar esta memoria, en lugar de la llamada memoria virtual. Cuando un programa detecta que ya no hay memoria disponible utiliza parte del disco duro como memoria RAM, pero la memoria RAM siempre es más rápida que un disco duro. Un requerimiento mínimo de memoria es de 128 MB, aunque una cantidad recomendable es de 256 MB. Sólo aplicaciones especializadas en tratamiento de imágenes, o de video podrían requerir el uso de más de 256 MB.

El monitor: Los monitores de acuerdo a las resoluciones que pueden soportar, se clasifican como Super VGA o Ultra VGA, existiendo en el mercado otras variaciones. Algunos monitores ya tienen como parte de su hardware un sistema de bocinas y micrófono, emulando los monitores AV (Audio visual) de Macintosh. Incluso hay algunos que incorporan una video cámara digital, lo que permite la videoconferencia. Un monitor Super VGA permitirá desplegar casi cualquier aplicación multimedia. El tamaño del monitor depende del gusto, necesidad y presupuesto del usuario. Los monitores más recientes son los LCD (Liquid Crystal Display) cuyas principales ventajas son el tamaño, nitidez y peso; aunque en precio no son tan accesibles todavía.

Tarjeta de Video: Las tarjetas de video, definen la resolución que se desplegará, y la cantidad de memoria de video determina el número de colores que se pueden lograr. Para una aplicación multimedia, una tarjeta Super VGA, con 32 MB de Video RAM, sería lo mínimo requerido, pero algunas aplicaciones podrían requerirle la capacidad de millones de colores o True Color, por lo que lo recomendable es 64 Mb de video RAM. La tecnología de video más reciente es AGP (Accelerated Graphics Port).

Tarjeta de sonido: Las tarjetas de sonido, son hardware adicional en la PC que permiten el uso de elementos de sonido en la PC. Son convertidores análogo-digitales y digitales-análogos, que convierten la señal análoga en un archivo de computadora, y también llevan a cabo el proceso inverso. La calidad de la grabación esta definida por el número de bits, en los que se almacenan las muestras digitales. Una tarjeta de sonido mínima para una aplicación multimedia promedio es de 32 bits, y una recomendable es de 64 bits.

El disco duro u otros medios de almacenamiento: Uno de los elementos comunes en las aplicaciones multimedia, es el requerimiento de mucho espacio para almacenarse, por lo que un disco duro con al menos 40 GB de espacio, se requerirá para que el software multimedia pueda coexistir con otro software sin afectar el funcionamiento de la computadora. Aunque muchas aplicaciones, funcionan en CD-ROM, o DVD, directamente, sin requerir de una instalación completa en el disco duro. Por lo que, una unidad de CD-ROM con una velocidad mínima de 24X es necesaria para el uso de aplicaciones multimedia.

Módem: El módem, se ha vuelto una parte muy importante en una computadora, muchos programas multimedia pueden contener ligas a sitios web relacionados con el tema que tratan, una velocidad de transmisión aceptable es 33 Kbps, pero se podría recomendar un módem de 56 Kbps, aunque hay proveedores de Internet que ofrecen servicio en líneas domésticas de ADSL (Assymetric Digital Subscriber Line) con velocidades desde 128 Kbps en envío y 256 Kbps en recepción y hasta 512 Kbps en envío y 2048 Kbps en recepción.

Hardware para programador: Hay hardware que el usuario del programa no va a requerir, pero muy probablemente el programador sí:

- Tarjeta de captura de video. La tarjeta de video es un convertidor, de la señal NTSC a digital y de digital a señal NTSC, (NTSC es el estándar americano para el video).
- Tarjeta de sonido
- El escáner es un dispositivo que permite la digitalización de fotografías, imágenes y texto, dejándolos en un formato que la computadora pueda interpretar.
- Una unidad quemadora de CD's, si el programador pretende distribuir su aplicación en CD.

A continuación, presentamos una tabla con las características mínimas de la computadora del usuario y la del programador.

	Especificaciones para el Programador de aplicaciones	Especificaciones para el Usuario
Monitor	Ultra VGA	Super VGA
Tarjeta de Video	Super VGA 64 MB VRAM	Super VGA 32 MB VRAM
Memoria RAM	264 MB	64 MB
Disco Duro	40 Gb	20 Gb
CD-ROM	24x	24x
Tarjeta de Audio	32 bits	16 bits
Tarjeta de captura de video	Sí	No es necesaria

Procesador	Pentium III 500Mhz	Pentium II 450 Mhz
Escáner	Sí	No es necesario
Cámara de video	Sí	Sólo si requiere video conferencia, si es este el caso es suficiente con una cámara pequeña con conexión a puerto paralelo o USB
Módem	56 Kbps	33Kbps a 56 Kbps

Es necesario aclarar que las características presentadas no son generales, ya que dependen de las necesidades que requiera la aplicación a desarrollar, y en el caso del usuario, las características puestas son las mínimas, de ahí se puede partir hacia adelante dependiendo del presupuesto.

2.5 Software para el programador

El Software que utilizará el programador debe ser elegido con mucho cuidado, pues será uno de los factores que afectarán el desarrollo de toda la aplicación. Es probable que cierto software sea el mejor para el desarrollo de una aplicación, pero no lo sea para otra. También se debe pensar en la computadora del usuario final, la capacidad que tendrá, el sistema operativo que utilizará.

El software de desarrollo se puede clasificar como:

- Software de creación.
- Software de edición.
- Software de integración.

Software de creación

El software de creación es aquel que le auxilia al programador para la creación de los elementos utilizados en el programa. Como ejemplos de este software están los procesadores de texto, que permiten capturar el texto utilizado en el programa, los programas de edición de dibujo que permiten al programador o al diseñador gráfico a crear las ilustraciones para utilizarse en el sistema, como Paint, los programas para creación de animaciones, como 3D-Studio, Corel Move, o Animator.

Software de edición

El software de edición es aquel que permite la modificación de elementos obtenidos ya previamente, como por ejemplo una imagen puede ser digitalizada mediante un escáner y ser editada en un programa de edición como Photo Paint o PhotoShop, o un segmento de sonido, puede ser limpiado de ruido o ser amplificado con un editor de sonido como Cool-Edit o Sound Forge.

Software de Integración

El software de integración es utilizado en el momento de tener todos los elementos. Con el software de integración se reunirán estos elementos dentro de un programa, en el que los medios serán llamados de acuerdo a las necesidades de la aplicación.

El software de integración puede ser un lenguaje de propósito general como Basic, C, Pascal o Java, o un programa de autoraje creado específicamente para multimedia.

Los programas de autoraje, permiten crear aplicaciones multimedia rápidamente, ya que sus instrucciones y funciones están diseñadas especialmente para el uso de multimedia. Sin embargo, el lograr niveles de abstracción más grandes podría ser complicado, como el acceso a bases de datos, o cálculos matemáticos o estadísticos. Pero siempre será posible la utilización de más de un lenguaje, como por ejemplo, el uso de un programa de autoraje, dejando las partes complicadas a una DLL construida en un lenguaje de propósito general.

Al decidir sobre un lenguaje de autoraje, es necesario considerar el tipo de programa ejecutable que éste creará. Por ejemplo, hay programas de autoraje que crean programas ejecutables que requieren de una o más librerías de runtime, es decir, que para poder distribuir el programa es necesario también distribuir las librerías. El sistema operativo en el que se ejecutará el programa es muy importante también; por ejemplo si el programa correrá en computadoras con Windows 98, entonces no podrá compilarse como una aplicación para Windows XP ni viceversa.

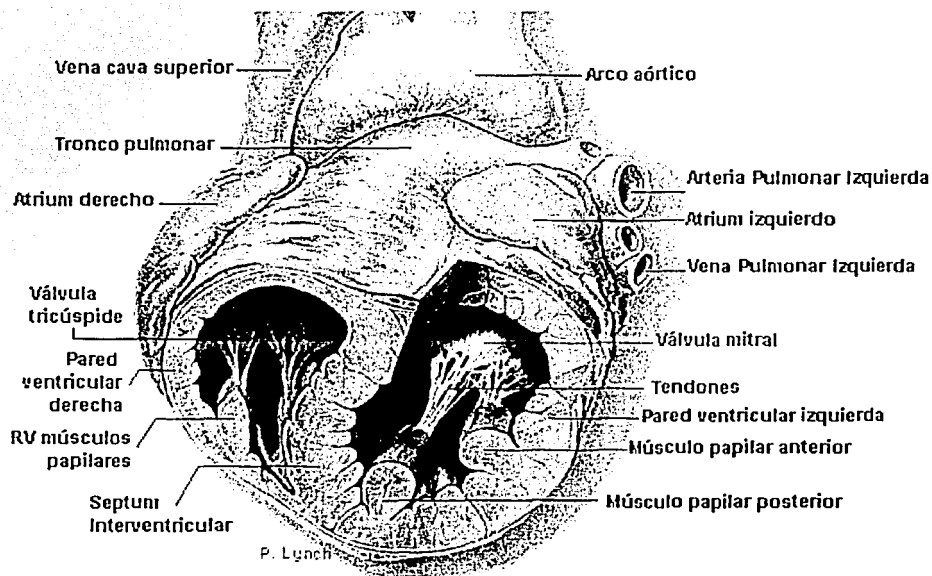
Hay programas de autoraje que permiten la compilación en diversas plataformas, es decir, el programa puede compilarse como un programa ejecutable para PC, o como una aplicación de Macintosh.

Capítulo IV

NOCIONES DEL CICLO CARDIACO

4.1 Introducción

En el siglo XV o XVI llegó Leonardo Da Vinci a la conclusión de que el corazón no era un cuerpo muscular hueco; pero en 1628 el médico inglés William Harvey descubrió algo revolucionario: que el corazón es el centro de un circuito sanguíneo cerrado. Desde aquel momento se han perfeccionado los conocimientos sobre la función del corazón como bomba sanguínea y por tanto distribuidora de los productos alimenticios y metabólicos.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Funcionamiento del corazón

78 contracciones por minuto, 112,320 al día, 41 millones al año: esta es, en síntesis, la actividad del más dinámico sistema del cuerpo humano y nuestra vida depende precisamente de su dinamismo.

El corazón cumple básicamente la función de una bomba. Cuando ésta se contrae (sístole ventricular) la sangre contenida en los ventrículos es expulsada con una presión muy elevada, que se puede comparar diciendo que sería suficiente para llevar agua al quinto piso de una casa, entrando en la arteria pulmonar (desde el ventrículo derecho). Cuando se relaja (sístole ventricular) la sangre, desde las venas cavas, llega a la aurícula derecha, y desde las venas pulmonares, a la aurícula izquierda. A cada contracción auricular, 100 centímetros cúbicos de sangre salen de la aurícula derecha y otros tantos de la izquierda. La sangre expulsada por la aurícula derecha pasa al ventrículo derecho y de allí a la arteria pulmonar, alcanzando los pulmones, donde, al pasar a los capilares pulmonares, entra en contacto con el aire que respiramos. Es precisamente a este nivel donde se produce el fenómeno más importante de la circulación sanguínea: la oxigenación de la sangre.

El músculo cardíaco adulto tiene aproximadamente el tamaño del puño de un hombre –alrededor de 8 cm. de ancho, 6 cm. de profundidad y 13 cm. de largo– y pesa únicamente 300 gramos. Dos terceras partes del mismo se sitúan a la izquierda de la línea media del pecho, completamente rodeado por los lóbulos pulmonares y descansando sobre el diafragma. Aunque normalmente nos imaginamos al corazón como un órgano unitario, no se encuentra aislado en la caja torácica. Una bolsa cardíaca le proporciona anclajes al esternón y al diafragma mediante uniones de tejido conjuntivo. Al mismo tiempo, esta bolsa le sirve de envoltorio y membrana protectora.

El corazón se compone de tres capas. La gruesa capa muscular del centro, el verdadero músculo cardíaco, está tapizada por dentro y por fuera. En su parte exterior por una fina pielcilla de tejido conjuntivo; por dentro, por otra igualmente delgada que ocupa el espacio interior hueco. Este divide al corazón en cuatro partes: dos pequeñas aurículas que sirven como habitáculo receptor de la circulación sanguínea, y las dos cámaras cardíacas situadas detrás, que actúan como potentes bombas. La sangre sigue siempre el mismo camino: la mitad derecha del corazón la transporta a los pulmones, desde donde regresa enriquecida con oxígeno; la izquierda distribuye el oxígeno recibido y los productos alimenticios hasta los últimos rincones del cuerpo. La sangre utilizada regresa entonces a la mitad cardíaca derecha y vuelve a ser impulsada en un proceso circulatorio de continua renovación de su contenido en oxígeno.

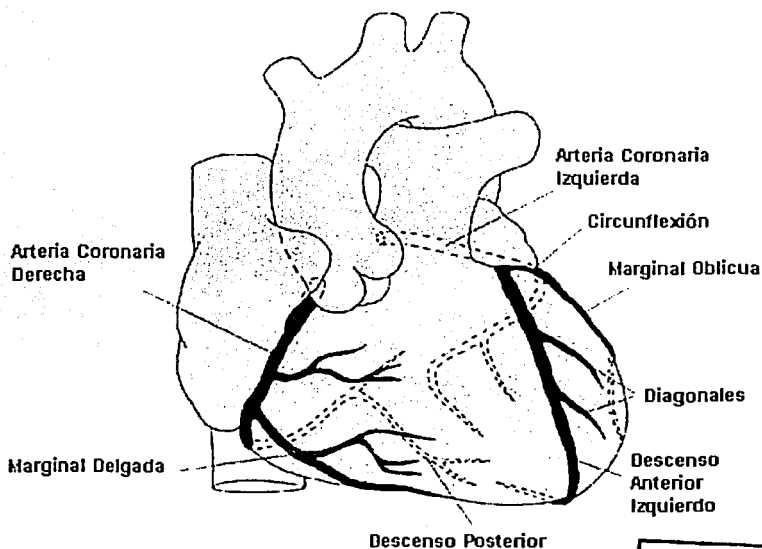
La fuerza del músculo cardíaco se demuestra en el recorrido de este circuito. La pared de la cámara izquierda tiene un grosor uniforme de 1.5 cm., ya que debe soportar una enorme presión para enviar la sangre hasta la punta de los dedos. La cámara derecha, que abastece tan solo a los pulmones, soporta mucha menos presión y tiene en consecuencia únicamente 0.5 cm. de masa muscular. El bombeo o latido cardíaco se produce cada vez que las potentes paredes se contraen bruscamente.

Como las capas musculares de las paredes están ordenadas en forma de espiral, remueven la sangre con cada contracción a través del corazón, en una primera oleada desde la aurícula al ventrículo y en una segunda, desde los ventrículos hasta las grandes arterias. Cuatro estructuras fibrosas, fuertes y resistentes, las válvulas cardíacas, se abren y cierran según las necesidades y se ocupan de que la sangre fluya siempre en la dirección correcta.

El corazón funciona siempre de modo rítmico merced a sus propios centros nerviosos de excitación. El proceso se origina en el nodo sinusal, situado en la aurícula derecha; éste trabaja de modo automático, aunque no sin control. Su instancia superior es el cerebro, que a través de los sensores del centro regulador

del corazón, puede proporcionar el ritmo natural y permitir, por ejemplo, el latido más rápido del corazón. Cada contracción muscular producida por el nodo sinusal o sístole va seguida de una relajación muscular que conduce a una diástole. Estos movimientos continuos configuran el ciclo cardiaco con una duración de tres cuartos de segundo. En la contracción de las aurículas transcurren solamente 0,08 segundos; en la de los ventrículos 0,32 segundos. La contracción conjunta de los músculos ventriculares es tan potente y rápida que el impulso resultante produce en los primeros 0,06 segundos una reacción. Además, el corazón se comprime cada vez, se aplana y se gira aproximadamente un cuarto de vuelta.

Arterias Coronarias del Corazón



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

La segunda mitad de cada ciclo está ocupada por la fase de relajación. En este tiempo relativamente largo descansa el corazón. Aunque tan solo unos pocos minutos de parada significarían la muerte, el corazón se puede regenerar incluso después de cada latido, en medio del trabajo más duro. En este equilibrio

perfecto entre esfuerzo y pausa se basa el vigor de su funcionamiento a lo largo de la vida. Si se pudiera añadir más tiempo a la diástole se aumentaría la vida de una persona de 70 años ¡hasta 35 años más!

Pese a todo existen fronteras definidas incluso para la musculatura cardíaca más fuerte. Éstas no dependen tanto del motor cardíaco como del sistema de vasos sanguíneos que utiliza para su propio abastecimiento. Un músculo tan activo tiene unas exigencias metabólicas muy elevadas, por lo que el corazón emplea del 5 al 10% de cada latido en las arterias coronarias, que lo rodean en forma de corona. Los vasos venosos transportan la sangre utilizada de vuelta. De este modo, la circulación más corta del cuerpo transporta cada día alrededor de 520 litros de sangre a través del corazón.

Las nueve fases del ciclo cardíaco

Aunque no se define una fase inicial y una final, tradicionalmente su estudio se presenta de la siguiente forma:

a) Onda P. Es el período de 90 ms en el cual se despolariza el nodo senoauricular y su activación se propaga por las 2 aurículas. Las válvulas tricúspide y mitral permanecen abiertas permitiendo el paso de la sangre hacia los ventrículos. Las válvulas sigmoideas están cerradas debido a que la presión en las arterias aorta y pulmonares es mayor y la sangre llena los repliegues pulmonares. La presión en todas las cavidades cardíacas es de 0 mm/Hg porque todo el músculo está relajado. Esta ausencia de presión permite que la sangre venosa del cuerpo regrese a las cavidades derechas y la sangre oxigenada en los pulmones entre a las cavidades izquierdas.

b) Presístole. Después de la Onda P de activación eléctrica de las aurículas, éstas se contraen durante 110 ms. En esta fase se registra en el electrocardiograma el espacio PQ, el inicio de la onda R en el cual la despolarización alcanza al nodo auriculoventricular y se transmite por el Haz de His hacia los ventrículos. Durante

la contracción auricular la presión aumenta de 3 a 5 mm/Hg, la cual es mayor que la de los ventrículos que continúan relajados y reciben otros 16 ml de sangre que completa los 80 ml de llenado en el reposo. Tomando en cuenta los 50 ml de sangre que quedaban al inicio de la diástole en el ventrículo, da un total de 130 ml, lo que se conoce como volumen diastólico final. Las válvulas aurícula-ventriculares siguen abiertas debido al empuje de la presión auricular. Las válvulas sigmoideas permanecen cerradas porque la presión en la aorta y en la pulmonar llena de sangre los repliegues valvulares. En el fonocardiograma se registra el cuarto ruido cardíaco debido a las vibraciones producidas por la contracción de las aurículas. Este ruido se aprecia con facilidad en los atletas y en los sujetos con hipertensión arterial.

c) Contracción Isométrica. Después de las ondas QRS del electrocardiograma se inicia la contracción ventricular que dura 50 ms. Tan pronto como se sobrepasa la presión auricular, las válvulas auriculoventriculares se desplazan hacia arriba y cierran el paso de la sangre. En este momento se genera el primer ruido cardíaco que dura de 50 a 100 ms vibrando de 30 a 100 ciclos por segundo. Las válvulas sigmoideas continúan cerradas pues la presión ventricular aún es más baja que la de las arterias aorta y pulmonar. Como todas las válvulas están cerradas no entra ni sale sangre a los ventrículos y por eso esta fase se denomina *contracción isométrica*. Al final de esta fase la fuerza del ventrículo izquierdo sobre la sangre ocasiona que la presión siga aumentando hasta 80 mm/Hg. Esta presión causa el abombamiento de las válvulas auriculoventriculares que da como resultado la onda C en la curva de presión auricular.

d) Vaciamiento Lento. Esta fase ocurre durante el silencio menor; se inicia en el momento en el cual las válvulas sigmoideas se abren debido a que la presión intraventricular izquierda sobrepasa la presión aórtica que es de 80 mm/Hg. Como el músculo se sigue contrayendo, la presión aumenta hasta 120 mm/Hg. En el electrocardiograma podemos apreciar el segmento ST y el inicio de la onda T. Las válvulas auriculoventriculares o de entrada permanecen cerradas mientras que las válvulas sigmoideas o de salida se mantienen abiertas. 50 ml de sangre son

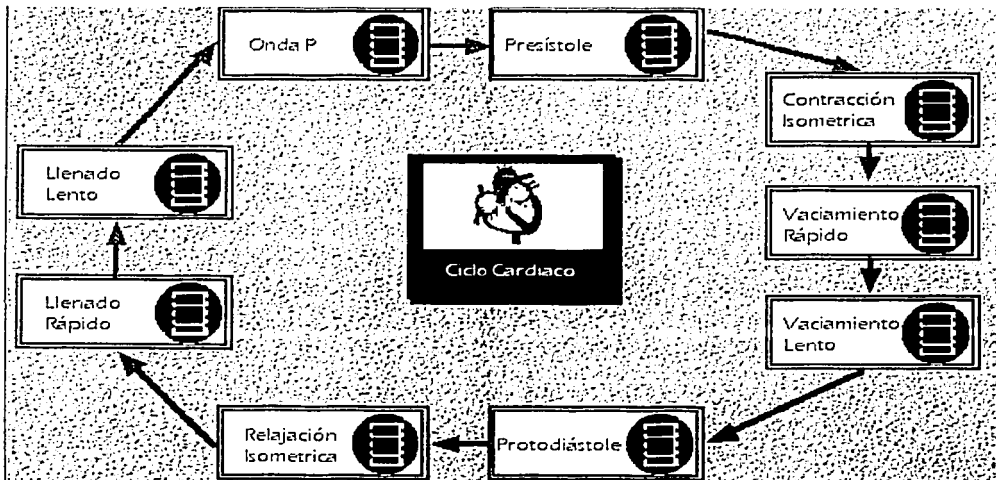
expulsados hacia las arterias en 90 ms, observándose en la gráfica de volumen ventricular un descenso de 130 a 80 ml. En el registro auricular parece aumentar la presión a causa de los cambios de posición de los ventrículos durante la contracción.

e) Protodiástole. Esta fase dura 40 ms y coincide con el final de la onda T que se observa en un electrocardiograma. Las válvulas de entrada continúan cerradas y las válvulas de salida persisten abiertas. No sale más sangre porque ya no hay diferencia entre las presiones de los ventrículos y las arterias. Tampoco se registran cambios de volumen ventricular ni ruidos cardiacos.

f) Relajación Isométrica. Observamos esta fase por 80 ms en donde las válvulas tricúspide y mitral continúan cerradas registrándose en el electrocardiograma el segmento TP. El músculo ventricular repolarizado se relaja y la presión ventricular descende bruscamente hasta 4 ó 5 mm/Hg. En cuanto la presión ventricular es menor que la aórtica de 80 mm/Hg, la sangre arteriar tiende a regresar, lo que se registra como una incisura dicrótica en las curvas de presión aórtica. En consecuencia, los sacos valvulares sigmoideos se llenan de sangre produciéndose el cierre de dichas válvulas. Las vibraciones producidas constituyen el segundo ruido cardíaco, el cual es de 100 ondas por segundo durante 25 á 50 ms. Como las válvulas de entrada y salida están cerradas el volumen ventricular no cambia.

g) Llenado Rápido. La inactividad eléctrica en el electrocardiograma permite que el músculo se relaje y las sarcómeras se alarguen. La presión intraventricular descende a 0 mm/Hg durante los 110 ms que dura la fase de llenado rápido. En cuanto la presión intraventricular se reduce a menos de 4 mm/Hg las válvulas auriculoventriculares se abren en tanto que las válvulas sigmoideas permanecen cerradas. Observamos que la sangre entra rápidamente debido a que ésta se había acumulado en las aurículas, mostrándose un brusco ascenso de por lo menos 48 ml de sangre en la curva de volumen ventricular. En ocasiones el paso rápido de la sangre a través de las válvulas auriculoventriculares suele producir turbulencias, las cuales forman el tercer ruido cardíaco durante esta fase.

h) Llenado Lento. Esta fase dura 190 ms, de los cuales 90 ms comprenden la despolarización de la aurícula, que se registra en el electrocardiograma como la onda P, la cual se presentó por separado en el módulo inicial. La presión ventricular se mantiene en 0 mm/Hg porque el músculo ventricular permanece inactivo. Mientras tanto, entran 16 ml de sangre a los ventrículos de modo que el aumento de volumen ventricular se observa más lento. En esta fase no se registran ruidos cardíacos, presentándose únicamente el silencio mayor. Cuando el llenado ventricular se alarga podemos identificar un notable aumento en el retorno de sangre venosa.



Capítulo V

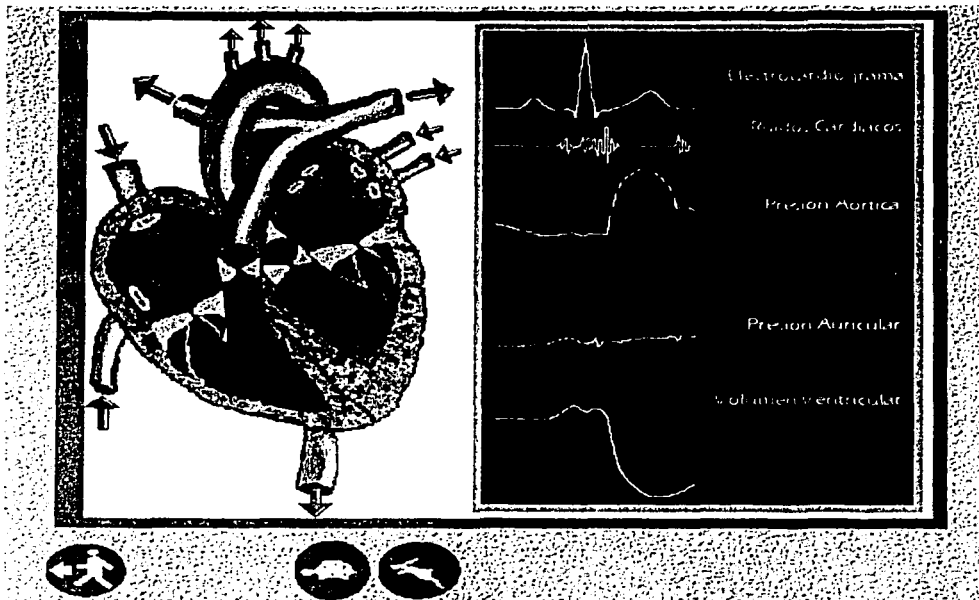
DESARROLLO DEL SISTEMA

Especificación del Sistema

El tutorial del Ciclo Cardíaco pretende ser una herramienta más de aprendizaje para el estudiante de segundo año de la carrera de medicina. La materia de Fisiología, como parte del plan de estudios de la Facultad de Medicina, es una de las materias con mayor complejidad y que requieren del estudiante más tiempo de estudio. La Fisiología estudia actividades tan básicas como la reproducción, el crecimiento, el metabolismo, la respiración, la excitación y la contracción, en cuanto que se llevan a cabo dentro de las estructuras de las células, los tejidos, los órganos y los sistemas orgánicos del cuerpo.

La materia de Fisiología, en el plan de estudios de la Facultad de Medicina, comprende 69 temas a revisar en un año escolar, y el Ciclo Cardíaco es uno de estos temas.

Para el estudio del Corazón, es necesario analizar las 9 fases del ciclo cardíaco así como aprender a escuchar el corazón, el cual produce dos sonidos en cada ciclo del latido. El primer tono es sordo, y está causado por la vibración de las válvulas auriculoventriculares y por la contracción de las fibras musculares ventriculares. El segundo tono es más agudo y se debe al cierre repentino de las válvulas aórticas y pulmonares. En las enfermedades cardíacas estos ruidos regulares pueden ser reemplazados o estar acompañados por soplos, originados por el paso violento de la sangre a través de orificios o válvulas anómalas. La identificación de dichos soplos tiene gran importancia para el diagnóstico.



El sistema tutorial está diseñado para que el alumno recorra cada una de las fases del ciclo cardiaco y tenga una experiencia interactiva que le permita complementar su aprendizaje. El audio, animación y texto son piezas fundamentales que logran dicho objetivo.

Cada fase está compuesta por una animación con su respectivo audio y texto. El estudiante tiene la oportunidad de analizar una fase y volverla a estudiar cuantas veces lo considere necesario. Y al final, el alumno podrá medir su conocimiento, sometiéndose a una serie de preguntas.

Debido a que el corazón es una bomba, un producto multimedia encaja perfectamente en el desarrollo de este tutorial debido a la posibilidad de representar el movimiento de la sangre, así como de todas las partes del corazón que se requiere en cada fase para hacer el aprendizaje del estudiante lo más real y dinámico posible.

El sistema esta compuesto de una Definición, una Introducción y las nueve fases del Ciclo Cardiaco:

Onda P

Presístole

Contracción Isovolumétrica

Protodiástole

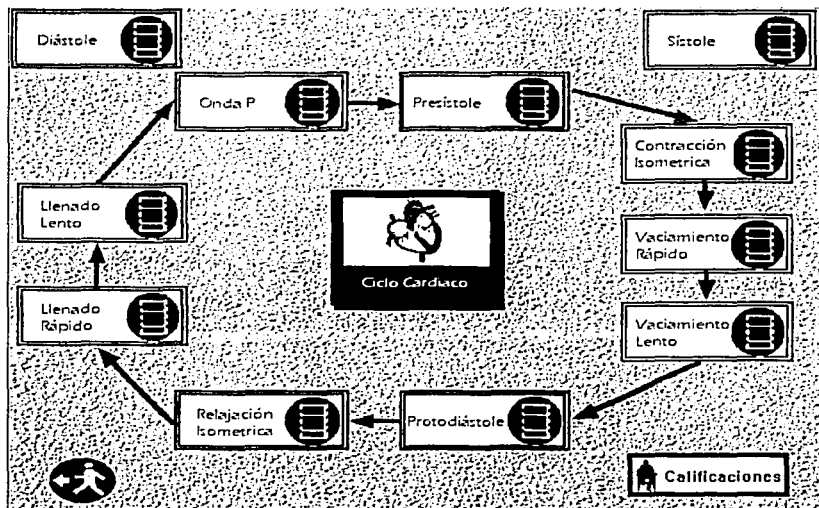
Llenado Rápido

Llenado Lento

Vaciamiento Rápido

Vaciamiento Lento

Relajación Isométrica



También durante el programa, se tiene la oportunidad de regresar a cualquier otra fase o módulo, por medio de un botón de regreso. El tutorial ofrece

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

una navegación sencilla y amigable que va introduciendo o llevando de la mano al usuario.

El tiempo estimado de revisión del tutorial es de 45 minutos.

Cómo se hace un producto Multimedia con este método.

El método RAD (Desarrollo Rápido de Aplicaciones) consiste en:

1. Evitar errores
2. Aplicar las bases del desarrollo
3. Gestionar riesgos para evitar trabajar más de lo necesario
4. Aplicar un método orientado a la planificación: Entrega evolutiva

En el primer punto que sugiere el método se identificaron los errores clásicos a fin de evitarlos:

Prevención de errores relacionados con las personas:

- Prevención de expectativas poco realistas. Se interactuó con el profesor de la materia a fin de establecer las especificaciones reales o de común acuerdo. Se lograron acuerdos sobre el material que se incluiría en el programa y del alcance de cada módulo.
- Participación del usuario. Se involucró en las revisiones a estudiantes y a otras personas relacionadas con el campo de la medicina. En la entrega de cada módulo se pedía a usuarios ajenos al desarrollo que evaluaran el producto. Esto nos permitía mejorar la interfaz, así como identificar errores en la programación o la información.

Prevención de errores relacionados con el proceso:

- Evitar una planificación excesivamente optimista. Se inició con una planificación realista, pero se añadieron nuevas especificaciones al proyecto, que en poco tiempo lo complicaron excesivamente, lo cual nos llevó a

establecer un control de especificaciones para volver a la planificación realista.

- Evitar la gestión de riesgos insuficiente. El principal riesgo era perder el control de especificaciones, por lo que se optó por poner por escrito la lista de los requerimientos, y limitarnos a éstos para el desarrollo.
- Evitar la planificación insuficiente. Se asignaron los recursos apropiados de acuerdo con el tamaño del sistema, creando un plan para aplicar esos recursos y luego controlando y dirigiendo los recursos para impedir que el proyecto se desviara.
- Evitar la pérdida de tiempo en un inicio difuso. En primera instancia la reunión de requerimientos quedaba poco clara, por consiguiente se implementaron dos o más reuniones hasta que quedaran bien establecidos los requerimientos. Llegamos a la conclusión de que lo óptimo era una junta inicial de requerimientos, la elaboración de modelos en papel posteriores a esta junta y llevar a cabo una segunda junta de requerimientos.
- Evitar el diseño inadecuado. Se crearon especificaciones mínimas como por ejemplo cuadernos y prototipos de interfaz de usuario.
- Garantizar el control de calidad. Aplicación de etapas de revisión. Se definió que las revisiones se harían en dos ocasiones, dejando para otra versión mejoras que pudieran modificar el programa en su estructura general.
- Evitar la programación a destajo. Se invirtió tiempo en la planificación.
- Incluir todas las tareas necesarias en la estimación. En base a los resultados obtenidos en cada fase se fue aproximando cada vez más a una buena estimación.

Prevención de errores relacionados con el producto:

- Se limitó el tamaño y alcance del proyecto.
- Se tomó el control de las especificaciones.

Y en cuanto a la prevención de errores relacionados con la tecnología:

- Se escogieron las herramientas que más beneficios aportaban al desarrollo del proyecto, considerando también sus limitantes.
- Evitar cambiar de herramientas a mitad del proyecto. Se quiso probar con una herramienta secundaria para el audio; por fortuna se logró dominar la herramienta en un tiempo breve.

Bases de gestión

Estimación y planificación.- Con base en el guión se creaban las escenas requeridas en cada módulo y se podía estimar el tamaño por módulo. Por ejemplo, en el módulo de vaciamiento lento el guión consta de cuatro párrafos; cada párrafo emplea captura y edición de audio, selección de imágenes, diseño y elaboración de una animación. Planificación.- En un día se efectuaba la reunión de requerimientos y se planificaban las actividades a realizar.

Seguimiento.- El profesor (Dra. Zarco) supervisaba los avances en cada etapa y se detectaban los errores.

Medidas.- El tiempo de recabar información, de elaborar cada módulo, así como las revisiones por parte del cliente y su aprobación fueron las pautas para el desarrollo.

Bases técnicas

Gestión de requerimientos.- El contacto constante con el cliente permitió reunir los requerimientos y se llevó un control de cambios para cada módulo, con sus respectivos respaldos.

Diseño.- Se emplearon conceptos fundamentales como la modularidad y las estructuras de datos básicas, y enfoques de diseño estándar como la reutilización.

Construcción.- Al momento de construir el programa en AuthorWare se detectaban y corregían los errores en variables, ciclos y enlaces.

Gestión de la configuración del software.- Se documentaban los cambios del proyecto en AuthorWare.

Bases del control de calidad

Módulos propensos a errores.- De acuerdo con la planificación y con base en el diseño se elaboraron los módulos sin errores de funcionamiento.

Prueba.- Antes de la entrega del módulo se realizaban las comprobaciones al sistema por los mismos desarrolladores y por un usuario externo.

Revisiones técnicas

Reuniones.- Se hacían reuniones para verificar que el módulo estaba funcionando y siendo desarrollado de acuerdo con el diseño.

Lectura del código.- El código se revisaba conforme al diseño, para detectar errores de operación.

Inspecciones.- El mismo desarrollador inspeccionaba el programa hasta liberarlo de errores.

Seguir las instrucciones.- Se fue siguiendo el método de Desarrollo Rápido de Aplicaciones.

Gestión de riesgos.

Estimación de riesgos.

Identificación de riesgos.- Se consideraron los siguientes riesgos:

Pérdida de imágenes u otros archivos.

Cambios en los requerimientos.

Planificaciones demasiado optimistas.

Acceso limitado a instalaciones por paro estudiantil.

No coincidir en horarios para las reuniones.

Que el proyecto fuera creciendo con más módulos.

Análisis de riesgos.- Se consideraba el impacto en tiempo de cada uno de los riesgos antes mencionados, pues significaban retrasos.

Priorización de riesgos.- El riesgo más impactante estuvo en los Cambios de requerimientos.

Control de riesgos.- Dedicar más tiempo a los requerimientos para que no tuviesen cambios. Y limitar el crecimiento del proyecto para una esta versión.

Fundamentos del desarrollo rápido

Tipo de desarrollo rápido.- Se determinó que lo más necesario era el aumento de velocidad.

Posibilidad de terminar a tiempo.- El desarrollo del proyecto inicial se llevó a cabo en la zona de desarrollo eficiente y se terminó a tiempo. Pero a medida que el proyecto se extendió no se vislumbraba una fecha de término.

Percepción y realidad.- Se hizo tangible el progreso del proyecto pues incluso antes de concluirlo se estuvo mostrando en Congresos y a grupos de alumnos.

Distribución del tiempo empleado.- Aún en el inicio difuso se empleó el tiempo en la elaboración de material como el dibujo del corazón, el cual fue la base para todo el proyecto.

Equilibrio de factores de la velocidad de desarrollo.- Estuvieron bien equilibrados la planificación, el costo y el producto. Donde este último se permitió controlar.

Patrón típico de mejora de la planificación.- Se aprendió a definir los objetivos de modo más realista y se aprendió a desarrollar software con más rapidez (cada vez más, cada vez mejor).

Estructura del tutorial

En el diagrama 1 se presenta el esquema general del sistema tutorial multimedia del ciclo cardíaco. Esencialmente el programa muestra tres temas principales: Fundamentos, Ciclo Cardíaco y Aplicaciones.

En el diagrama 2 se muestra el módulo de Fundamentos.

El diagrama 3 define la estructura del módulo de Aplicaciones.

El diagrama 4 expone el tema principal: el Ciclo Cardíaco, que consta de una introducción, que a su vez se divide en nueve partes; la explicación de la Diástole y de la Sístole. Y de las nueve fases del ciclo cardíaco.

El último diagrama, muestra la estructura de la fase Presístole, la cual es similar a la de las otras ocho fases.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Diagrama de Flujo 1.

Tutorial Multimedia del Ciclo Cardíaco

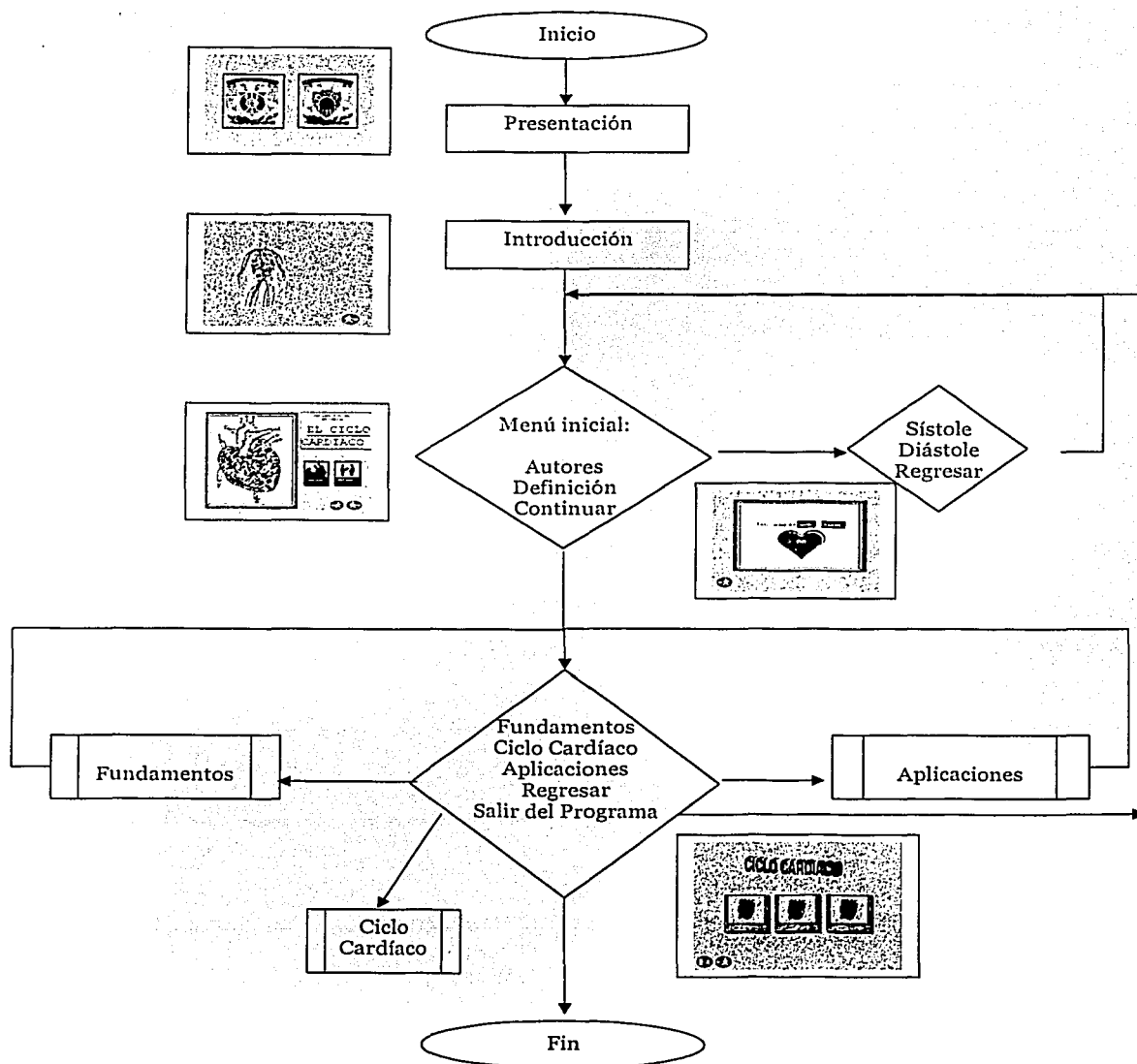


Diagrama de Flujo 2.

Fundamentos

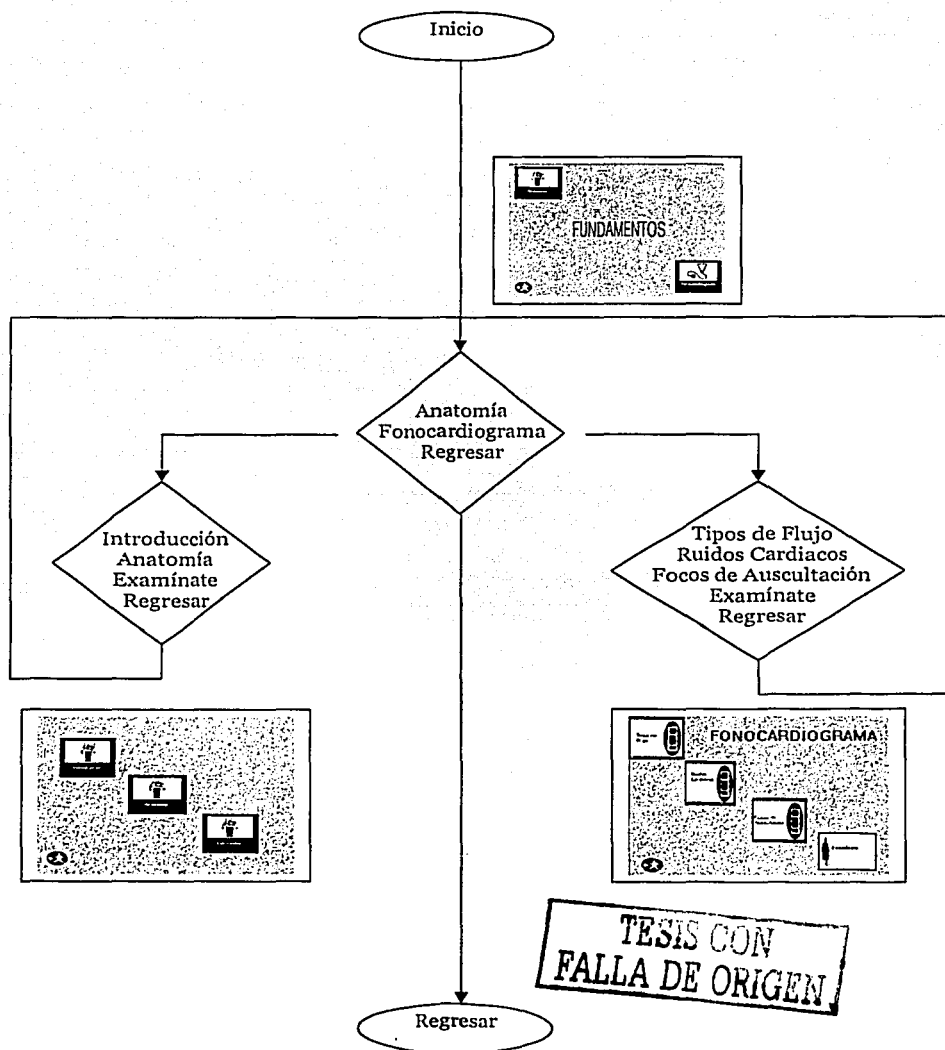


Diagrama de Flujo 3.

Aplicaciones

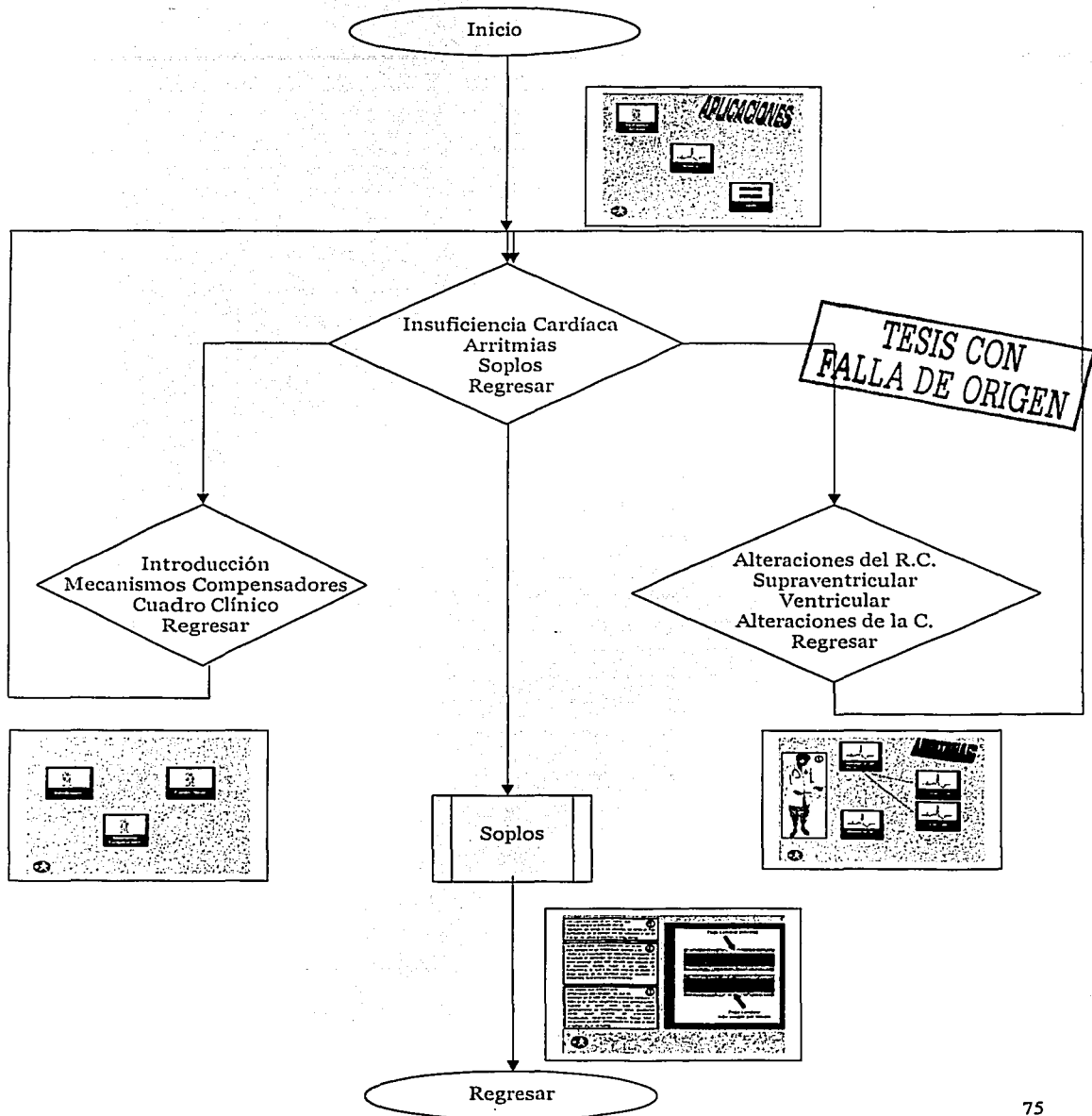


Diagrama de Flujo 4.

Ciclo Cardíaco

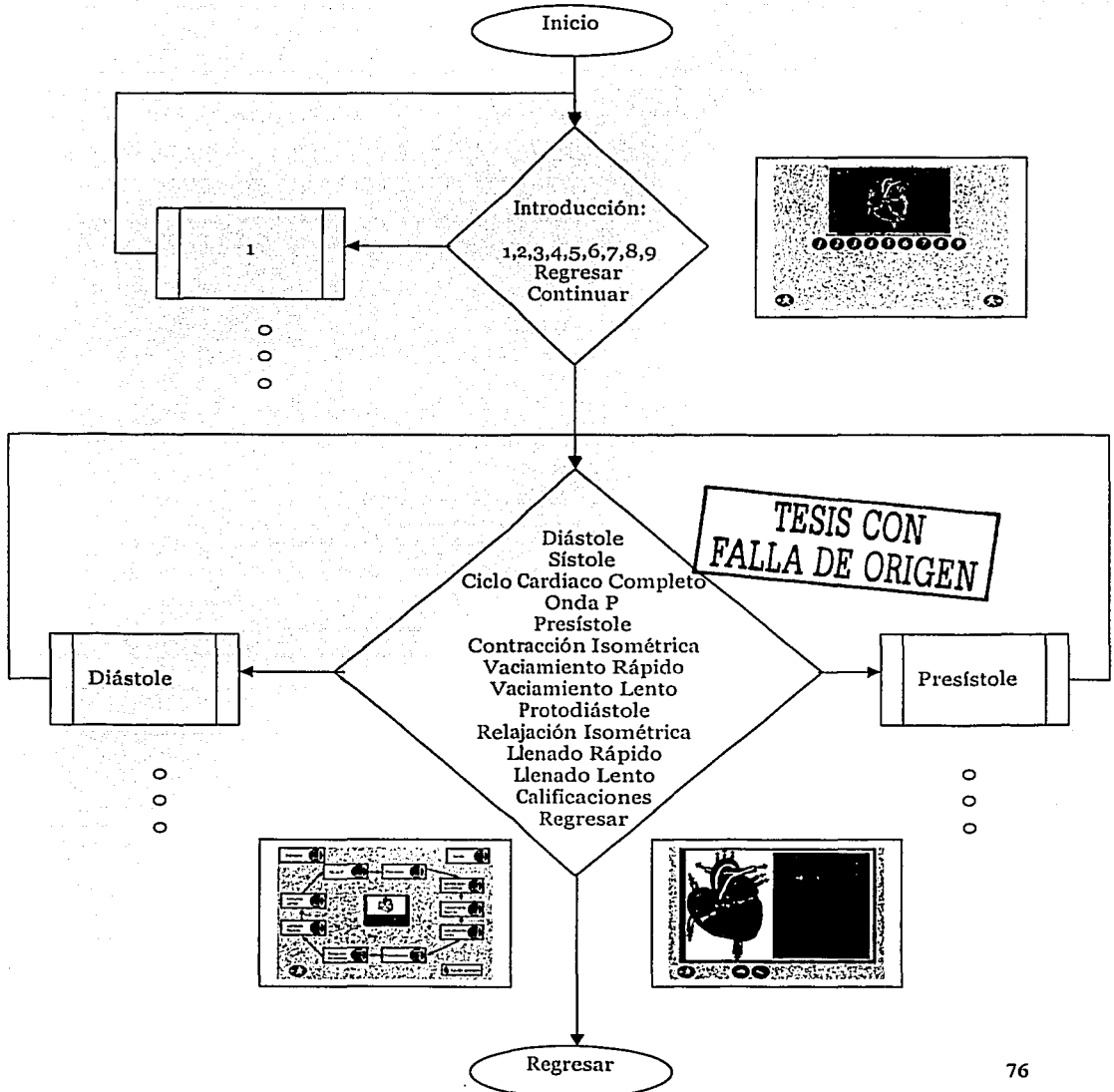
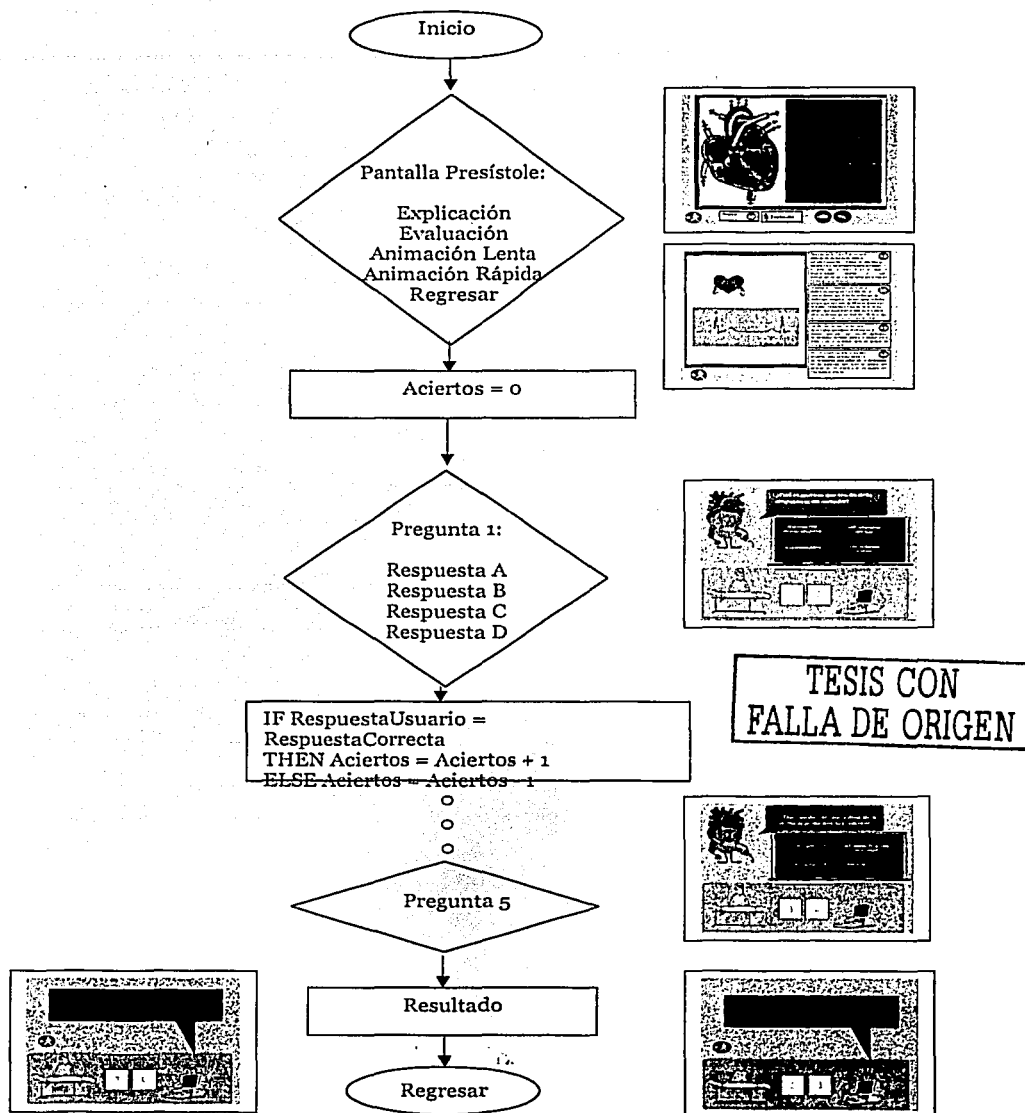


Diagrama de Flujo 5.

Presístole



Resumen

En resumen podemos simplificar el método utilizado en el desarrollo de este tutorial en un diagrama:

Estimación del alcance y tamaño del programa

División del programa en módulos.

**Junta de requerimientos del Módulo en desarrollo.
Controlar el entusiasmo, fijar objetivos realistas.**

Los programadores creaban un prototipo en papel con base en los requerimientos, este consistió en:

Un Diagrama de Nodos mostrando la navegación.
Un guión de cada nodo.
Una pantalla dibujada en papel mostrando cada nodo, dando la idea de cómo se vería en pantalla.

Segunda junta de requerimientos, donde se le mostraba el prototipo al cliente, se hacían las correcciones al prototipo de común acuerdo.

Se generaban todos los medios necesarios para el guión:

Audios
Animaciones
Imágenes
Gráficos
Textos

Se les asignaban nombres de manera ordenada y relacionada al guión y nodo al que pertenecían.

Se realizaba el mapa de navegación en un programa de integración de acuerdo al diseño de mapa de nodos.

Se integraban todos los medios en la aplicación.

Se hacía una revisión por cada programador del programa en busca de errores.

Se revisaba con un usuario para localizar más errores.

Se revisaba el programa con el cliente para de común acuerdo arreglar los errores o cambios, no se aceptaban cambios que alejaran al programa del diseño acordado en los requerimientos.

Se hacían las correcciones.

Se hacía una segunda revisión y liberación del módulo con el cliente.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Capítulo VI

VALIDACIÓN DEL SISTEMA

Para hacer la validación del sistema en forma paralela a su diseño se eligió la Entrega Evolutiva, que se encuentra entre el prototipado evolutivo y la entrega por etapas.

Consideramos que principalmente el desarrollo orientado al cliente así como el control de especificaciones fueron dos excelentes enfoques que el método RAD aportó al desarrollo del Tutorial. Desde un principio la comunicación y relación con el cliente fue siempre cordial, abierta y cercana, lo que ayudó en gran medida a diseñar un producto que se adaptara a las necesidades del cliente y con método RAD nos permitió tener un control de los cambios o modificaciones que se iban presentando a medida que avanzaba el proyecto.

Para la creación de cada fase, se llevaban a cabo un par de reuniones con el cliente con el fin de que quedaran bien asentadas las bases y expectativas del cliente. También se revisaba a detalle el material de texto e imágenes o gráficas requeridas para el diseño. Sin embargo, el aplicar el método RAD, nos ayudó a darnos cuenta de que estábamos subestimando la importancia de una planificación, de un buen diseño inicial y de un control en los cambios.

El método da un enfoque y una visión del producto, es decir, hasta dónde queríamos o era necesario llegar. Una función muy importante que al principio no considerábamos era, la negociación en el control de cambios con el cliente. El llevar una decisión a consenso y analizarla entre las partes involucradas, así como el considerar todos los riesgos posibles durante el proceso de la planificación para

evitar caer una planificación optimista que lo único que deje a todos sea frustración, falta de interés, altos costos y más tiempo.

Otro aspecto muy importante es la calidad, todos sabemos que calidad es hacer las cosas bien y a la primera.

De acuerdo con el método, durante el desarrollo del software fue de gran utilidad el implementar un sistema de revisiones, es decir, una vez terminada una fase, como primera etapa los mismos desarrolladores le daban una revisión, posteriormente y como segunda etapa se exponía el producto a una segunda revisión con un grupo de estudiantes o alumnos relacionados con la medicina para que le hicieran observaciones o sugerencias y por último se presentaba con el cliente, en esta caso la Dra. Zarco para que lo revisara. Nos dimos cuenta de que en verdad se reducía considerablemente la lista de errores o aspectos a corregir cuando lo revisaba el cliente, lo que también ayudó a que la entrega de la fase en cuestión se entregara de acuerdo al tiempo estimado, es decir sin más retrasos.

Como parte de la validación se hizo una entrevista a la Dra. Zarco como usuaria, que se anexa en el Apéndice.

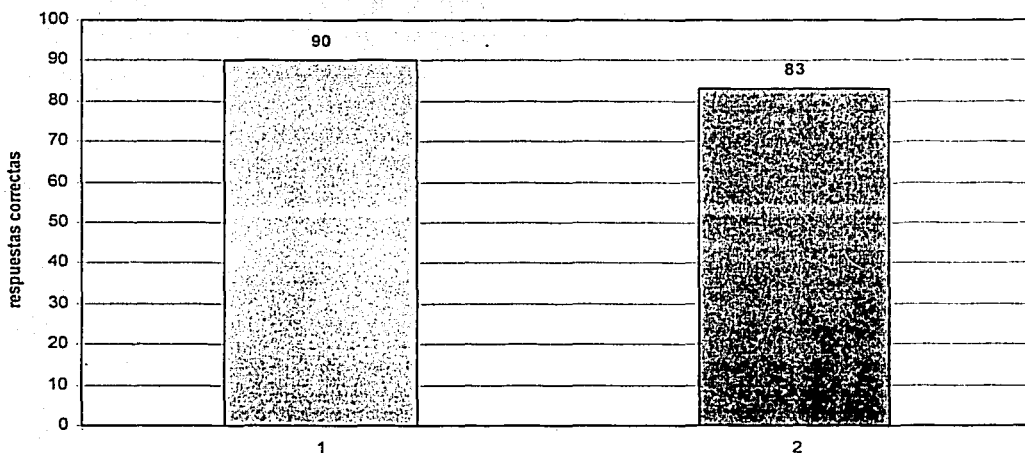
Pruebas realizadas

El programa se proyectó (en 50 minutos) sobre una pantalla de 1.5 x 1.5 m, ante un grupo de 38 alumnos del curso de fisiología en la Facultad de Medicina de la UNAM. Se presentó la introducción y la explicación de cada registro en el arreglo diseñado por Carl Wiggers.

Enseguida se pasó repetidamente la animación integral (10 veces) sugiriendo especial atención en la correlación de los eventos electromecánicos y los registros (por ejemplo, cierre de las válvulas y los ruidos cardíacos; despolarización de las aurículas y onda P, la despolarización de los ventrículos y QRS, etc.). Posteriormente se analizó cada fase del ciclo cardíaco empezando con la Onda P.

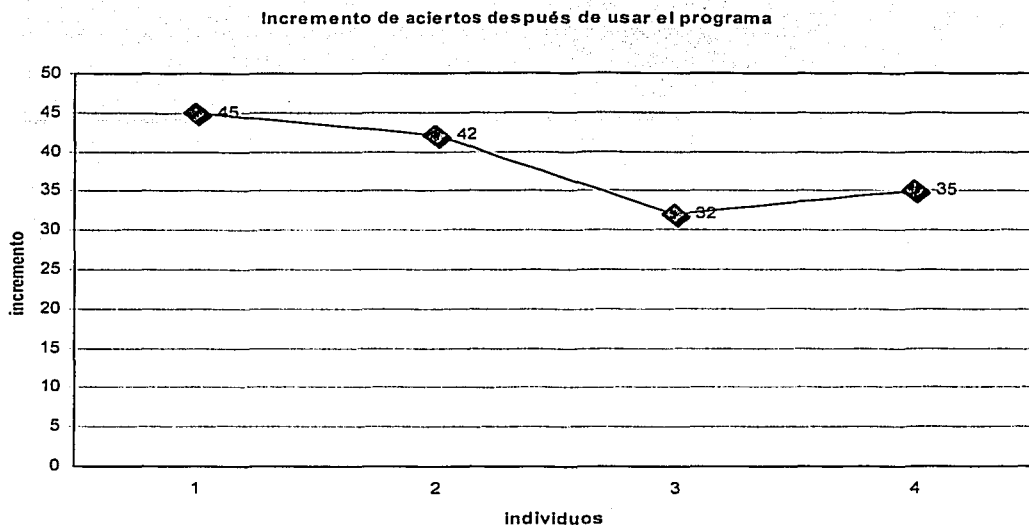
En cada sección se presentó la animación y enseguida se presionó el botón para escuchar el texto explicativo. En caso necesario se repitieron algunos párrafos. Se terminó cada sección presionando el botón para resolver en conjunto el cuestionario. Los últimos minutos se dedicaron a revisar brevemente la sección de arritmias y soplos. De este grupo solo hubo seguimiento de 18 sujetos. Una semana después, se realizó una evaluación, usada regularmente por los maestros del departamento de esta asignatura desde hace unos 12 años, presentando a los alumnos el arreglo gráfico en donde se les pedía identificar algunos eventos del ciclo cardíaco marcados con letras. A la cuarta semana, sin previo aviso, se repitió la misma evaluación (Gráfica 1). En un grupo de 10 personas se realizó el primer examen después de estudiar en su libro, sin haber asistido a la presentación del programa y el segundo examen después de haberlo revisado individualmente. Las determinaciones se hicieron contando el número de aciertos y las diferencias se determinaron entre las calificaciones obtenidas en los 2 exámenes (Gráfica 2).

Respuestas correctas una semana (1) y un mes (2) después
de la clase asistida por computadora (ciclo cardíaco)



Gráfica 1.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Gráfica 2.

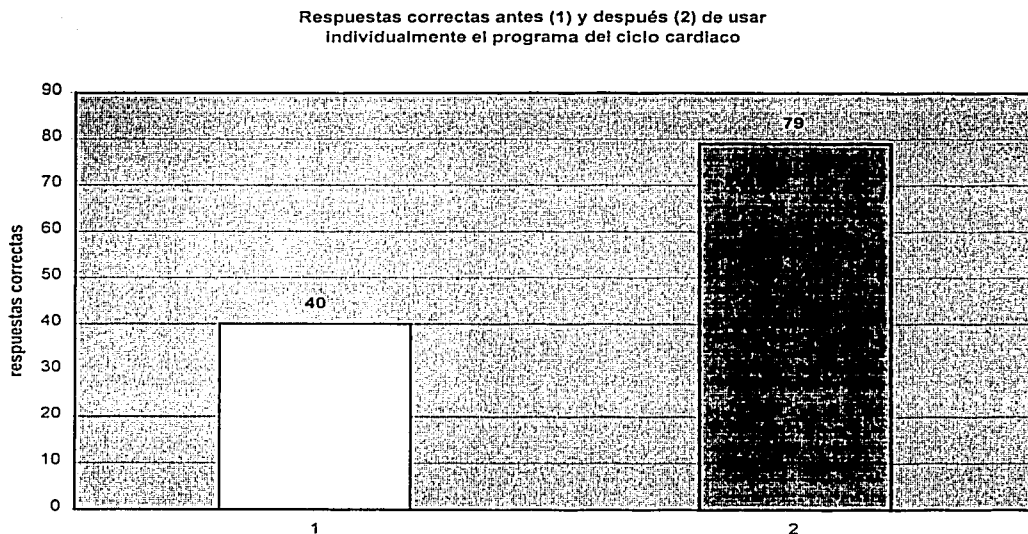
Análisis estadístico

Para saber si había efectos relacionados con el sexo se analizaron los incrementos o decrementos entre el primer y el segundo examen de jóvenes y señoritas con una prueba de t-student. Las diferencias entre el primer y segundo examen se analizaron con una prueba t pareada.

Resultados

Las diferencias en el desempeño en el primer y segundo examen de los estudiantes que asistieron a la clase en la cual se usó el programa de computadora resultaron en una media de decrementos de los varones de -6.25 ± 15.25 y el de las señoritas -9.60 ± 10.94 con una $P = 0.595$ no significativa. Los alumnos que usaron

el programa individualmente presentaron solo incrementos (Gráfica 3), los jóvenes con una media de 39.00 ± 5.05 y las mujeres 33.66 ± 11.86 y una $P = 0.430$ no significativa.



Gráfica 3

La comparación entre las calificaciones en valores crudos y del total de alumnos entre el primer y segundo examen en el caso de la clase asistida por computadora resultó con una calificación promedio del primer examen 90.51 ± 3.35 y en el segundo examen 85.06 ± 5.32 y las diferencias no superan el valor que atribuye al azar. En el caso de los alumnos que estudiaron individualmente el programa en el primer examen tuvieron un promedio de 40.03 ± 10.31 y en el segundo examen 78.2 ± 14.23 diferencia que si es significativa a 0.01.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Discusión

Aun cuando hay grandes avances de la tecnología para explorar la función cardíaca (ECG, RM, T, FCG, etc.) sigue siendo un hecho que el médico debe reconocer las desviaciones de la normalidad y aproximar un diagnóstico a partir de colocar su estetoscopio sobre el pecho. Este adiestramiento se adquiere en las escuelas de medicina en donde la extensión de los programas, la limitación del tiempo y la misma naturaleza, a veces muy fugaz, de los fenómenos impide entenderlos cabalmente. Sin embargo, algunos educadores siguen aferrados a métodos tradicionales y existe cierta renuencia para aprovechar los apoyos didácticos, como el de la computadora que permite simular algunos procesos fisiológicos que proveen al estudiante de estímulos que activan distintos canales de información al sistema nervioso, en donde los circuitos reverberantes reaccionan y consolidan el aprendizaje (Kneebone y Apsimon, 2001).

Conscientes de los retos que implica el encontrarnos en un mundo en cambio constante y en competencia creciente por obtener los mejores logros presentamos este trabajo en un esfuerzo por abrirnos hacia las nuevas tecnologías (Lara y Guerrero, 1994).

Con el uso del programa durante la clase teórica no se encontraron diferencias significativas entre el rendimiento de jóvenes y señoritas en la evaluación realizada una semana después de la clase, por lo que el análisis ulterior de los resultados fue realizado como grupo. Este resultado ratifica las observaciones previas en relación a que el dimorfismo sexual descrito en los cerebros humanos no justifica diferencias substanciales en la actividad intelectual de los individuos.

Comúnmente este tema se imparte por lo menos en 2 horas de clase. Por lo que se considera que al menos se redujo a la mitad el tiempo empleado usando el programa de cómputo. La explicación de esto pudiera ser dual pues por un lado se

vía auditiva, lo que aumenta al doble si se complementa con la información visual y todavía más si se puede interactuar con ella; por otro lado, el ver la animación secuencial de los eventos electromecánicos correlacionada temporalmente con los diferentes parámetros de la actividad cardíaca pudiera ayudar a la comprensión más rápida del fenómeno.

La segunda prueba se realizó con el fin de conocer la tasa de retención de la información adquirida durante la clase del ciclo cardíaco. El análisis muestra que hay una pérdida de información u olvidos explicables porque, si bien la adquisición del conocimiento se realiza en el sentido de crear cambios duraderos, la base de la plasticidad, es un hecho que se pierden en el transcurso del tiempo si no son reactivados con cierta frecuencia. Por ello sería deseable que los estudiantes interesados pudieran acceder al programa independientemente de su actividad en el aula, lo cual se lograría si hubiera una programoteca a su disposición el mayor tiempo posible (Kent, 1997).

La eficiencia del programa usado en forma individual quedó manifiesta cuando los alumnos, que no asistieron a la clase con el grupo, realizaron el segundo examen pues se registraron incrementos altamente significativos en el número de aciertos. Esto probablemente se facilita porque el alumno corre el programa a su ritmo particular de aprendizaje y puede repasar las explicaciones las veces que quiera.

Capítulo VII

CONCLUSIONES

Con base en la entrevista realizada al profesor (cliente) y en las gráficas derivadas de un estudio efectuado con los usuarios finales, concluimos que la comprensión de los temas expuestos en el tutorial durante el proceso del aprendizaje mejora desde un 40% hasta un 90%; las metas de aprendizaje se alcanzan en la mitad del tiempo y el factor de retención en un mes es de un 95%, por lo que el tutorial demuestra ser una herramienta efectiva de estudio para los estudiantes y para los profesores es un complemento didáctico que facilita la transmisión de los conocimientos.

El método RAD (*Desarrollo Rápido de Aplicaciones*) nos aportó un particular punto de vista en cuanto a la planeación y disciplina. No es planear más sino mejor. Existen diversos métodos de planificación, sin embargo consideramos que la aportación más importante que nos ha dejado el método RAD es saber elegir la mejor forma de planificación de acuerdo a las necesidades y circunstancias.

El contenido del tutorial del ciclo cardíaco nos permitió incursionar en una de las ciencias más extensas y fascinantes, y representó un nuevo reto el establecer un eficiente canal de comunicación Desarrollador - Cliente. Consideramos que la guía de un experto en la materia fue fundamental para la realización y el éxito del proyecto, ya que existen tutoriales en los que el contenido es de baja calidad aunque la programación es excelente, por lo que no satisfacen al usuario final.

Hemos proseguido a la construcción de este sistema partiendo de las siguientes bases: a) el material debe ser escrito en un nivel que el usuario pueda comprender sin mayor dificultad, suplementado por los fundamentos necesarios o capítulos de aplicación, b) el material es organizado por el profesor, pero el estudiante navega por medio de un ratón y botones, c) el material está pensado

para interesar al estudiante a través de la retroalimentación interactiva, que permite evaluar una o en repetidas ocasiones (a través de un cuestionario de preguntas o la aplicación de problemas). El programa fue diseñado en una IBM 486 DX2, 32 MB en RAM, usando Authorware. Una vez seleccionado el material se procedió a planear la estructura lógica. Los atributos para cada elemento fueron seleccionados y posteriormente ligados por efectos de transposición, intercalación o disolución.

Se presentaron tres niveles de uso: 1) la versión larga está compuesta de tres secciones: A) El Ciclo Cardíaco, en el cual se presenta una animación esquemática del corazón, cada movimiento está sincronizado con las gráficas que muestran los eventos correlativos en dicho funcionamiento. Los usuarios pueden escuchar las explicaciones verbales. Pueden estudiar cada una de las fases del Ciclo Cardíaco, es decir por separado y responder una serie de preguntas de la fase estudiada. B) En la sección de Fundamentos, los estudiantes pueden encontrar una detallada explicación de cada uno de los conceptos para el análisis del Ciclo Cardíaco. C) La sección de las Aplicaciones incluye preguntas o planteamientos de problemas acerca de funciones cardíacas alteradas, como por ejemplo alguna falla en el corazón, alteraciones en las válvulas y registro de murmullos, etc. 2) La versión corta ahorra memoria ya que no cuenta con audio y cabe incluso en un disco flexible. 3) Un video casete VHS con el programa de la sección del Ciclo Cardíaco.

Desde 1984, la Asociación Americana de Colegios de Medicina del panel de proyecto para la Educación Profesional General de Física recomendó a las escuelas de Medicina entrenar o capacitar a los estudiantes en el uso de computadoras, como una herramienta útil que puede ayudar en la práctica médica. Este material permite un mejor entendimiento en menos tiempo para el aprendizaje de conceptos por la escuela de estudiantes de medicina. Con el fin de incrementar la creatividad, el software educativo debe ser orientado no solo por los expertos en la materia y técnicas didácticas y de computación, sino también y especialmente por las bases fisiológicas del aprendizaje para construir la estructura de contenido de los elementos del conocimientos (Descartes). Estos deben incluir información de

acuerdo al nivel de comprensión, ejercicios y preguntas o problemas en el lenguaje de los usuarios.

Concluimos que se debe continuar con este tipo de desarrollos académicos multidisciplinarios con el fin de dar apoyo a estudiantes y profesores, beneficiando por consiguiente a la sociedad en general. Es muy importante la participación entusiasta y comprometida de desarrolladores, académicos, administradores, promotores, estudiantes y directivos para la creación de más productos enfocados a elevar la calidad educativa. Hay un gran interés por parte de profesores en la creación de material educativo, aunque muchas veces no cumplen con sus propios estándares o quedan inconclusos debido a factores como la falta de tiempo, falta de experiencia en programación, etc. por lo que estamos convencidos de que es necesario sumar esfuerzos para lograr excelentes resultados.

Finalmente el desarrollo de la tesis ha sido el reto profesional más importante para nosotros. El camino no ha sido fácil, ya que ha requerido de nosotros una gran perseverancia y estar seguros al cien por ciento de lo que queremos para no claudicar en las vicisitudes. Nos ha dejado experiencias enriquecedoras en varios aspectos como un mejor trabajo en equipo y un crecimiento personal. “Está permitido caerse pero es obligatorio levantarse”*.

*Proverbio ruso.

Apéndice A

ENTREVISTA CON LA DRA. IRMA ZARCO PADRON DE CORONADO, PROFESORA E INVESTIGADORA DE LA FACULTAD DE MEDICINA, UNAM.

1. ¿Cómo surgió la necesidad de un tutorial para el Ciclo Cardíaco en la Facultad de Medicina?

El grado de dificultad, la fugacidad de los fenómenos, la restricción del tiempo de interacción entre los alumnos y maestros así como las técnicas tradicionales de impartición de conferencias magistrales, aún complementadas con material audiovisual, limitan el ritmo y el nivel adecuado del aprendizaje de cada individuo que resulta en un alto índice de reprobación.

De aquí surge la necesidad de contar con el apoyo de nuevos materiales didácticos que faciliten el aprendizaje y por lo que se propuso desarrollar un programa de cómputo para la enseñanza de un tema de la materia: El ciclo cardíaco.

2. ¿Por qué se requirió que fuese multimedia este tutorial?

Porque en la multimedia, como al aprender el lenguaje se conjuntan informaciones de varias vías aferentes (visual, auditiva, táctil, etc.) y además se interactúa, lo que facilita el aprendizaje.

El material que se ofrece actualmente a los médicos consiste en sistemas expertos, o sistemas educativos para la solución de problemas, tutores inteligentes pero uno de los más explotados ha sido el de tutoriales en multimedia. Esta técnica se fundamenta en el proceso por el cual se aprende el lenguaje verbal o lectoescrito,

es decir, integrando a nivel cerebral los conceptos a partir de las pantallas de la computadora, las señales visuales con las que se escuchan y las actividades que se realizan. Todo esto asegura por lo menos más del 70% de retención del material estudiado.

Estos programas manejan grandes volúmenes de información, usando video digital, sonido, hipertexto, etc.

3. ¿El tutorial cumple con los requerimientos para los que fue desarrollado?

Sí llena los requisitos, aunque hay algunos detalles mínimos (por ejemplo en una gráfica hay que modificar ligeramente una curva).

Facilita el proceso de la enseñanza – aprendizaje mediante la aplicación creativa y activa de la tecnología de cómputo, que responde a las necesidades educativas de la impartición de un tópico de la materia de Fisiología “El Ciclo Cardíaco”, en la Facultad de Medicina de la UNAM. Con este material el alumno es capaz de correlacionar los cambios sonoros, hemodinámicos y electrofisiológicos que ocurren durante cada una de las fases del ciclo cardíaco.

4. En su labor de profesora, ¿cómo le ha apoyado este tutorial?

Lo presento en vez de la clase teórica ante grupos de segundo año de medicina y ante estudiantes de maestría en bioingeniería. Durante esta exposición promueve la participación y discusión de los temas presentados, lo que hace más eficiente el aprendizaje generando un espíritu de interés y sana competencia, motivando al alumno a documentarse extra clase.

5. ¿Cuáles han sido los comentarios de los alumnos respecto del tutorial?

Que ayuda mucho, que está bien hecho, que dónde lo pueden comprar, que si hay más tutoriales como este acerca de otros temas.

6. ¿Cuáles han sido los comentarios de los demás profesores y cardiólogos respecto del tutorial?

Que está muy bien, que dónde lo pueden comprar (en la Facultad de Medicina los maestros externos al Departamento de Fisiología todavía no lo conocen).

7. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas que le encuentra a este tutorial?

Ventajas: ahorra tiempo, está claro, cubre el programa y está en español
Desventajas: requiere computadora multimedia.

Una de las críticas iniciales más fuertes para el uso de la computadora fue la de que la adquisición del conocimiento era meramente estereotipada y que los alumnos solo automatizaban las respuestas. Por ello; en un siguiente paso la instrucción asistida por computadora incluyó sistemas de evaluación y el uso de reforzadores positivos en caso de respuestas correctas o nuevas explicaciones y problemas ante los errores, en un típico esquema skinneriano, como el que hemos usado en programas educativos que pretenden la rehabilitación de problemas de dislexia en niños (Zarco de Coronado y Gutiérrez López A., 1991 y Zarco de Coronado y Cols., 1992).

Se integró la pedagogía del error de Piaget que propone al error como una fuente de progreso y así cuando el programa detecta las equivocaciones conduce al alumno por un camino más sutil en los avances, permitiendo esto una estrategia de aprendizaje más individualizado. En esta forma se resalta la importancia de la retroalimentación.

8. ¿Ha encontrado en el mercado actual programas sobre el Ciclo Cardíaco?

89-C

No he encontrado, existen muchos pero en otros idiomas y son caros.

Hay simuladores de ritmo y pulso, de terapia intensiva y de resucitación cardio pulmonar, que se relacionan con el Ciclo Cardíaco pero a nivel de la clínica, sin embargo, antes de utilizar los simuladores es fundamental dominar el Ciclo Cardíaco.

9. ¿Es necesario que se sigan desarrollando productos como éste?

Claro que sí. Con el fin de producir programas tutoriales pedagógicamente eficientes proponemos que deben ante todo orientarse por el conocimiento de los procesos fisiológicos que sustentan la efectividad de la transferencia de información durante el aprendizaje. El desarrollo debe conjuntar la participación de los expertos en las técnicas computacionales empleadas para plasmar los hechos de manera fidedigna en las pantallas, en donde los miembros del equipo se encargan del diseño de la interfase, de las gráficas o animaciones, la producción audiovisual, la programación y definición de los sistemas de control como botones, la adecuada navegación, etc. También los expertos de la materia, capaces de dividir el saber en los elementos del conocimiento para ser analizados adecuadamente, según lo planteó desde 1637 Descartés en su primera publicación "Discurso del Método".

10. ¿Qué aspectos incluiría en una siguiente versión de este tutorial?

Sería la tercera versión, al menos los que incluyen los guiones ya terminados como el tema de Hemodinámica dentro de los Fundamentos y corregir los errores en gráficas y cuestionarios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar J, Rojas F. *Elementos para la Evaluación de un Programa para la formación de especialistas*, http://www.niee.ufrgs.br/ribie98/CONG_1996/CONGRESSO_HTML/88/PONCIE.HTML, BRASIL, (1996).
2. Aguilar J. *De la Tecnología Educativa al Diseño de Instrucción*, Universidad Simón Bolívar, Caracas, VENEZUELA, (1988).
3. Association for Educational Communications and Technology. *Educational Technology: Definition and Glossary of Terms*. Association for Educational Communications and Technology, Washington, D.C., E.U.A., (1977).
4. Barron A E, Orwig G W. *Multimedia Technologies For Training: An Introduction*, Libraries Unlimited, Englewood, Colorado, E.U.A., (1995).
5. Botto F. *Multimedia, CD-ROM and Compact Disc: A Guide For User And Developers*, Wilmslow Sigma, INGLATERRA, (1993).
6. Brice R. *Multimedia and Virtual Reality Engineering*, Oxford Newnes, Boston, E.U.A., (1997).
7. Brobeck J R. *Bases Fisiológicas de la Práctica Médica*, Médica Panamericana, Williams & Williams (ed), (1981).
8. Bustamante H. *Diseño instruccional*, <http://www.ulsa.edu.mx/publicaciones/onteanqui/b20/dise-instr.htm>, MEXICO, (2001).
9. Cabeceiras J. *The Multimedia Library: Materials Selection And Use*, Academic Press, New York, E.U.A., (1978).
10. Chacón F. *Estrategias de Aprendizaje y Evaluación Mediante el Web*, http://fcae.nova.edu/~fchacon/L_Estrat/index.htm, (2001).
11. Corel Corporation. *Corel Draw 6. Guideline for ClipArt Use*, E.U.A., (1995).
12. Davson Hugh, Segosl M B. *Introduction to Physiology*, Academic Press y Grune & Straton, (1975).
13. De Bustos Martín I. *Multimedia con Windows 95*, Anaya Multimedia, Madrid, ESPAÑA, (1995).
14. Díaz Pérez P, Catenazzi N, Aedo Cuevas I. *De la Multimedia a la Hipermedia*, Ra-Ma, Madrid, ESPAÑA, (1996).

15. Dillon P M, Leonard D C. *Multimedia and the Web from A to Z*, Oryx Press, Phoenix, AZ, E.U.A., (1998).
16. Dorrego E, García A. *Dos modelos para la Producción y Evaluación de Materiales Instruccionales*, Fondo Editorial de Humanidades y Educación UCV, Caracas, VENEZUELA, (1993).
17. Dorrego E. *Flexibilidad en el diseño instruccional y nuevas tecnologías de la información y la comunicación*, <http://www.quadernsdigitals.net/articles/edutec/congresos/edutec99-organizacion/edflexibilidad.htm>, (2001).
18. Galvis A, Ramírez S. "Informática y Teorías del Aprendizaje", *Revista Informática Educativa*, Vol 10 Num 2, Bogotá, COLOMBIA, (1997).
19. Galvis, A. *Ingeniería de Software Educativo*, Ediciones Uniandes, Bogotá, COLOMBIA, (1992).
20. Gamboa Rodríguez F, Lara Rosano F, Juárez Garduño R, Pérez Silva J L, Rodríguez Chávez R, Fernández Martínez M J, Cuellar Villegas J E. "Tools that Support the Authoring of Student Centered Educational Software". *Advances in Artificial Intelligence and Engineering Cybernetics, Vol IX*. G.E. Lasker (ed), Windsor, CANADA: IIAS, pp 37-41.
21. Gamboa Rodríguez F, Pérez Silva J L, Lara Rosano F, Caviades F, Miranda A I. "A Student Centered Methodology For The Development Of A Physics Video Based Laboratory". *Interacting with Computers*, Vol 13, Elsevier (ed), (2000) pp 527-548.
22. Ganong William F. *Fisiología Médica*, Manual Moderno, 15ª Edición, (1995).
23. Gros B. *Diseño y programas educativos. Pautas pedagógicas para la elaboración de software*, Ariel Educación, Barcelona, ESPAÑA, (1997).
24. Guyton A C, Hall J E. *Tratado de Fisiología Médica*, McGraw-Hill Interamericana, 10ª Edición.
25. Haskin D. *iMultimedia fácil!*, Prentice Hall, MÉXICO, (1995).
26. Insa Ghisaura D, Morata Sebastián R. *Multimedia e Internet*, Paraninfo, Madrid, ESPAÑA, (1998).
27. James M. *Rapid Application Development*, Mac Millan, New York, E.U.A., (1991).
28. Jerram P, Gosney M. *Multimedia Power Tools*, Verbum Magazine, Random House, New York, E.U.A., (1993).

29. Lara Rosano F, Guerrero Briseño P. "Metodología Básica para el Desarrollo de Aplicaciones de Multimedia en la Educación", *II Congreso Internacional de Informática*, Mendoza, ARGENTINA: ILAS, (1994) pp 624-635.
30. Maguire S. *Debugging Development Process*, Microsoft Press, U.S.A., (1994).
31. Marqués P. *Metodología Para La Elaboración De Software Educativo*, <http://blues.uab.es/home/material/programes/to23151/uabdisof.htm>, ESPAÑA, (2000).
32. Martí E. *Aprender con Ordenadores en la Escuela*, ICE-Hosori, Barcelona, ESPAÑA, (1992).
33. McConnell S. *Desarrollo y Gestión de Proyectos Informáticos*, McGraw Hill, ESPAÑA, (1997), ISBN 84-481-1229-6.
34. Meera M. *Multimedia Interface Design*, Addison-Wesley, Blattner y Dannenberg (ed), Massachusetts, E.U.A., (1992).
35. Ortega J. *Un vistazo al Diseño, Desarrollo y Evaluación de Recursos Audiovisuales Educativos*, <http://upra.upr.clu.edu/CUArtopropio/ortega.html>, (2001).
36. Poggioli L. "Estrategias cognoscitivas: Una revisión teórica y empírica". *Psicología Cognoscitiva: Desarrollo y perspectivas*, Mc Graw-Hill. Puente, Poggioli y Navarro (ed), Caracas, VENEZUELA, (1989).
37. Rivera E, Tirado R. *Evaluación y Selección de Software y Courseware*, <http://msip.lce.org/erporto/cedu5230/16motiv/tsldoo4.htm>, (2000).
38. Roger Pressman S. *Ingeniería del Software*, McGraw Hill, ESPAÑA, (1993).
39. Rosello Tormo E. *Crear en Multimedia*, Universidad Politécnica de Valencia, ESPAÑA, (1996).
40. Ruble David A. *Análisis y Diseño Práctico de Sistemas*, Prentice Hall, MEXICO, (1997).
41. Ruch T C, Potton H D. *Physiology and Biophysics*, Scher A M, E.U.A., (1974).
42. Shuman J E. *Multimedia in Action*, International Thomson, Belmont, CA, E.U.A., (1998).
43. Sistemas Multimedia. *El Diseño de Sistemas Interactivos Multimedia de Aprendizaje: Aspectos Básicos*, <http://www.sav.us.es/pixelbit/articulos/n7/n7art/art74.htm>, ESPAÑA, (2001).

44. Torreblanca. "Software Educativo". *Revista Informática Educativa*, Núm 2, Bogotá, COLOMBIA, (1998).
45. Vargas D. *Nueva Definición de Tecnología Instruccional o Tecnología Educativa*, http://www.ucb.edu.pr/wsanchez/Tedu_Class/nueva_definicion.htm, (2001).
46. Vazirgiannis M. *Interactive Multimedia Documents: Modeling, Authoring, And Implementation Experiences*, Springer, Berlin, ALEMANIA, (1999).
47. Willis J. "Alternative Instructional Design Paradigms: What It's", en *Educational Technology*, (1998).
48. Wise R, Steemers J. *Multimedia: A Critical Introduction*, Routledge, Londres, INGLATERRA, (2000).
49. Wodaski R. *Deluxe Edition Multimedia Madness*, Prentice Hall, Sams Publishing, E.U.A., (1994).
50. Wodaski R. *Multimedia Madness: Experience The Experimental Of Multimedia*, Sams, Carmel, Indianápolis, E.U.A., (1994).

Apéndice B

ESTUDIO PRELIMINAR DEL APRENDIZAJE DE LA FISIOLÓGÍA ASISTIDO POR PROGRAMAS DE COMPUTO TUTORIALES MULTIMEDIA.

Zarco de Coronado I. Depto. de Fisiología. UNAM. Programadores: Aragón Hernández R., Ortega Rangel R., Limón Cruz D., Lara Rosano F.

Introducción

La práctica médica será más eficiente en cuanto más conocimientos posea y mejor los aplique el profesional que la ejerce. Por ello cada día los programas de enseñanza de la medicina procuran mayor extensión y profundidad, especialmente en materias básicas como la fisiología que incorpora aportaciones de otras áreas como la química, la biofísica, la farmacología, la genética, la inmunología, etc.

Sin embargo, el grado de dificultad, la fugacidad de los fenómenos, lo reducido de la interacción entre los maestros y alumnos, etc., limitan el ritmo y el nivel adecuado del aprendizaje de cada individuo lo que resulta en un alto índice de reprobación.

De aquí surge la necesidad de contar con el apoyo de nuevos materiales didácticos que faciliten el aprendizaje, por lo que se propuso desarrollar un programa de cómputo para la enseñanza de un tema de la materia: el ciclo cardíaco, que fue usado en forma individual y colectiva.

Consideraciones teóricas

El aprovechamiento de los talentos y potencialidades de los humanos es promovido por la educación científica, que es un proceso vinculado al aprendizaje, por el cual

los estudiosos comprenden tanto el contenido de la ciencia, como los métodos que lo generaron (Gutiérrez, 1978).

El aprendizaje permite adquirir conocimientos, organizar el pensamiento, modificar las respuestas conductuales al ambiente y satisfacer intereses intelectuales, emocionales o estéticos. Es una manifestación de la plasticidad del sistema nervioso que da lugar a cambios de larga duración como resultado de la experiencia.

La experiencia se obtiene por la estimulación repetida que activa los canales transmisores de información. Estos canales sensoriales hacen llegar la información codificada a las neuronas altamente especializadas de las áreas corticales primarias. A partir de aquí, a través de conexiones asociativas secundarias, se transmite hasta las estructuras cognitivas, donde se integra en redes semánticas más o menos complejas y se gestan cambios conductuales re-entrantes. Estas unidades resonantes amplifican y mantienen la actividad neural y permiten su almacenamiento en la memoria (Grossberg, 1982).

Durante muchos años los educadores se han encargado de la enseñanza o transmisión de los conocimientos y las destrezas a otros individuos, labor que no se imita al mero papel de instruir, amaestrar o adoctrinar a los alumnos, sino a cerciorarse de la asimilación y aplicación de los conceptos.

Actualmente, en muchos países se ha recurrido al apoyo del aprendizaje programado que permite la autoinstrucción por medio de algoritmos, máquinas de enseñanza, libros, radio, televisión, computadoras.

Los programas tutoriales permiten la autoinstrucción porque presentan la información de manera amena, gradual y sistemática en su propio lenguaje y nivel de comprensión (Brunner, 1972). Cada alumno selecciona las estrategias acordes a su formación precedente e intereses particulares, lo cual individualiza la enseñanza y en esta forma pueden resolver mejor los problemas de aprendizaje que enfrentan (Mangione y cols., 1991).

Es importante señalar que la retroalimentación instantánea incluida en muchos de los programas de cómputo está integrada con la pedagogía de Piaget que propone al error como una fuente de progreso de tal modo que cuando los programas detectan equivocaciones conducen al estudiante por caminos más sutiles en los avances del aprendizaje.

La instrucción asistida por computadora incluye sistemas de evaluación y el uso de reforzadores positivos en el caso de respuestas correctas en un típico esquema skinneriano, como el que se ha usado en programas educativos que pretenden la rehabilitación de niños disléxicos (Zarco de Coronado y Gutiérrez López, 1991 y Zarco de Coronado y cols., 1992).

Algunas ventajas reportadas con el uso de estos materiales son: aumento en la tasa de retención, disminución del aburrimiento y la frustración, fomento del pensamiento creativo, facilitación del noviciado y, sobre todo, permitir el mejor aprovechamiento de las situaciones educativas no confinadas a las aulas tradicionales presenciales.

Las bases académicas (edumática) han alcanzado la suficiente madurez tecnológica que permite el avance de la modernización pedagógica. La asistencia inteligente de la computadora para su implementación ha convertido a los programas tutoriales interactivos multimediales en uno de los sistemas más exitosos.

Los programas multimedia, a semejanza del aprendizaje de lenguaje, se fundamentan en la acción de conjuntar la información visual, fonológica y somática en el ambiente de la computadora.

Por todo lo anterior, desde 1984, The American Medical College recomendó que las escuelas de medicina instruyan a los estudiantes en las ciencias de la información y computación (Knapp, 1987).

Los médicos deben dominar los conocimientos científicos que sirven de substrato a su formación profesional. Por ello, en este trabajo se propone que los docentes de la educación biomédica se apoyen en los programas de forma grupal como individual para facilitar la enseñanza de la fisiología.

Método

Se creó un prototipo de programa multimedia que cubre un tema del curso de Fisiología Humana (El Ciclo Cardíaco), siguiendo los lineamientos planteados por Descartés quien fue un exitoso autodidacta. Para ello se usó un paquete de autoría Authorware Profesional 4 el cual permite la navegación precisa a lo largo del sistema con gran interactividad mediante el uso de menús, tiempos, condiciones, botones, hiperregiones y teclas. En la edición de imágenes se usó Corel Photo Paint y el desarrollo de animaciones cuadro a cuadro requirió de Corel Move, Digital Morph y Animator. La edición de audio se realizó con Cool Edit y Sound Forge.

El programa se proyectó (en 50 minutos) sobre una pantalla de 1.5 x 1.5 m, ante un grupo de 38 alumnos del curso de fisiología en la Facultad de Medicina de la UNAM. Se presentó la introducción y la explicación de cada registro en el arreglo diseñado por Carl Wiggers.

Enseguida se pasó repetidamente la animación integral (10 veces) sugiriendo especial atención en la correlación de los eventos electromecánicos y los registros (por ejemplo, cierre de las válvulas y los ruidos cardiacos; despolarización de las aurículas y onda P, la despolarización de los ventrículos y QRS, etc.). Posteriormente se analizó cada fase del ciclo cardíaco empezando con la Onda P. En cada sección se presentó la animación y enseguida se presionó el botón para escuchar el texto explicativo. En caso necesario se repitieron algunos párrafos. Se terminó cada sección presionando el botón para resolver en conjunto el cuestionario. Los últimos minutos se dedicaron a revisar brevemente la sección de arritmias y soplos. De este grupo solo hubo seguimiento de 18 sujetos. Una semana después, se realizó una evaluación, usada regularmente por los maestros del

departamento de esta asignatura desde hace unos 12 años, presentando a los alumnos el arreglo gráfico en donde se les pedía identificar algunos eventos del ciclo cardíaco marcados con letras. A la cuarta semana, sin previo aviso, se repitió la misma evaluación. En un grupo de 10 personas se realizó el primer examen después de estudiar en su libro, sin haber asistido a la presentación del programa y el segundo examen después de haberlo revisado individualmente. Las determinaciones se hicieron contando el número de aciertos y las diferencias se determinaron entre las calificaciones obtenidas en los 2 exámenes.

Análisis estadístico

Para saber si había efectos relacionados con el sexo se analizaron los incrementos o decrementos entre el primer y el segundo examen de jóvenes y señoritas con una prueba de t-student. Las diferencias entre el primer y segundo examen se analizaron con una prueba t pareada.

Resultados

Las diferencias en el desempeño en el primer y segundo examen de los estudiantes que asistieron a la clase en la cual se usó el programa de computadora resultaron en una media de decrementos de los varones de -6.25 ± 15.25 y el de las señoritas -9.60 ± 10.94 con una $P = 0.595$ no significativa. Los alumnos que usaron el programa individualmente presentaron solo incrementos, los jóvenes con una media de 39.00 ± 5.05 y las mujeres 33.66 ± 11.86 y una $P = 0.430$ no significativa.

La comparación entre las calificaciones en valores crudos y del total de alumnos entre el primer y segundo examen en el caso de la clase asistida por computadora resultó con una calificación promedio del primer examen 90.51 ± 3.35 y en el segundo examen 85.06 ± 5.32 y las diferencias no superan el valor que atribuye al azar. En el caso de los alumnos que estudiaron individualmente el programa en el

primer examen tuvieron un promedio de 40.03 ± 10.31 y en el segundo examen 78.2 ± 14.23 diferencia que si es significativa a 0.01.

Discusión

Aun cuando hay grandes avances de la tecnología para explorar la función cardiaca (ECG, RM, T, FCG, etc.) sigue siendo un hecho que el médico debe reconocer las desviaciones de la normalidad y aproximar un diagnóstico a partir de colocar su estetoscopio sobre el pecho. Este adiestramiento se adquiere en las escuelas de medicina en donde la extensión de los programas, la limitación del tiempo y la misma naturaleza, a veces muy fugaz, de los fenómenos impide entenderlos cabalmente. Sin embargo, algunos educadores siguen aferrados a métodos tradicionales y existe cierta renuencia para aprovechar los apoyos didácticos, como el de la computadora que permite simular algunos procesos fisiológicos que proveen al estudiante de estímulos que activan distintos canales de información al sistema nervioso, en donde los circuitos reverberantes reaccionan y consolidan el aprendizaje (Kneebone y Apsimon, 2001).

Conscientes de los retos que implica el encontrarnos en un mundo en cambio constante y en competencia creciente por obtener los mejores logros presentamos este trabajo en un esfuerzo por abrirnos hacia las nuevas tecnologías (Lara y Guerrero, 1994).

Con el uso del programa durante la clase teórica no se encontraron diferencias significativas entre el rendimiento de jóvenes y señoritas en la evaluación realizada una semana después de la clase, por lo que el análisis ulterior de los resultados fue realizado como grupo. Este resultado ratifica las observaciones previas en relación a que el dimorfismo sexual descrito en los cerebros humanos no justifica diferencias substanciales en la actividad intelectual de los individuos.

Comúnmente este tema se imparte por lo menos en 2 horas de clase. Por lo que se considera que al menos se redujo a la mitad el tiempo empleado usando el

programa de cómputo. La explicación de esto pudiera ser dual pues por un lado se ha descrito que, se aprende y conserva solo el 40% de la información recibida por vía auditiva, lo que aumenta al doble si se complementa con la información visual y todavía más si se puede interactuar con ella; por otro lado, el ver la animación secuencial de los eventos electromecánicos correlacionada temporalmente con los diferentes parámetros de la actividad cardiaca pudiera ayudar a la comprensión más rápida del fenómeno.

La segunda prueba se realizó con el fin de conocer la tasa de retención de la información adquirida durante la clase del ciclo cardiaco. El análisis muestra que hay una pérdida de información u olvidos explicables porque, si bien la adquisición del conocimiento se realiza en el sentido de crear cambios duraderos, la base de la plasticidad, es un hecho que se pierden en el transcurso del tiempo si no son reactivados con cierta frecuencia. Por ello sería deseable que los estudiantes interesados pudieran acceder al programa independientemente de su actividad en el aula, lo cual se lograría si hubiera una programoteca a su disposición el mayor tiempo posible (Kent, 1997).

La eficiencia del programa usado en forma individual quedó manifiesta cuando los alumnos, que no asistieron a la clase con el grupo, realizaron el segundo examen pues se registraron incrementos altamente significativos en el número de aciertos. Esto probablemente se facilita porque el alumno corre el programa a su ritmo particular de aprendizaje y puede repasar las explicaciones las veces que quiera.

Es indudable que hay motivos para pensar que el uso de las computadoras como instrumento para el aprendizaje puede apoyar a la formación de los médicos. Todo esfuerzo en este sentido redundará en una mejor capacitación que les permita entender más los problemas de los pacientes y tomar mejores decisiones que los resuelvan. Es de esperarse que la necesidad de incluir la educación informática en las escuelas de medicina con el tiempo (Sancho J.J., 1993). Sin embargo, se debe recalcar la importancia de tener los programas adecuados, cimentados en procesos de investigación metódica y que sean correctamente validados (Lobo y cols., 1986 y

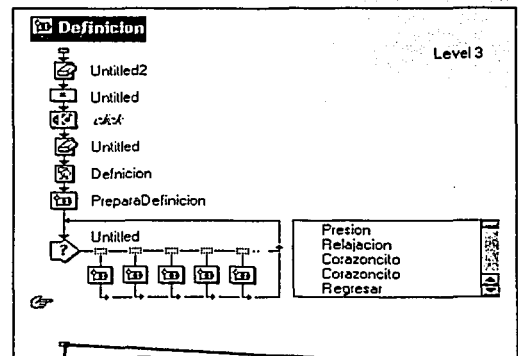
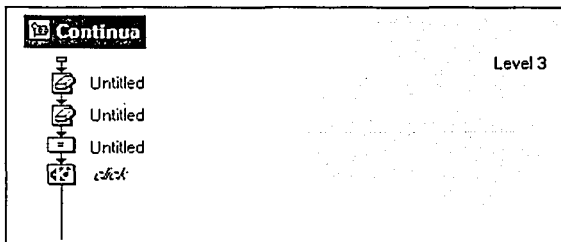
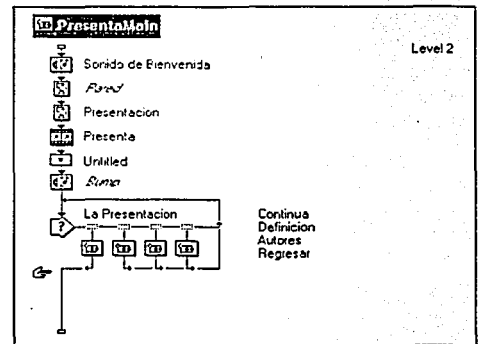
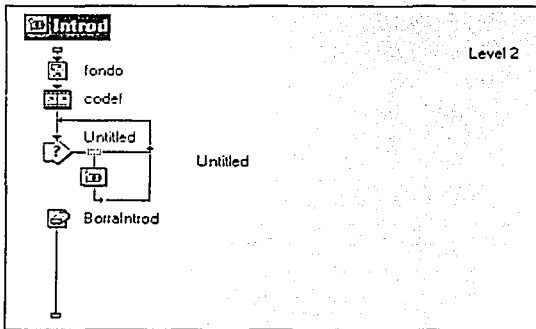
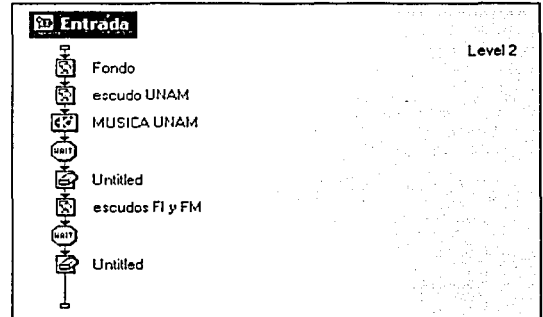
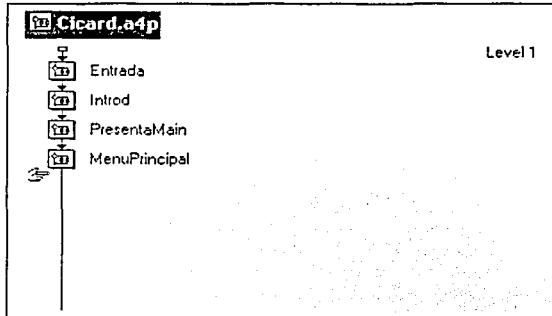
Fernández y Gorenc, 1995). Por último, se propone que el programa presentado pudiera ser un modelo para la creación de nuevos recursos didácticos que sean desarrollados con el uso de recursos al alcance de nuestras instituciones.

PAGINACIÓN DISCONTINUA

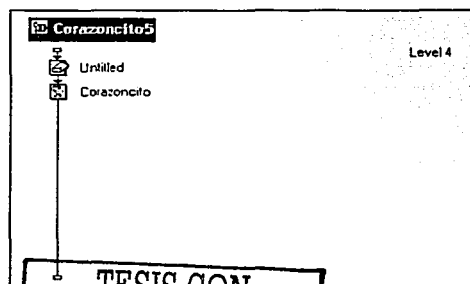
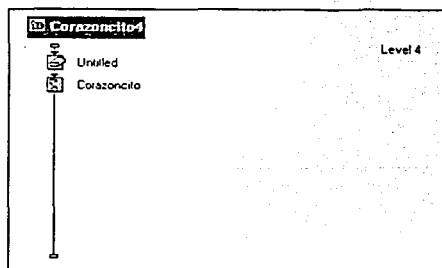
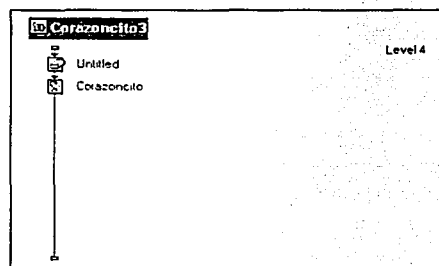
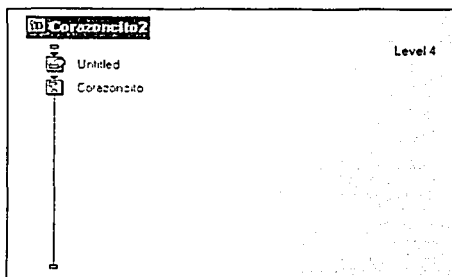
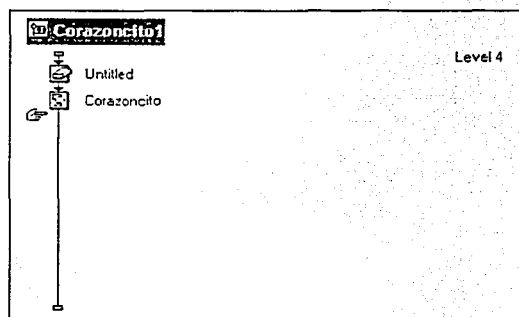
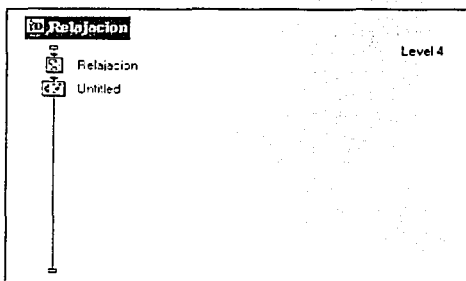
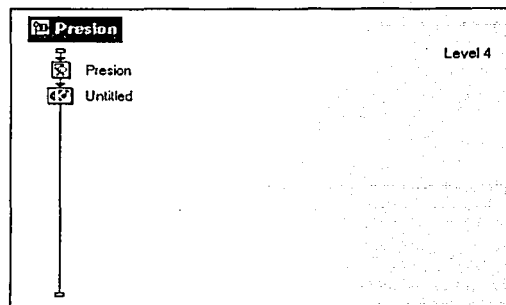
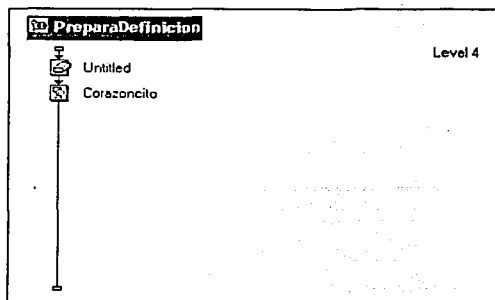
Apéndice C

DIAGRAMAS DE FLUJO DEL SISTEMA

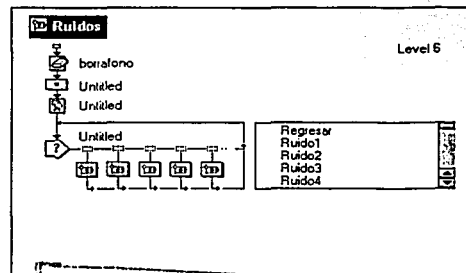
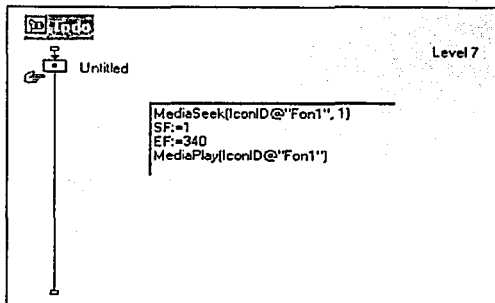
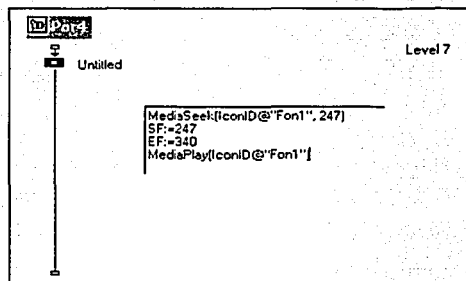
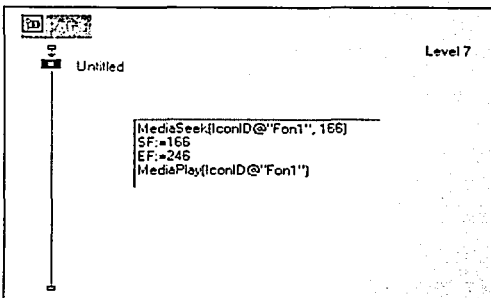
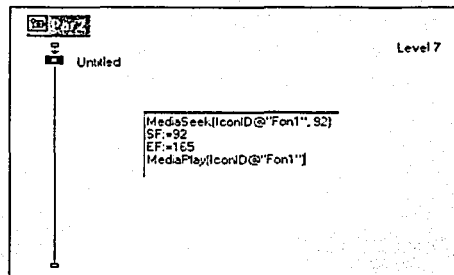
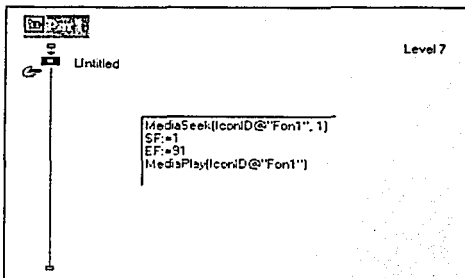
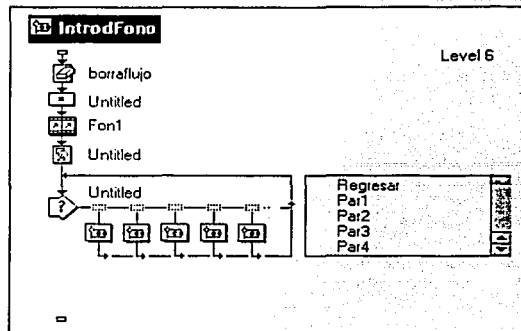
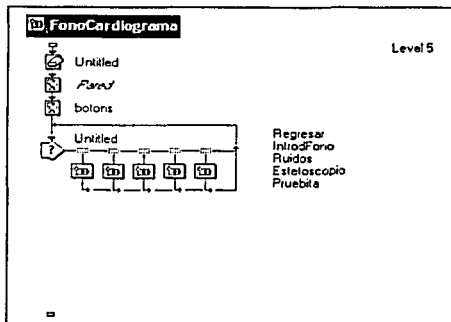
Hechos con Macromedia Authorware©



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



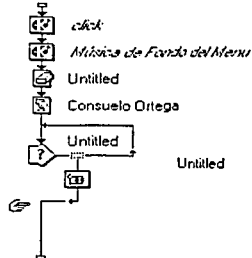
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



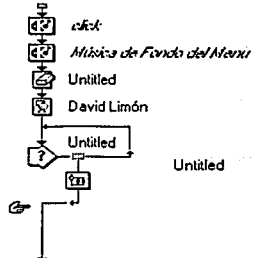
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DraConsueloOrtega

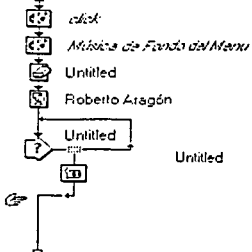
Level 5

**DavidLimón**

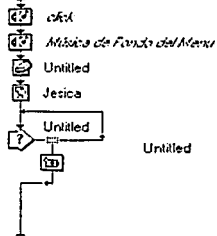
Level 5

**RobertoAragon**

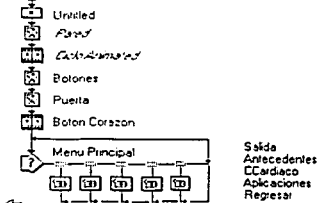
Level 5

**JessicaCoronado**

Level 5

**MenuPrincipal**

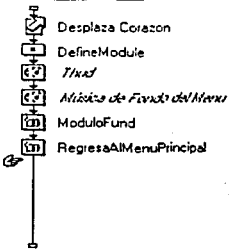
Level 2

**Salida**

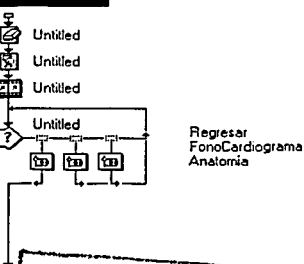
Level 3

**Antecedentes**

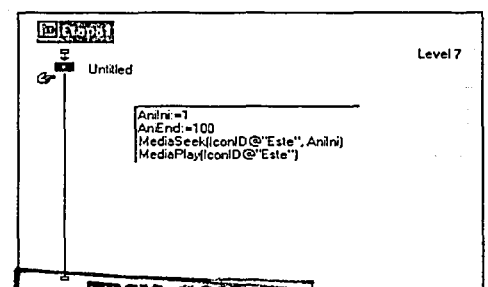
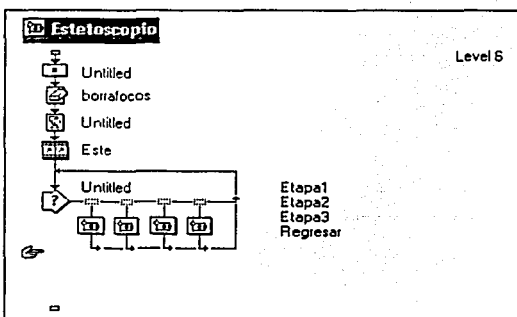
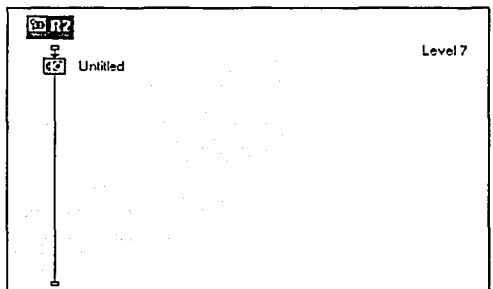
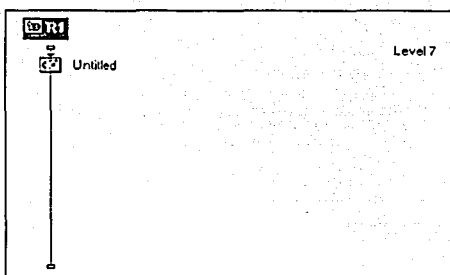
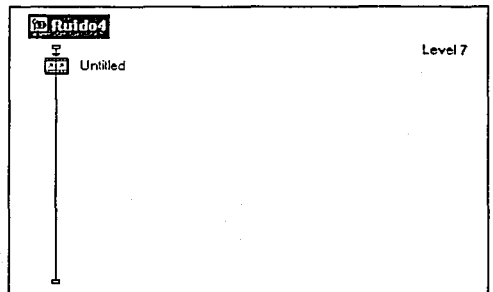
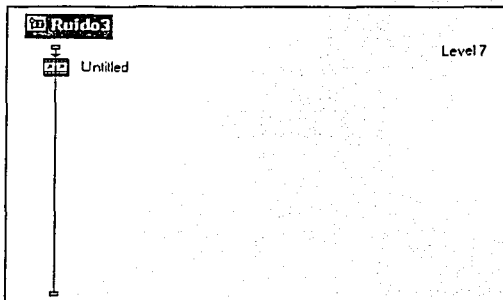
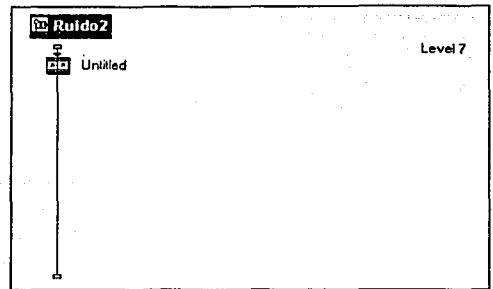
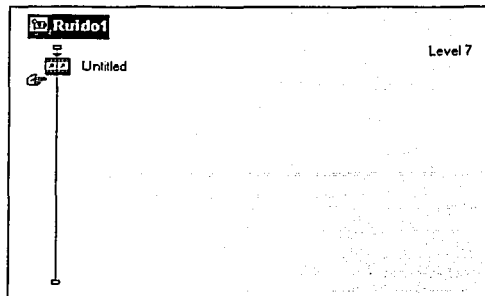
Level 3

**ModuloFund**

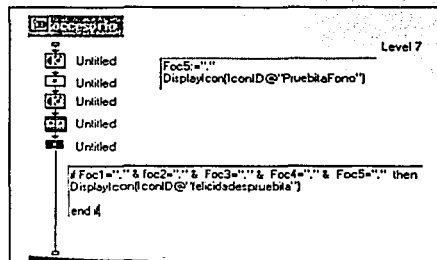
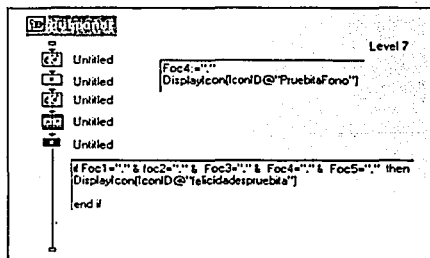
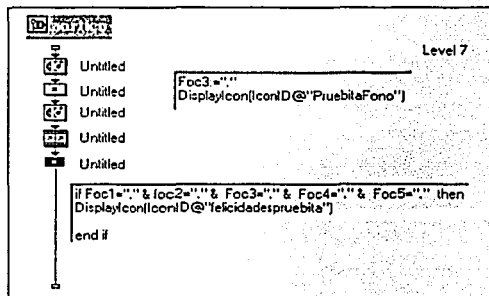
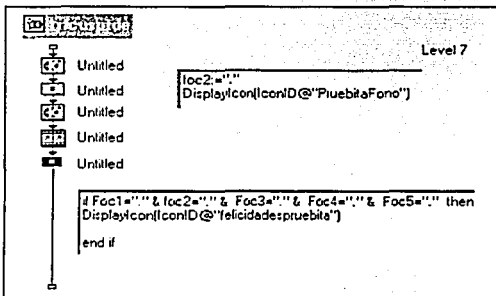
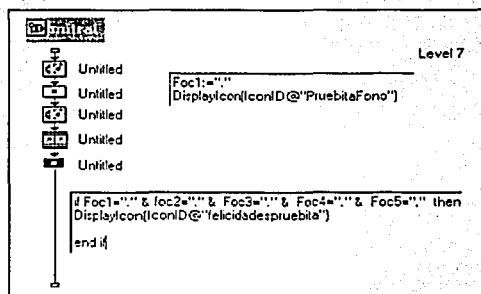
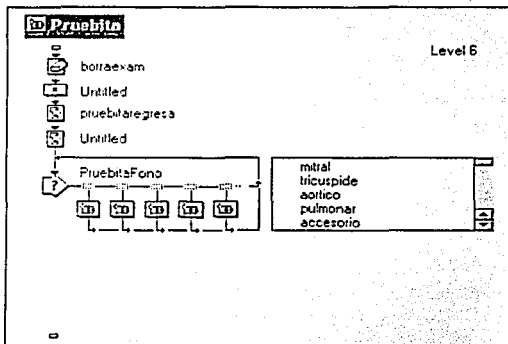
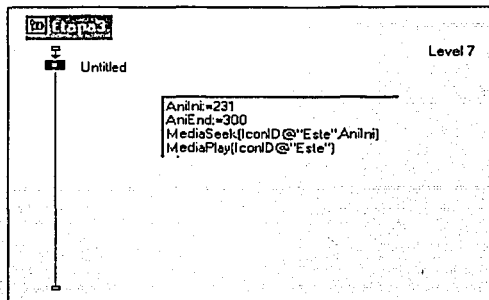
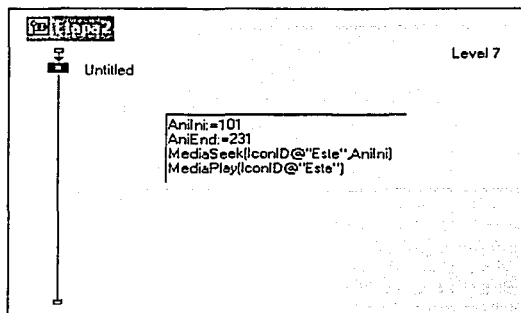
Level 4



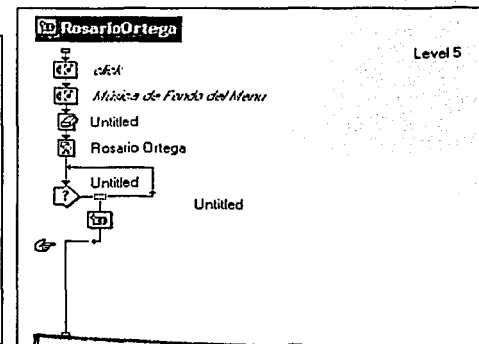
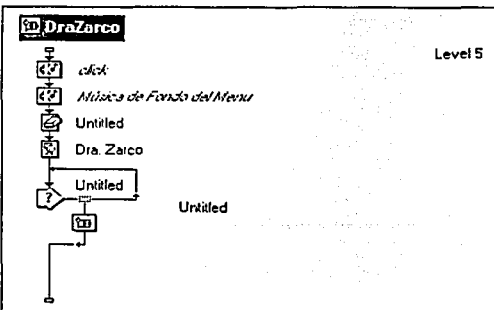
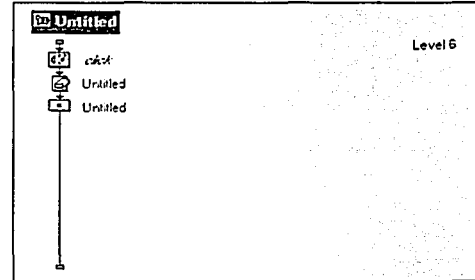
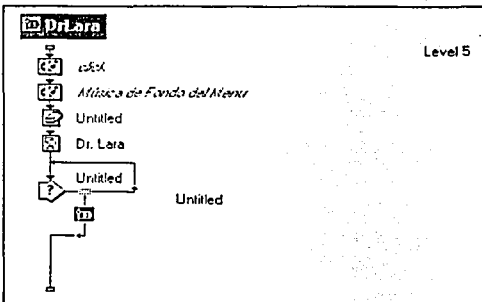
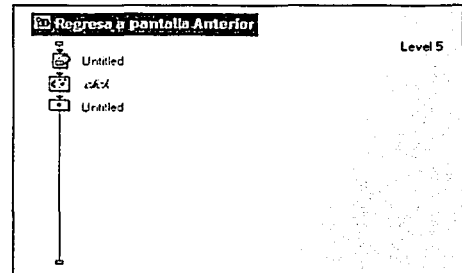
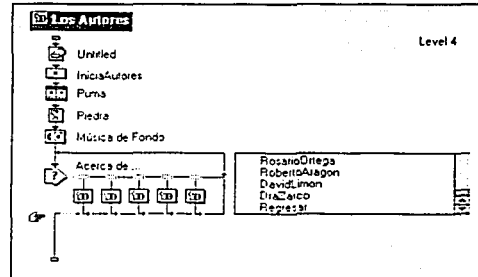
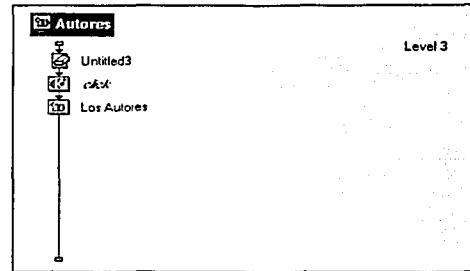
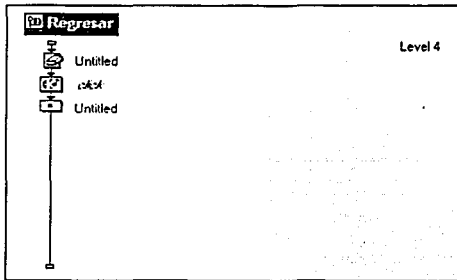
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



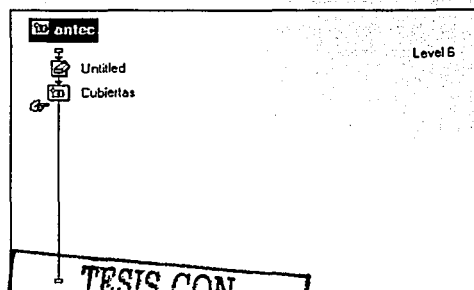
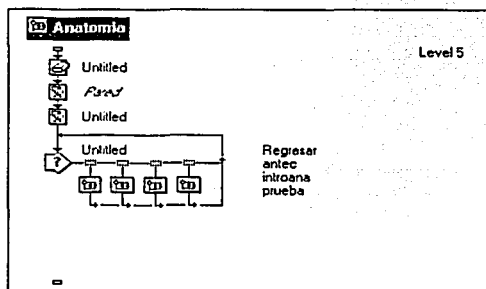
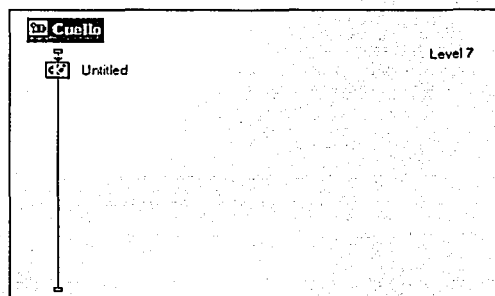
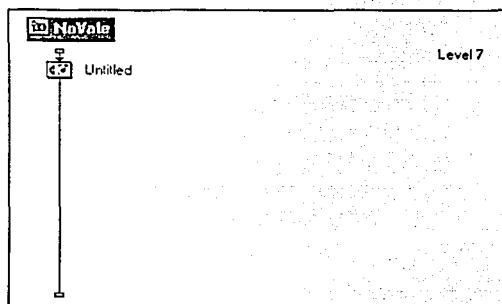
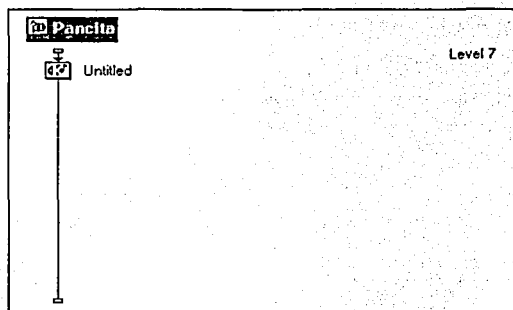
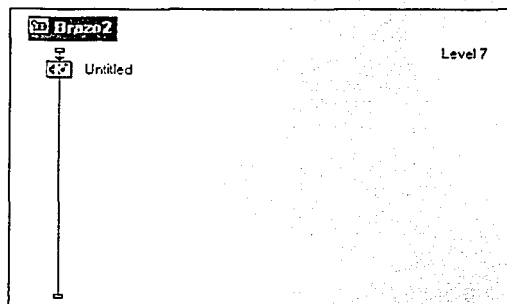
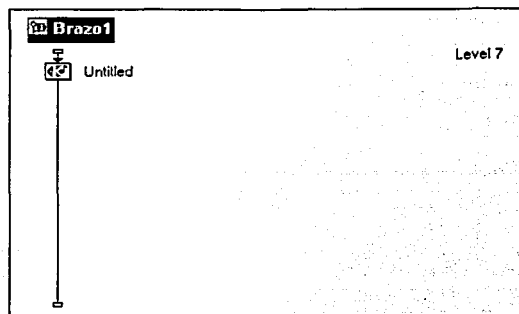
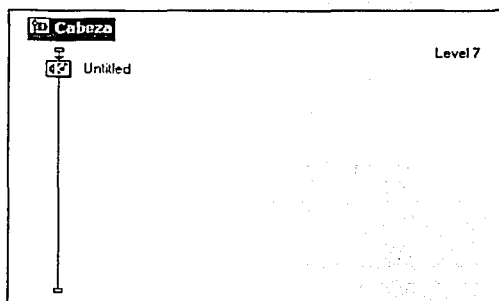
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



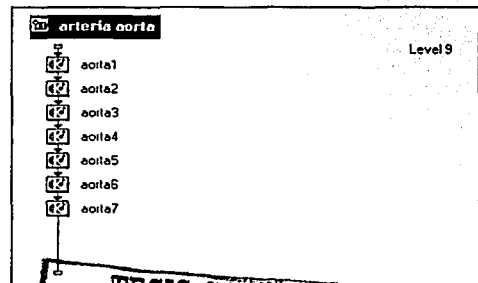
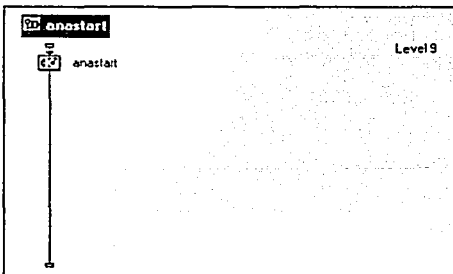
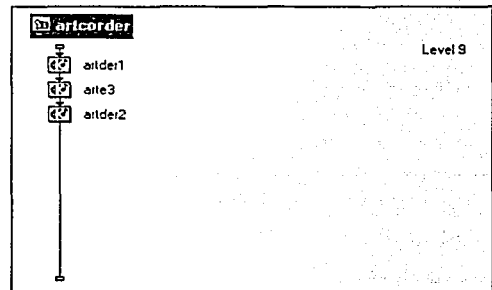
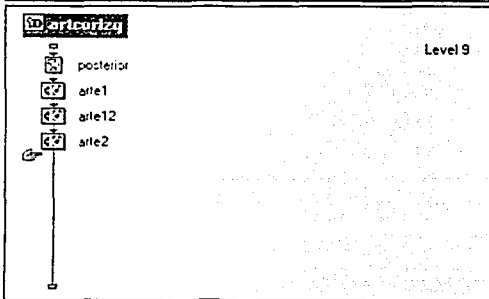
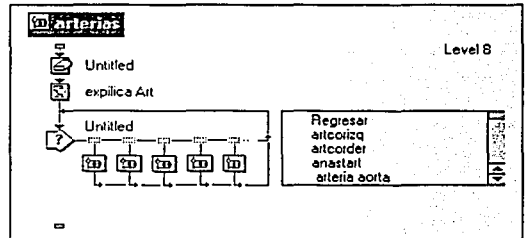
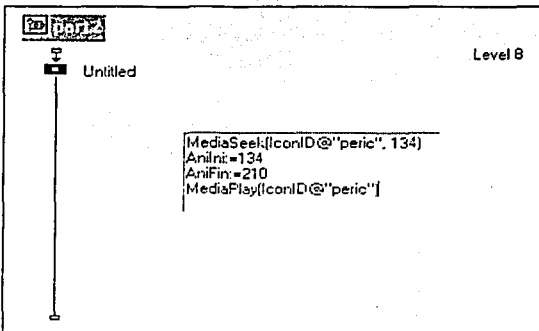
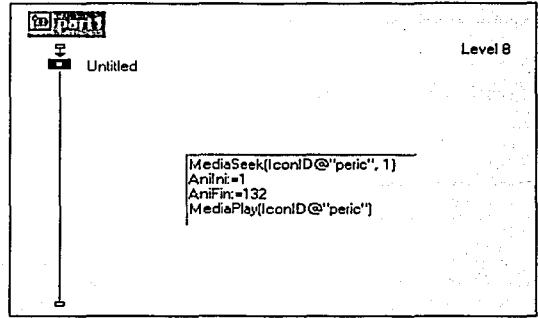
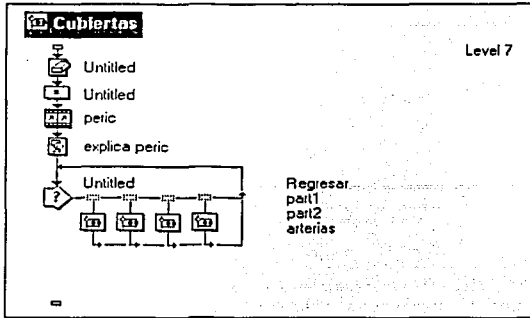
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



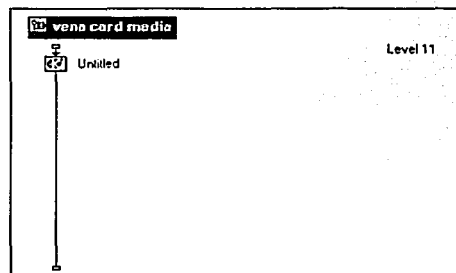
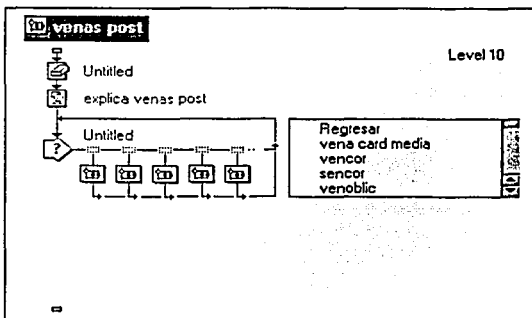
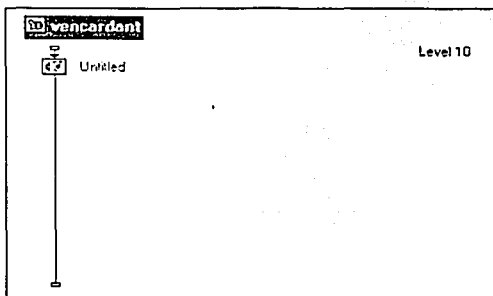
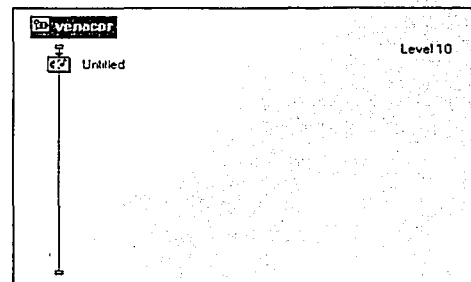
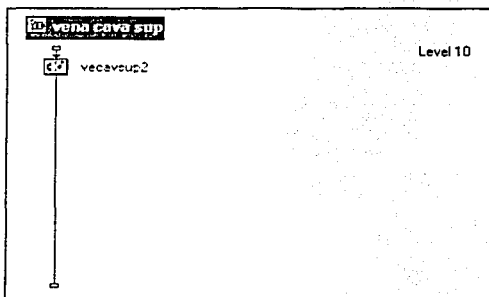
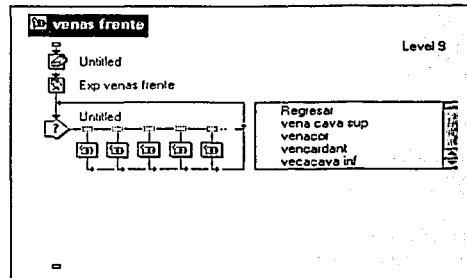
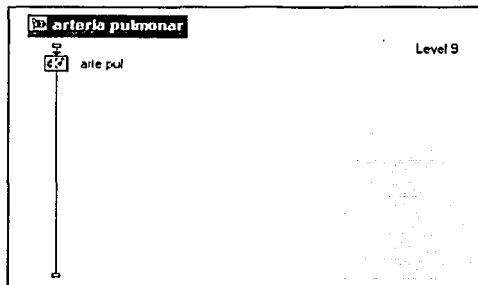
TESIS CON FALLA DE ORIGEN



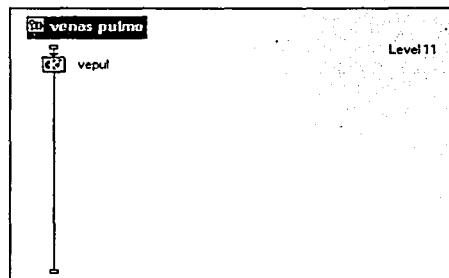
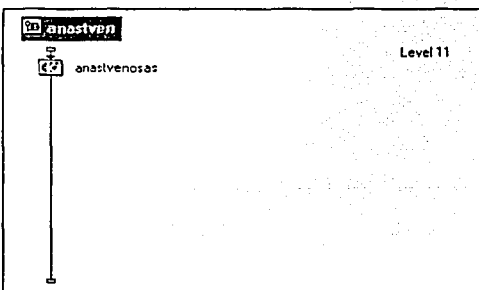
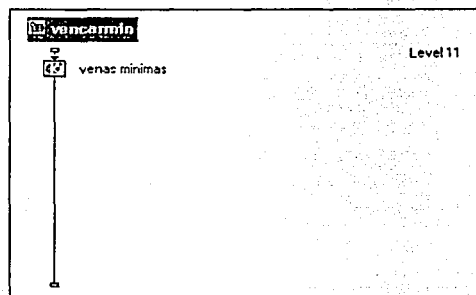
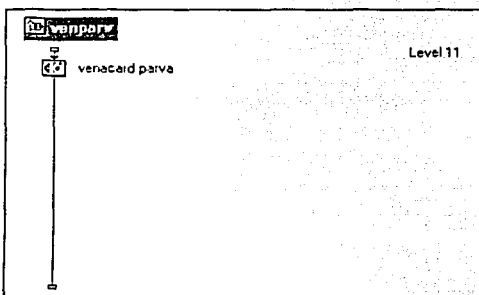
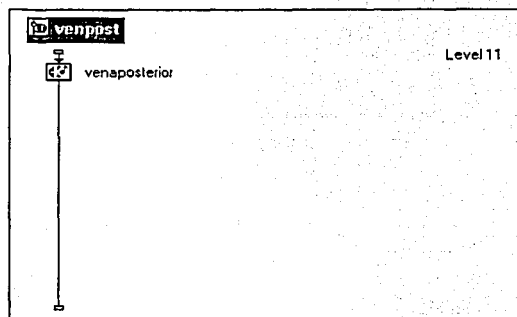
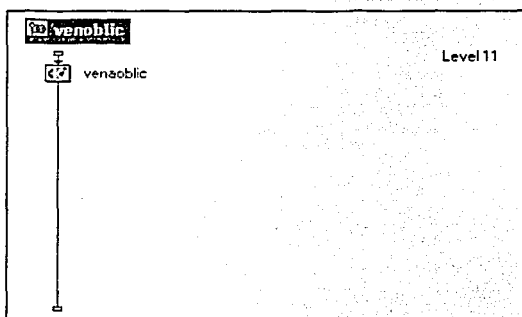
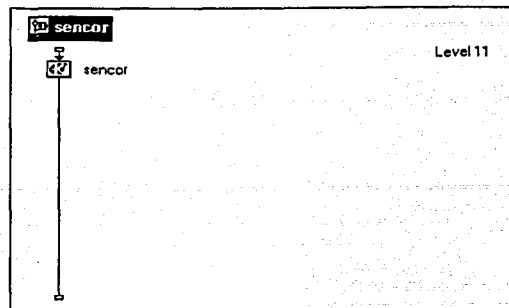
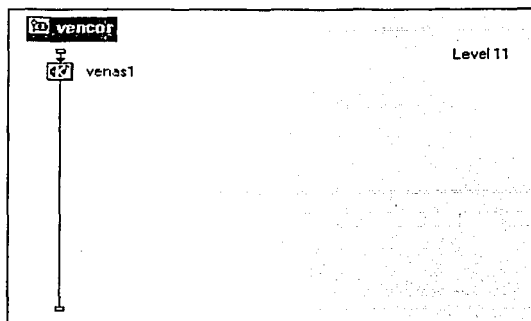
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



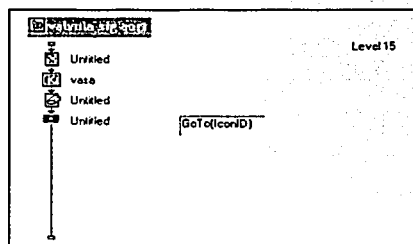
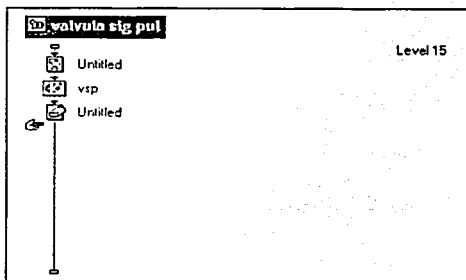
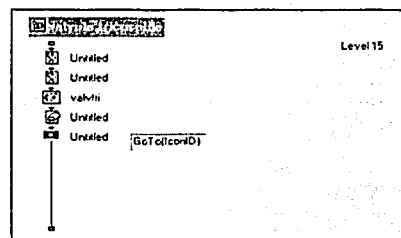
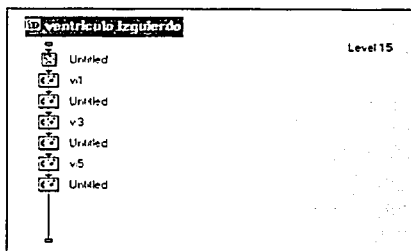
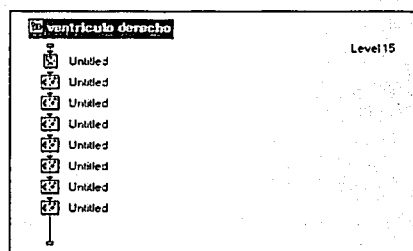
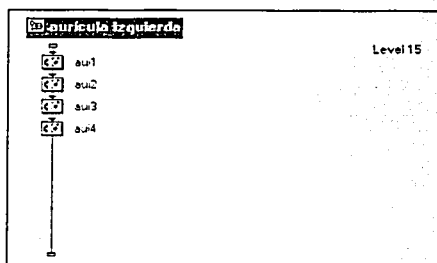
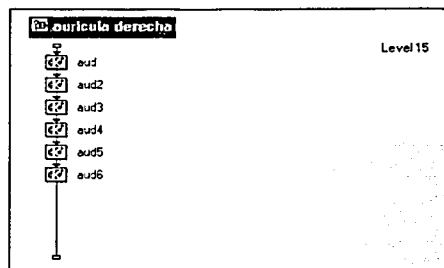
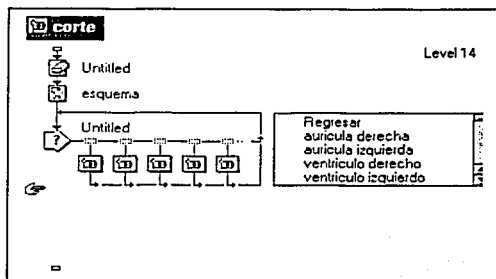
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



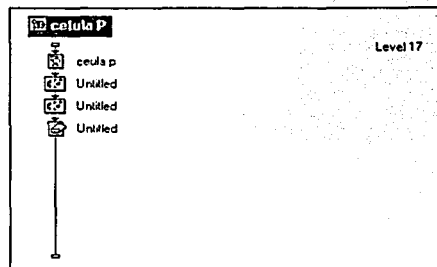
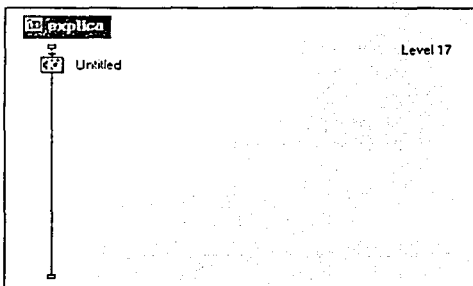
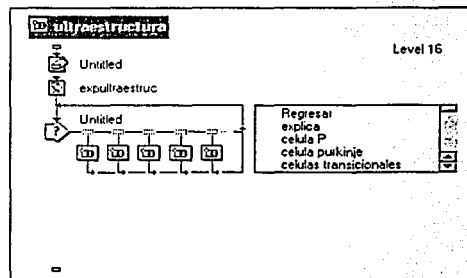
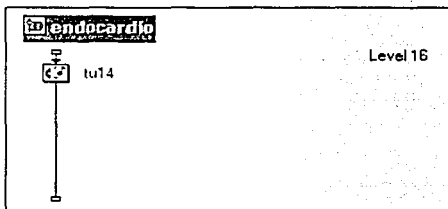
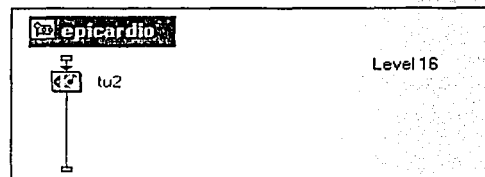
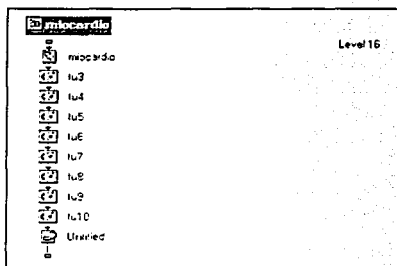
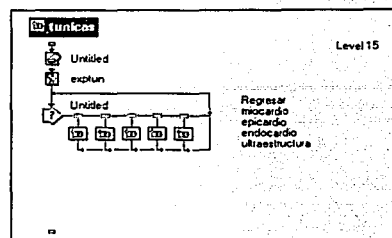
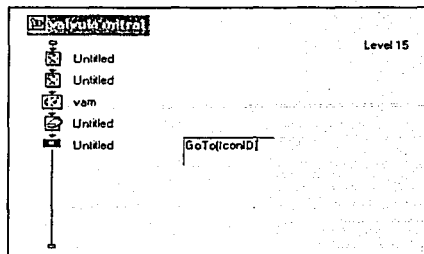
TESIS CON FALLA DE ORIGEN



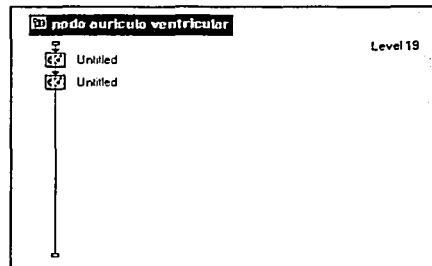
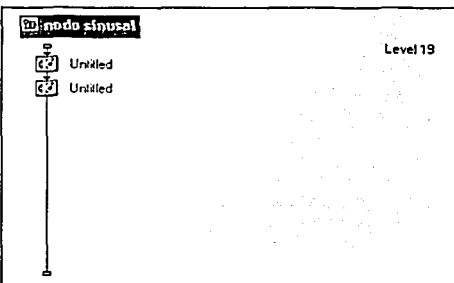
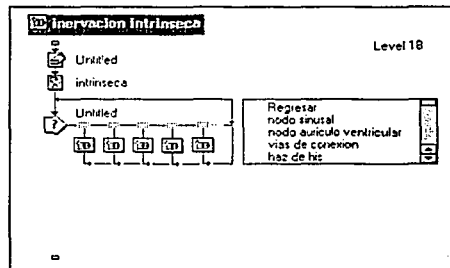
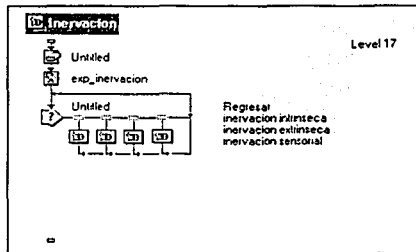
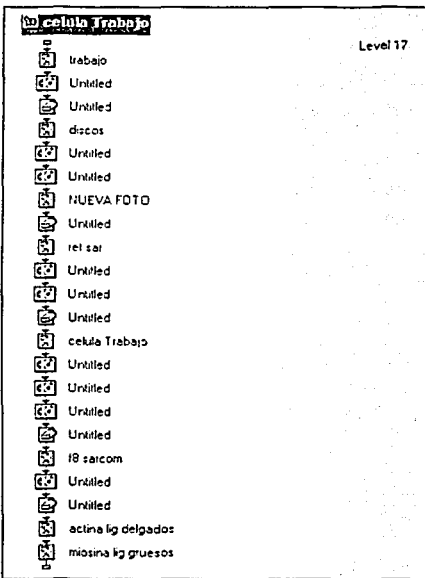
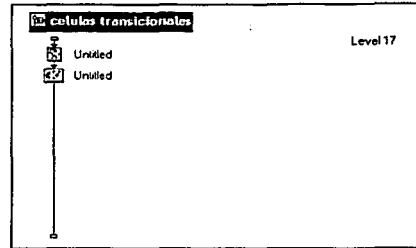
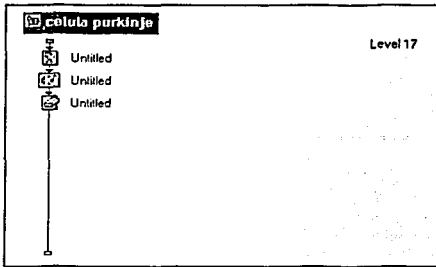
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



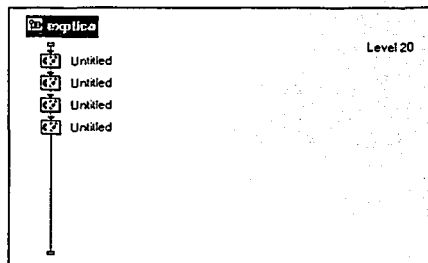
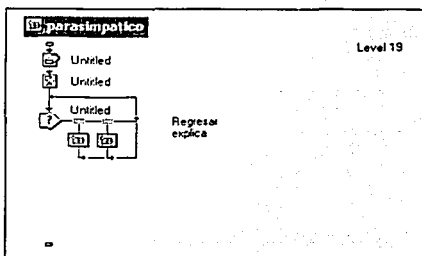
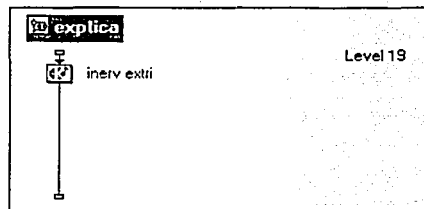
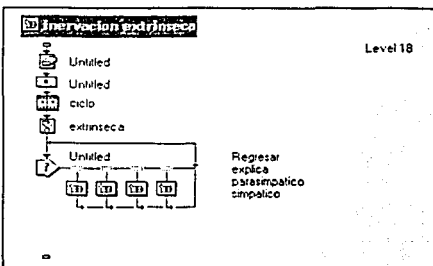
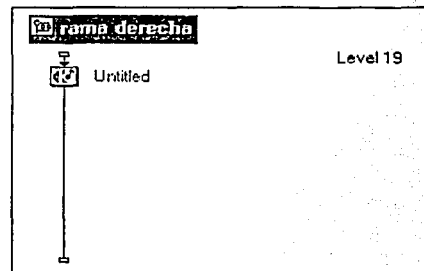
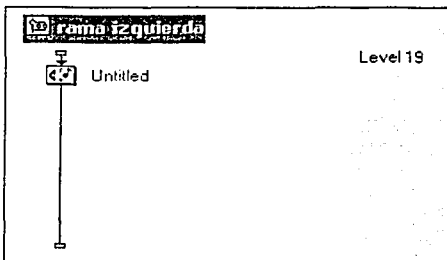
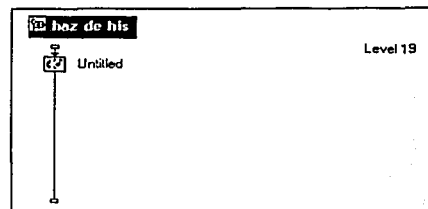
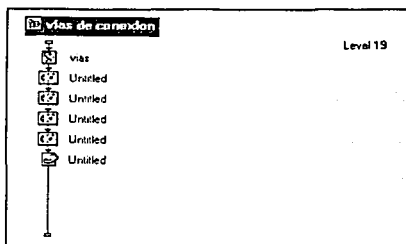
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



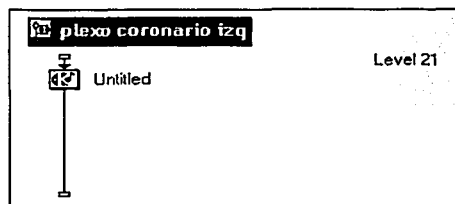
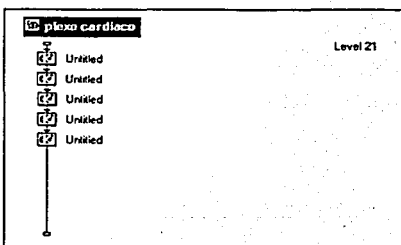
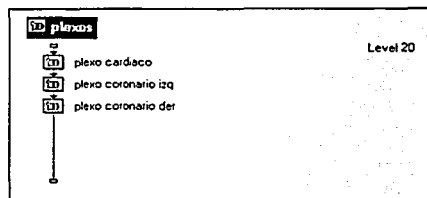
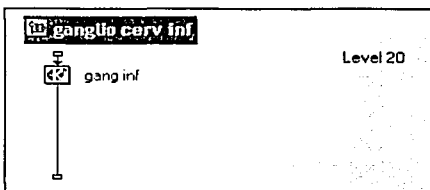
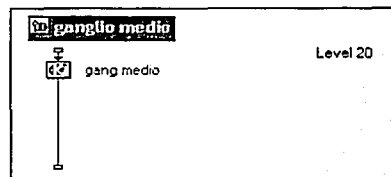
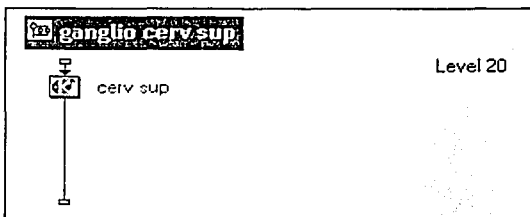
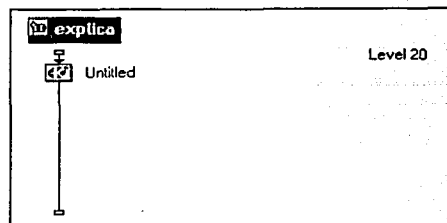
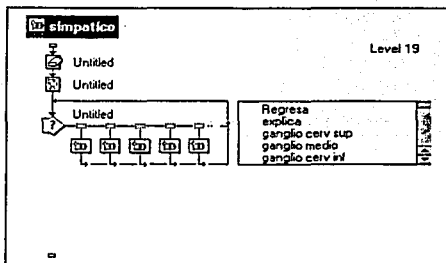
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



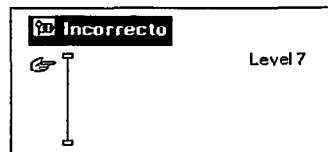
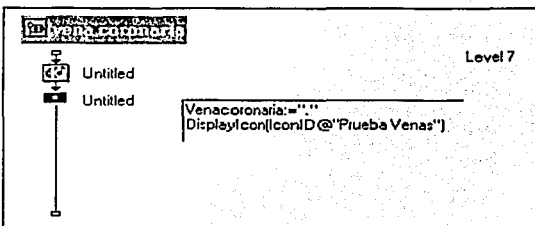
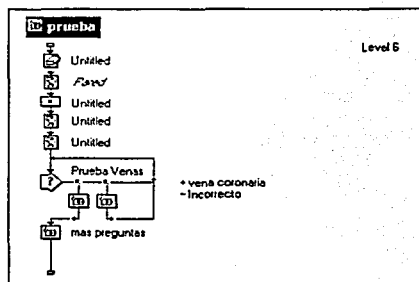
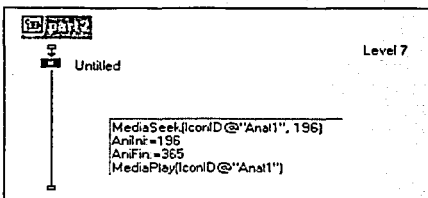
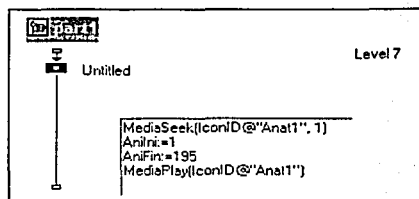
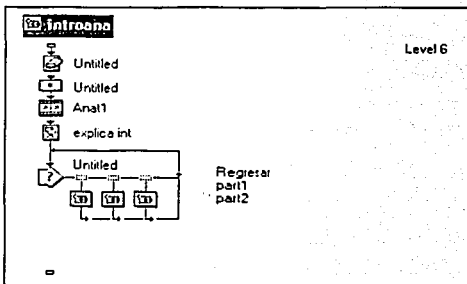
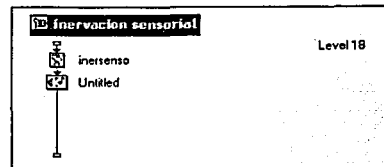
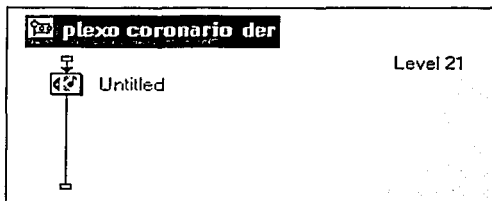
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



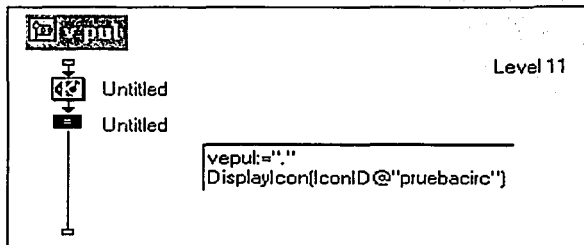
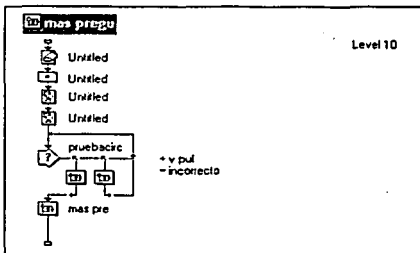
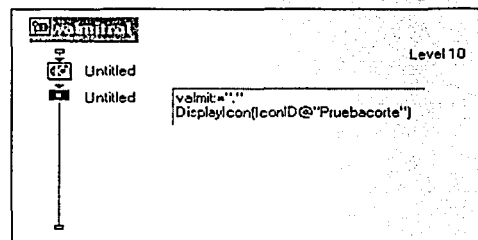
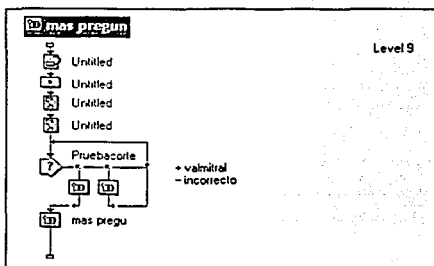
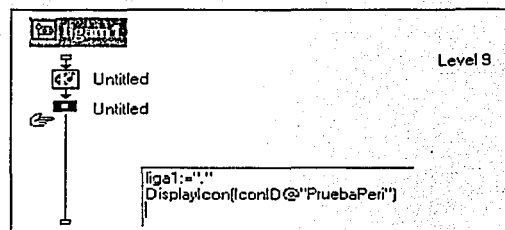
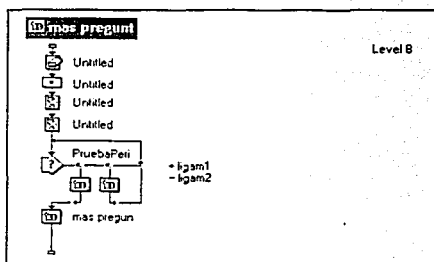
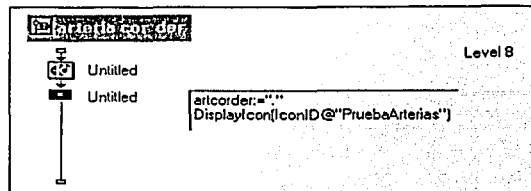
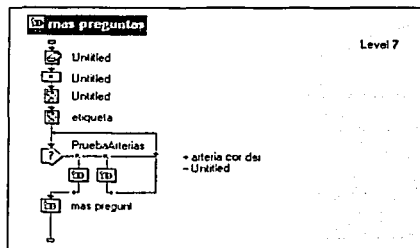
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



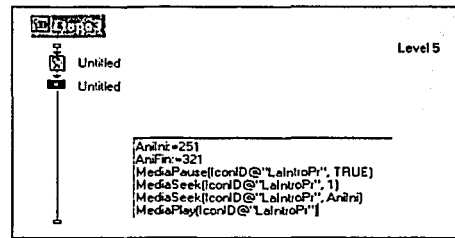
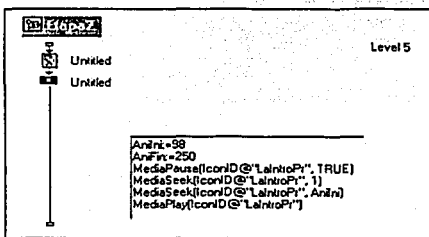
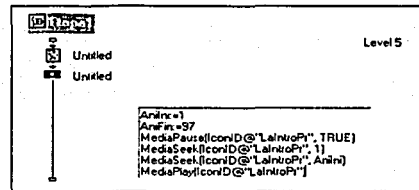
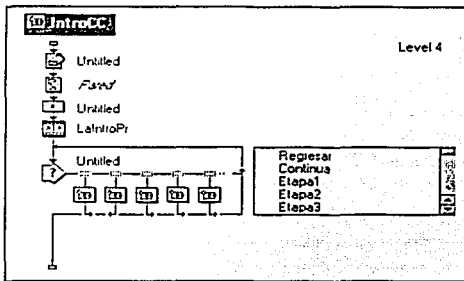
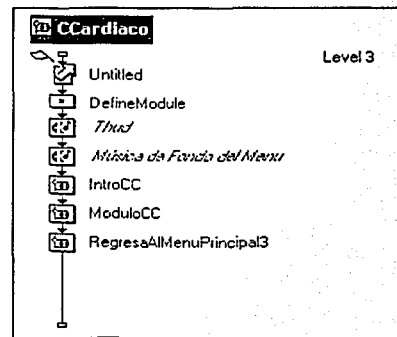
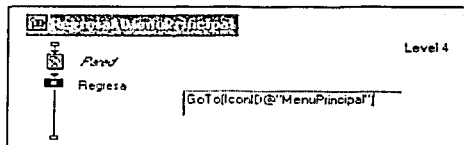
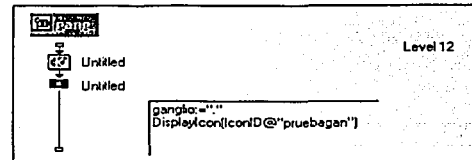
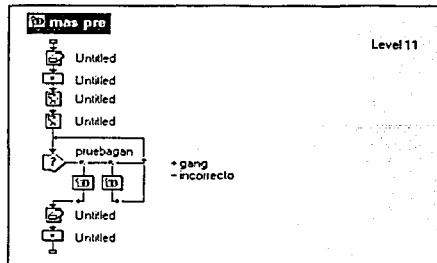
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



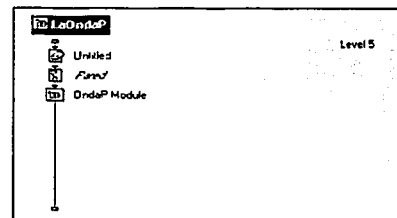
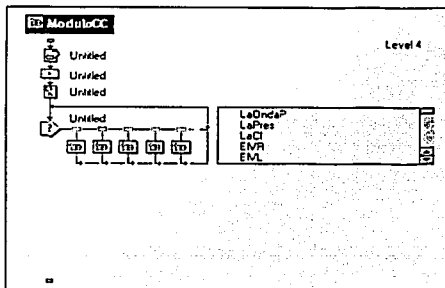
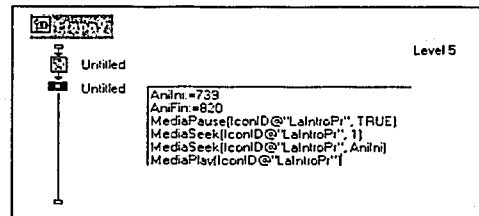
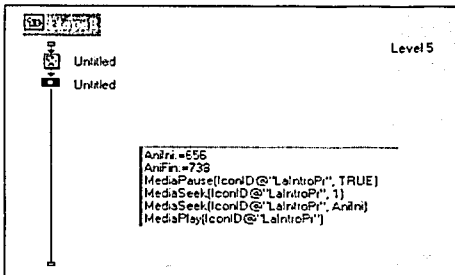
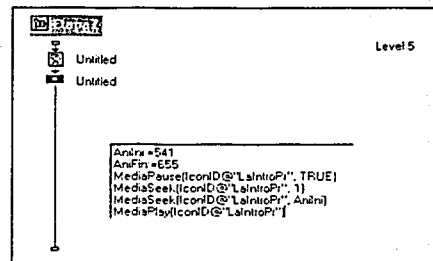
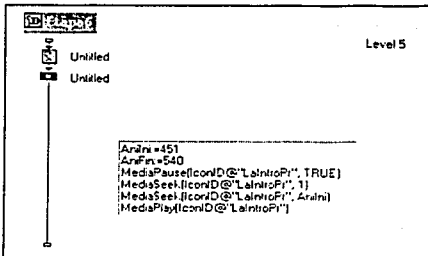
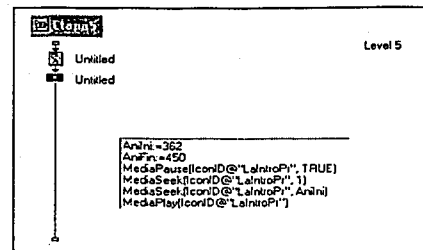
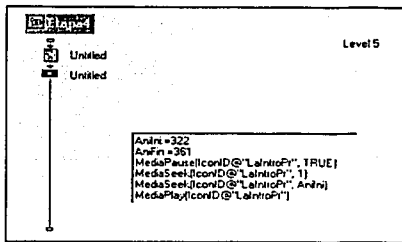
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



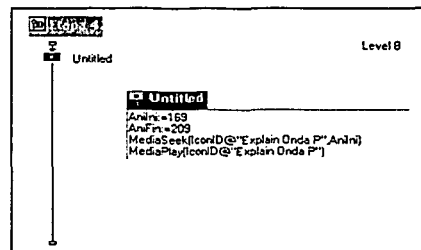
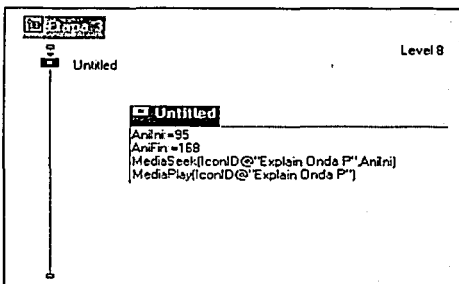
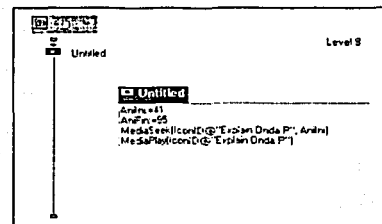
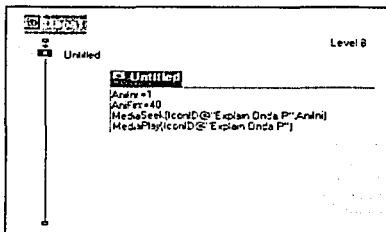
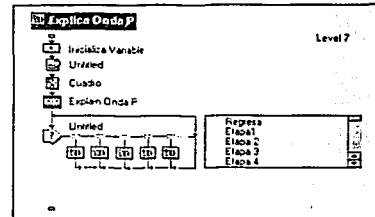
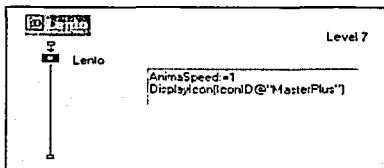
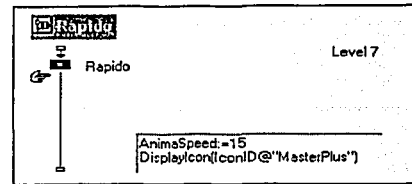
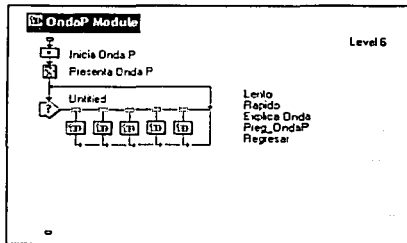
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



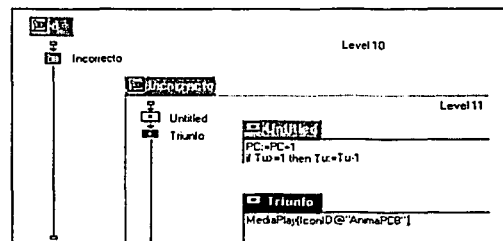
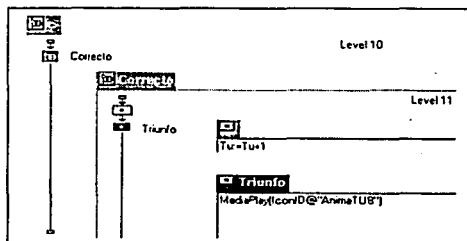
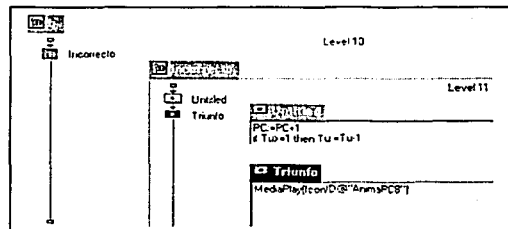
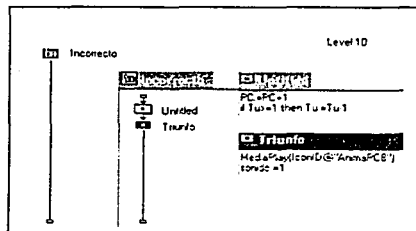
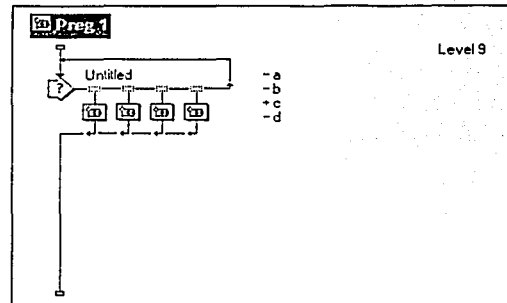
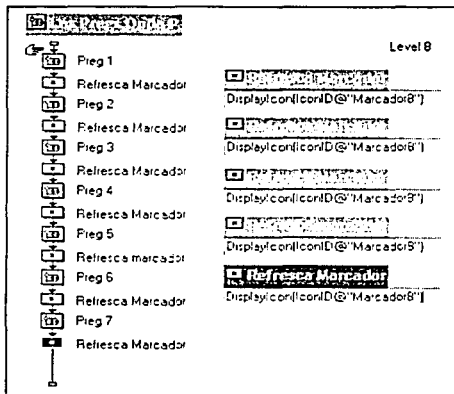
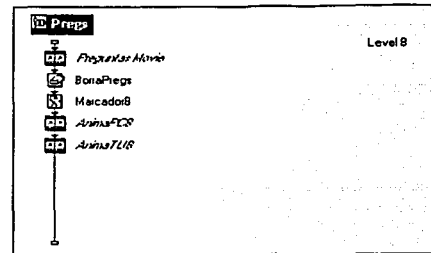
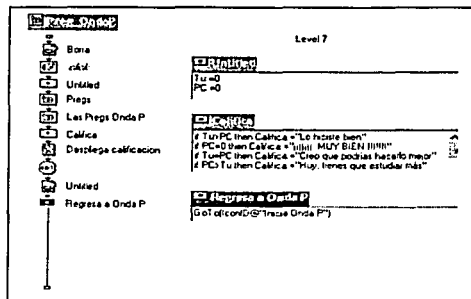
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

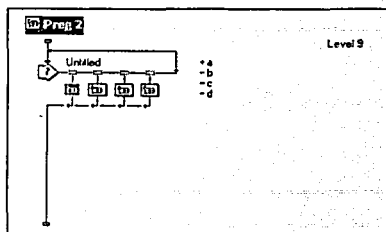


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

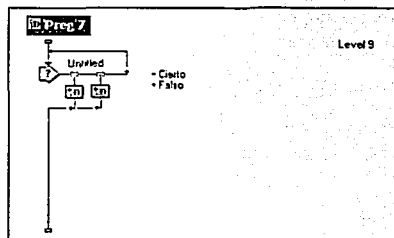
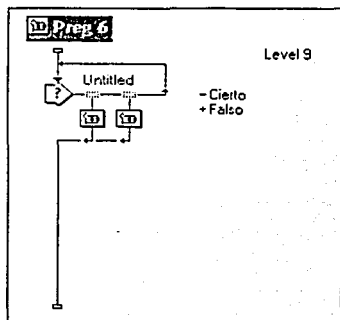
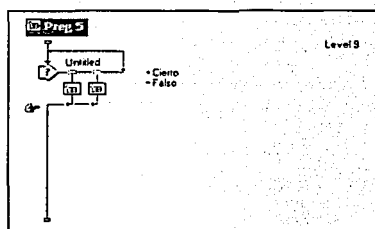
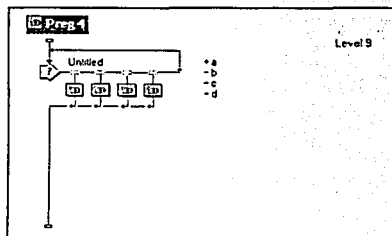
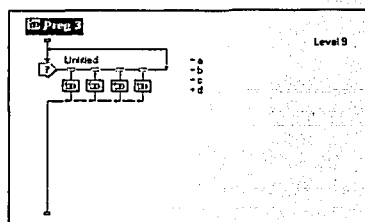


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

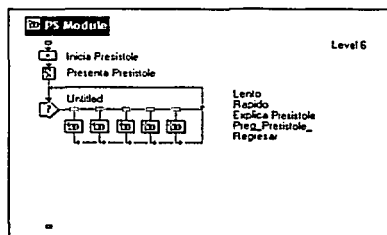
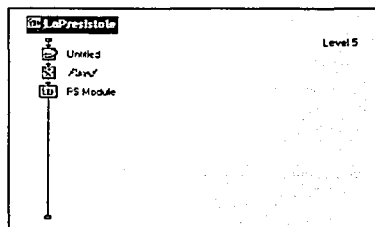




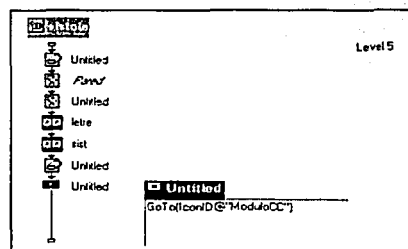
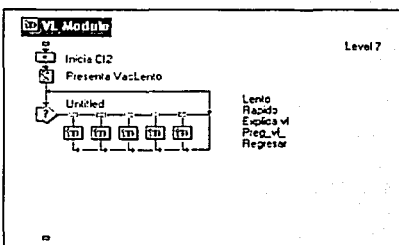
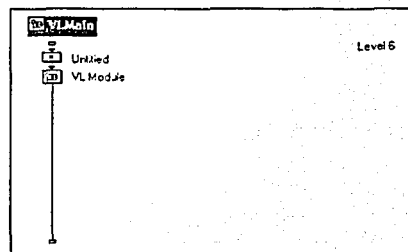
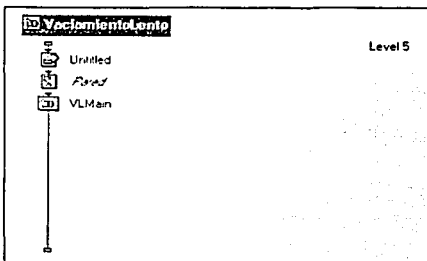
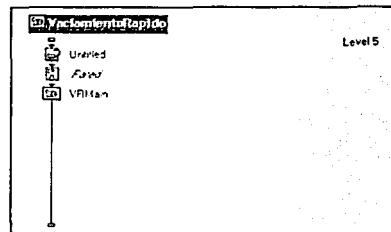
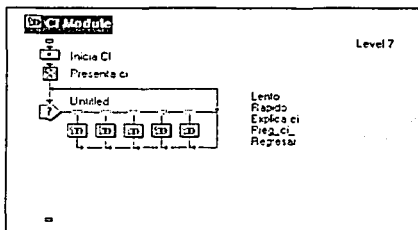
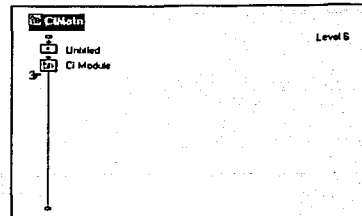
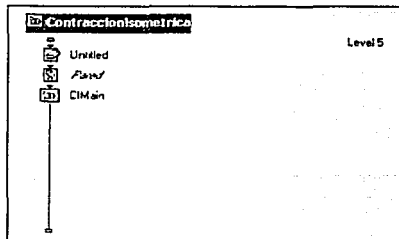
Se repite la estructura de a, b, c y d por lo que se omiten y se muestran solamente las preguntas.



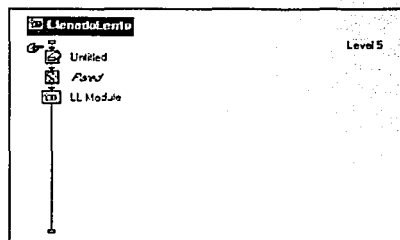
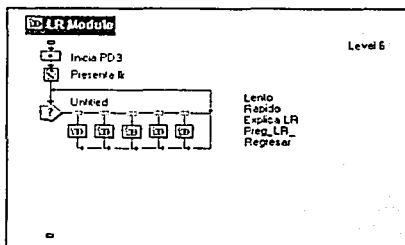
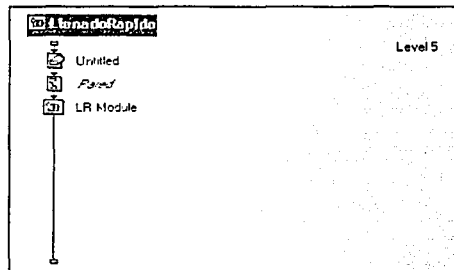
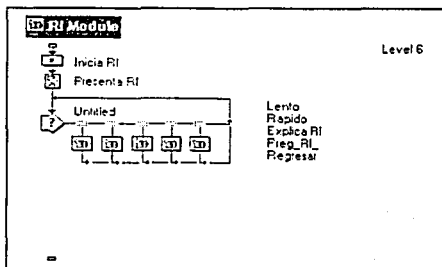
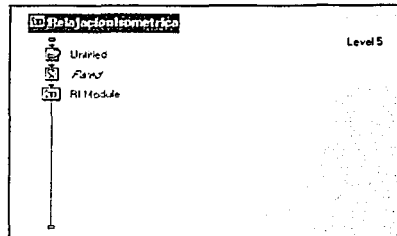
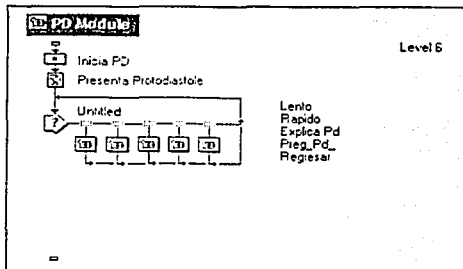
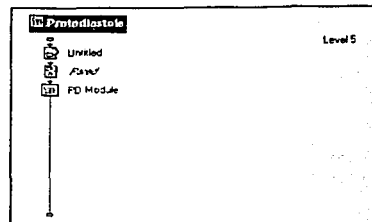
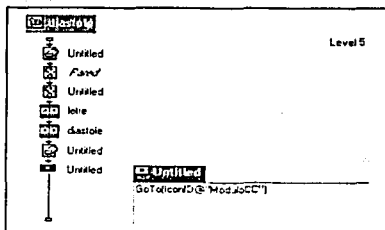
También la estructura de las nueve fases es muy similar por lo que se muestran solo las principales.



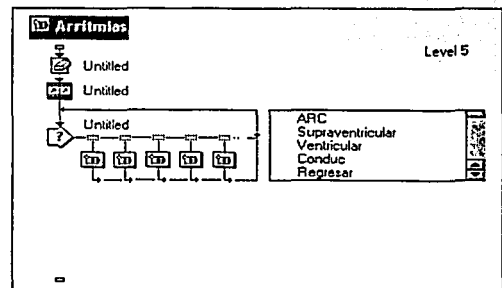
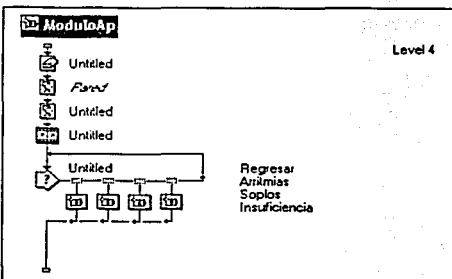
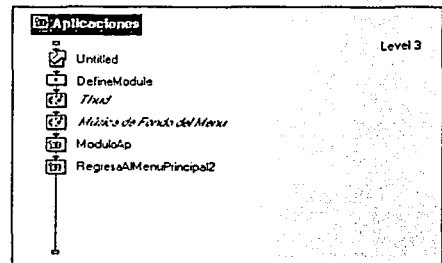
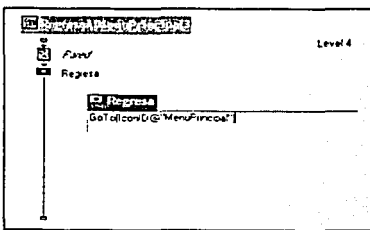
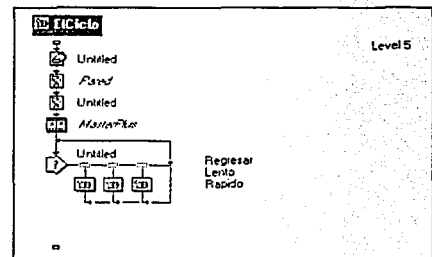
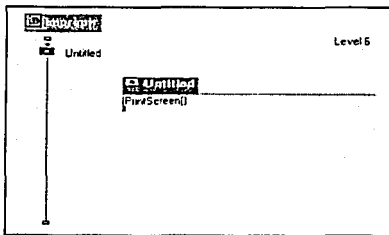
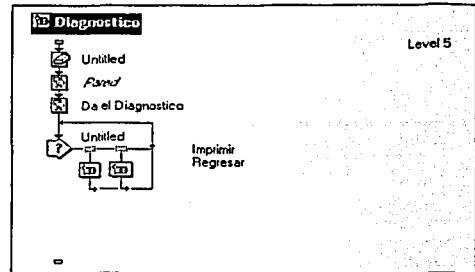
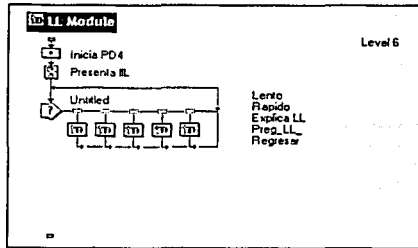
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



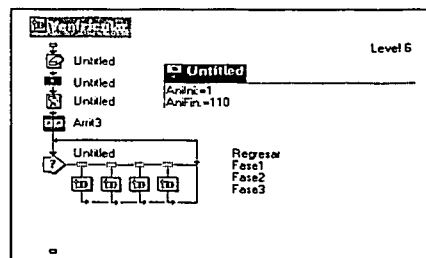
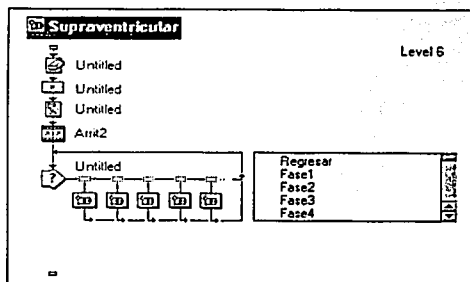
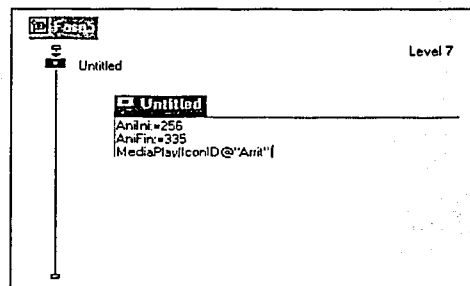
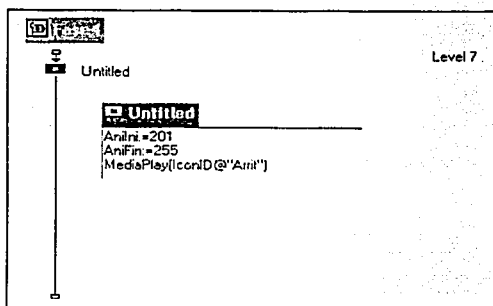
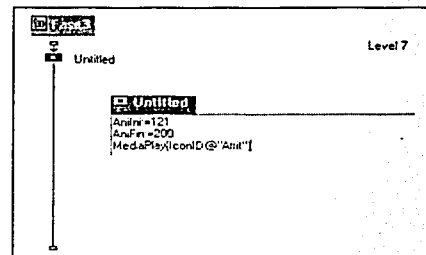
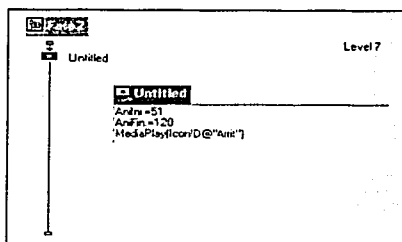
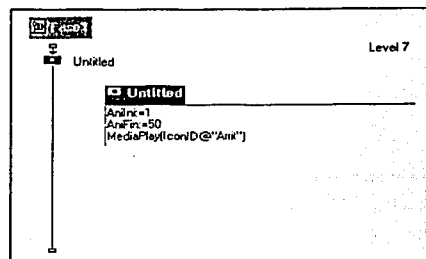
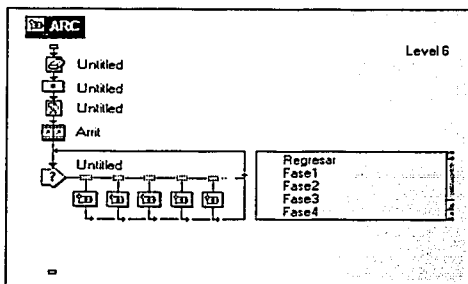
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



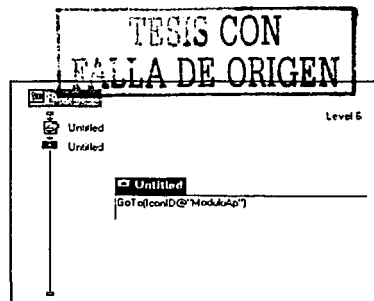
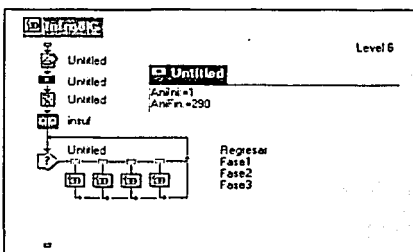
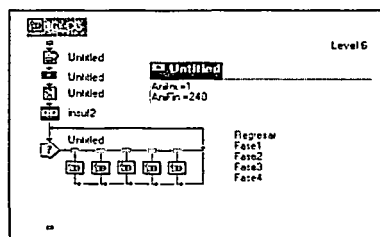
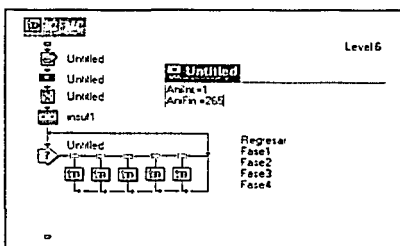
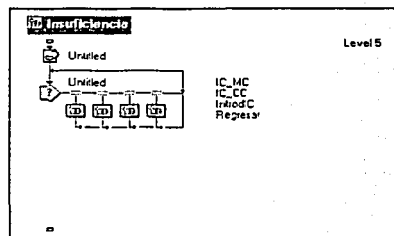
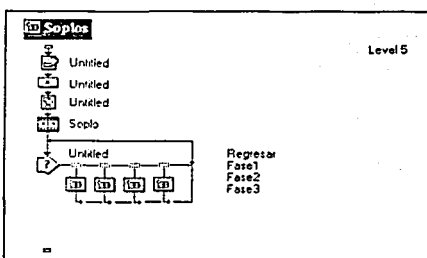
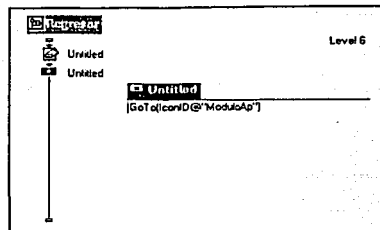
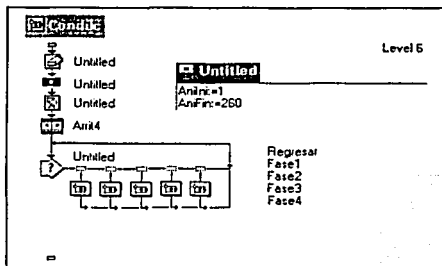
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

















TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Simbología utilizada en Authorware

<i>Símbolo</i>	<i>Descripción</i>
	Inicio
	Subrutina
	Imagen
	Objeto audible
	Animación
	Cálculo de variables
	Decisión
	Espera
	Interacción con usuario
	Movimiento de objetos
	Frame
	Navegación
	Vídeo
	Fin