



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

41

FACULTAD DE INGENIERIA

295076

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN  
PROTOTIPO DE SISTEMA DIDACTICO DE  
ENTRENAMIENTO INTERACTIVO PARA  
MECANICOS DE AVIACION

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

**INGENIERO EN COMPUTACION**

P R E S E N T A N :

**MONTES SWAIN, YOLANDA ALEJANDRINA  
GUEVARA PALMA LUIS**

**DIRECTOR: DR. SAUL DANIEL SANTILLAN GUTIERREZ**



CIUDAD UNIVERSITARIA

2001



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se diseña un sistema de enseñanza asistida por computadora que tiene como propósito, el facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje tanto a los instructores como a los alumnos de la carrera de mecánicos de aviación, al emplear éstos un medio informático para su formación técnica inicial.

Este sistema contará en su presentación con un diseño pedagógico que cumpla con las normas de enseñanza impuestas por los organismos aeronáuticos internacionales, así como de las reglas básicas en todo diseño de programas que operen dentro de una red. El sistema se encargará de exhibir un conjunto de temas referentes al curso de motores turboreactores, que es llevado en el quinto semestre de la carrera.

Con dicho sistema se pretende que los alumnos podrán estudiar o repasar sus conocimientos vistos durante sus clases, facilitando su comprensión y agilizando el avance de los temas. Para tal fin, se contará con textos, gráficas, dibujos y animaciones que ayudaran al entendimiento de los sistemas que conforma un motor a reacción.

El sistema también será una herramienta más de apoyo para los profesores en la impartición de sus clases. La contribución del instructor al crecimiento de la información contenida en el sistema la podrá llevar a cabo, al integrar éste su propio material y experiencia que dependerán de las necesidades o cambios tecnológicos que se presentan en la aviación.

Esta tesis comienza en el **Capítulo 1**, el cual revisa la evolución y el avance en sistemas de Enseñanza Asistida por Computadora (Computer Based Training) en el campo aeronáutico internacional, además se evaluará la situación de la enseñanza y el desarrollo de sistemas de éste tipo en México.

En el **Capítulo 2** se define el objetivo específico para el trabajo a desarrollar, también se indica el alcance del sistema como el medio que pueda contribuir a la solución de los problemas de entrenamiento que se presentan en el campo aeronáutico nacional.

El **Capítulo 3** se encarga del proceso de diseño pedagógico necesario para el desarrollo del sistema como material educativo. Se iniciará con definiciones sobre la enseñanza, el aprendizaje y su proceso tanto tradicional como por computadora; se integrarán también, un conjunto de normas y herramientas que tienen que ver con el contenido de la información y su presentación, así como de lo referente a los formatos de diseño para sistemas de enseñanza que sean ofrecidos en la red.

La especificación del sistema, es brevemente descrita en el **Capítulo 4** y en donde se determinará el ambiente y las herramientas posibles para llevar a cabo un programa que sea sencillo de implementar y usar. Además se buscarán aquellos elementos de software y hardware que sean de fácil obtención, bajo costo y que se adapten a las características de los equipos y recursos de las escuelas aeronáuticas.

En el **Capítulo 5** se resume el proceso de diseño y selección de las herramientas que mejor se ajustaron a las características requeridas tanto por el programa como por los equipos en donde será instalado el sistema.

El desarrollo del sistema se discute en el **Capítulo 6**, en donde se describen los pasos seguidos para la creación del programa principal y de los programas adicionales. En ésta parte, se muestran las pantallas de presentación de la información y su funcionamiento.

Las pruebas, errores y correcciones del sistema son expuestos en el **Capítulo 7** donde se ven las limitaciones, problemas y soluciones que se presentaron en algunas herramientas de cómputo que actualmente se encuentran en el mercado y que fueron elegidas para el desarrollo del programa.

El **Capítulo 8** se encarga de las pruebas llevadas a cabo con los usuarios del sistema y en donde se evaluarán los siguientes puntos: la facilidad de uso, el diseño didáctico, el contenido de los temas y el nivel de aprendizaje alcanzado por los usuarios. El último punto, nos permitirá comparar el grado de aprendizaje alcanzado por aquellos que utilizaron la enseñanza por computadora, con los que continuaron empleando los métodos tradicionales de enseñanza.

En el **Capítulo 9** se encuentran las conclusiones obtenidas al desarrollar, implementar y probar dicho sistema, así como hacer algunas recomendaciones basándose en los resultados obtenidos para la enseñanza de los técnicos en mantenimiento de aeronaves en nuestro país.

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES .....	3
1.1 La informática en la aviación.....	3
1.2 Métodos de enseñanza para mecánicos de aviación en el mundo.....	6
1.3 Situación de la enseñanza aeronáutica en México.....	13
CAPÍTULO 2 OBJETIVO Y ALCANCE.....	17
2.1 Objetivo.....	17
2.2 Alcance.....	17
CAPÍTULO 3 EL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE.....	19
3.1 El aprendizaje.....	19
3.2 La enseñanza.....	20
3.3 Técnicas de enseñanza y medios de enseñanza.....	21
3.4 Enseñanza asistida por computadora.....	22
3.4.1 Consideraciones para el diseño del sistema de enseñanza por computadora.....	23
3.4.2 Selección de los medios de enseñanza para el sistema.....	24
3.4.3 Diseño propuesto para la interfaz gráfica del sistema.....	25
3.4.4 Consejos pedagógicos para el diseño del sistema.....	26
CAPÍTULO 4 ESPECIFICACIÓN DEL SISTEMA.....	28
4.1 Especificaciones.....	28
CAPÍTULO 5 DISEÑO DEL SISTEMA.....	31
5.1 Equipo servidor.....	31
5.1.1 Software del servidor.....	31
5.1.2 Protocolo de red.....	32
5.1.3 Software servidor de web.....	32
5.1.4 Base de datos.....	32
5.2 Lenguaje de programación.....	32
5.3 Módulos del sistema.....	33
CAPÍTULO 6 DESARROLLO DEL SISTEMA.....	35
6.1 Instalación de software.....	35
6.2 Desarrollo del programa.....	35
6.3 Selección del tema.....	36
6.4 Procedimiento del despliegue en java.....	37
6.4.1 Despliegue del texto.....	37
6.4.2 Despliegue de las imágenes.....	37
6.5 Programas adicionales.....	38
6.5.1 Diccionario aeronáutico inglés-español.....	38
6.5.2 Catálogo ATA-100.....	39
6.5.3 Conversión de unidades.....	40
6.5.4 Alfabeto aeronáutico.....	41
CAPÍTULO 7 PRUEBAS OPERATIVAS DEL SISTEMA.....	42
7.1 Pruebas de comunicación entre cliente y servidor.....	42
7.1.1 Configuración y conexión de la red.....	42
7.1.2 Instalación del servidor web.....	43
7.1.3 Extensiones de servidor.....	43
7.2 Pruebas de conexión con un gestor de base de datos.....	44
7.2.1 Conexión de la base de datos.....	44
7.2.2 Mantenimiento de la base de datos.....	45
7.3 Pruebas de los lenguajes de programación.....	45
7.3.1 Error en el acceso de información en el applet.....	46
7.3.2 Solución al acceso de información en el applet.....	46
7.4 Prueba de los navegadores.....	47
7.4.1 Error durante la prueba del sistema en el navegador Netscape.....	47
7.4.2 Solución a los problemas encontrados el navegador Netscape.....	47
7.5 Pruebas de presentación de la información.....	48
7.5.1 Error en el applet de presentación.....	48

7.5.2 Solución al applet de presentación.....	48
7.6 Pruebas en los tiempos de acceso a la información para Intranet e Internet.....	48
7.6.1 Tiempos de carga de la información en una Intranet.....	49
7.6.2 Tiempos de carga de la información en Internet.....	49
<b>CAPÍTULO 8 PRUEBA DEL SISTEMA CON SUJETOS.....</b>	<b>50</b>
8.1 Evaluación del diseño y uso del sistema.....	50
8.1.1 Facilidad de uso de las interfaces.....	50
8.1.1.1 Navegador.....	51
8.1.1.2 Diseño de la presentación del sistema.....	51
8.1.2 Diseño didáctico del sistema.....	53
8.1.3 Evaluación de los temas incluidos en el sistema.....	54
8.2 Evaluación del nivel de aprendizaje alcanzado empleando los métodos de enseñanza.....	56
8.2.1 Resultados obtenidos al emplear el sistema de enseñanza por computadora.....	56
8.2.2 Resultados obtenidos utilizando el sistema de enseñanza tradicional.....	57
<b>CAPÍTULO 9 CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>APENDICE A.....</b>	<b>60</b>
Examen de control y cuestionario de opinión sobre el sistema.....	60
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>63</b>
<b>TABLA GENERAL DE FIGURAS.....</b>	<b>65</b>
Tabla de ilustraciones.....	65
Tabla de diagramas.....	65
Tabla de gráficas.....	65

## CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES

### 1.1 La informática en la aviación.

El ambiente de la aviación ha estado permanentemente a la vanguardia de nuevas y complicadas tecnologías, tanto en la aplicación de éstas en las aeronaves y aeropuertos cómo en la capacitación de su personal. Por tal motivo, las autoridades en educación y empresarios del sector aéreo, ante éstos rápidos avances, se han visto en la necesidad de adaptarse a tales circunstancias lo mejor posible, para con ello brindar un servicio seguro en toda operación aérea realizada a su cargo.

A pesar de esto, la modernización en la capacitación del personal que trabaja en el sector aéreo sólo se enfocó hacia los pilotos, personal de vuelo y controladores de tráfico aéreo, en los que se invirtieron grandes sumas en realizar literatura, sistemas y programas de entrenamiento para mejorar su desempeño laboral y evitar con ello riesgos y elevados gastos al usar equipos reales.

El ingreso de la informática en el ramo de la aviación fue muy bien aceptado y rápidamente se procedió a desarrollar sistemas de entrenamiento para el personal de vuelo, los cuales comenzaron a utilizar para su aprendizaje: simuladores, sistemas de Enseñanza Asistida por Computadora (Computer Based Training ó CBT), realidad virtual, etc.; el empleo de estos sistemas de enseñanza contribuyeron a mejorar la actuación de los pilotos y la seguridad en los vuelos. Un ejemplo de sistema creado para tal fin, es el realizado por la compañía Vector Training System localizada en Grand Forks, Dakota del Norte que se pueden ver en la figura 1.



Fig. 1 Empleo de simuladores de vuelo para el entrenamiento de piloto.

En cambio, los procesos de capacitación llevados a cabo para el personal de mantenimiento (mecánicos, eléctricos, electrónicos, laministeros, etc.) continuaron empleando los métodos tradicionales de enseñanza usando pizarrones, prácticas con equipos reales, traslados a centros de capacitación, películas, etc.; los que en ciertos momentos resultaban adecuados para algunas situaciones y en otros creaban riesgos a los equipos o al personal. Además como los sistemas que componen a una aeronave

son cada vez más complejos, los tiempos de entrenamiento se incrementaron en gran medida con el consiguiente aumento en los gastos para las compañías y escuelas. En la figura 2 se puede ver el método tradicional de enseñanza usado en el personal técnico en mantenimiento de aeronaves.

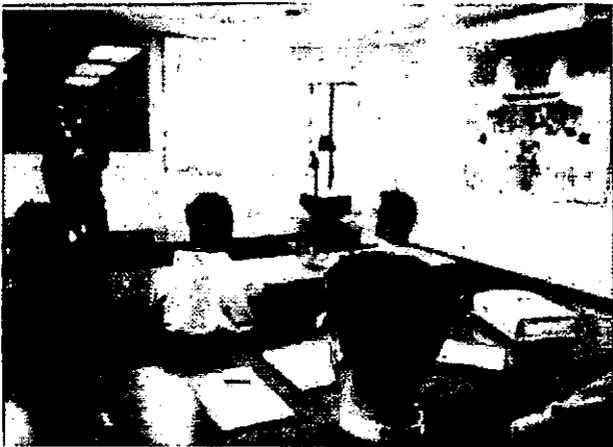


Fig. 2 Clase tradicional para el personal de mantenimiento.

Durante un largo lapso de tiempo, el personal técnico dedicado al mantenimiento fue relegado a recibir los beneficios de nuevos materiales didácticos que utilizaban a la computadora como medio de enseñanza, pero éste rezago terminó hace poco menos de cinco años debido a la complejidad de los sistemas, el gran gasto económico y de tiempo que implica el traslado del personal, el mantener un alto índice de seguridad eliminando los errores humanos y una estandarización en la capacitación de las diferentes aerolíneas propició la creación de sistemas de Entrenamiento Asistido por Computadora ó CBT para el área de mantenimiento como el mostrado en la figura 3.



Fig. 3 Entrenamiento de un técnico utilizando la tecnología CBT.

Estos sistemas CBT, son desarrollados o propuestos por empresas o escuelas de aviación para cubrir sus necesidades de capacitación y los cuales hasta el momento han realizado un buen desempeño en su labor. Pero el desarrollo de estos sistemas, depende de varios factores (recursos económicos, nivel educativo, información, etc.) que son analizados por cada organización que piense en adoptar éstas formas de capacitación. Además los sistemas deberán cumplir con regulaciones que imponen organizaciones aeronáuticas internacionales que vigilan el desarrollo de cualquier actividad o material que será aplicado a la aviación. Las organizaciones que se encargan de tal misión son:

- La Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO): La cuál es un órgano dependiente de las Naciones Unidas (ONU), que se encarga de regular, vigilar y estandarizar toda actividad aeronáutica en el ámbito internacional.
- La Administración Federal de Aviación (FAA): Su función es el organizar, estandarizar, investigar y distribuir la información concerniente a la rama aeronáutica.

Dichas organizaciones ponen a disposición de las empresas y escuelas aeronáuticas, los lineamientos necesarios para llevar a cabo su actividad en la forma más segura y eficiente. Las regulaciones impuestas por estas organizaciones en el área que tiene que ver con la capacitación del personal en proceso inicial y recurrente son las siguientes:

Federal Aviation Regulation (FAR): La que se constituye por un conjunto de regulaciones designadas por números y que tiene como función controlar y regular toda las actividades relacionada con la producción de algún tipo de material en la industria aérea. Esta regulación depende tanto de la ICAO como de la Administración Federal de Aviación (FAA). Las regulaciones que se encargan de la educación y materiales didácticos son:

- FAR145: Selecciona y organiza la información que será incluida en cualquier material de enseñanza aplicado a la aviación.
- FAR66: Tiene que ver con los sistemas de enseñanza para entrenamiento recurrente que cumplen con las disposiciones establecidas por la FAR145 y que permitan ser adoptado por otros países si así lo requieren.

Actualmente las compañías aéreas e instituciones educativas de algunos países que estén desarrollando sus propios sistemas y programas, deberán de apoyarse en las anteriores regulaciones para estandarizar, reducir los costos y tiempos que lleva el proceso de entrenamiento, los cuáles son factores tomados muy en cuenta en todas las actividades aeronáuticas.

## 1.2 Métodos de enseñanza para mecánicos de aviación en el mundo.

En América del Norte y algunos países de Europa se están comenzando a desarrollar y aplicar sistemas de entrenamiento para el área de mantenimiento en aviación, ya que permiten al estudiante acceder a la información las veces que se considere necesarias para su mejor aprendizaje. Estos programas también están contribuyendo en gran medida a la disminución de la carga de trabajo de los instructores y el avance de los temas que comprenden términos técnicos cada vez más sofisticados, los cuáles son analizados en menor tiempo. Estos sistemas se presentan en una gran variedad de diseños que dependen de los sistemas de la aeronave a ser estudiados, de su complejidad, del nivel de experiencia de los técnicos (inicial o recurrente), etc.

Actualmente las compañías Allison, Pratt & Whitney y General Electric están desarrollando sus propios programas de entrenamiento para su personal. Dichos desarrollos se basan en los sistemas multimedia donde son empleados: dibujos, fotografías, diagramas y films que dan un apoyo al estudiante o al instructor en su enseñanza.

Allison Engines, quien está involucrada usando CBT desde hace 12 años bajo contrato del Ejército Norteamericano, comenzó a utilizar estos sistemas para el modelo popular de motor Allison 250. Este sistema llamado ACT (Allison Computerized Training) es un programa individualizado con instrucciones de procedimientos para llevar a cabo en operaciones en la línea de mantenimiento. Dicho sistema fue puesto a disposición de los civiles hasta hace poco tiempo, siendo aceptado rápidamente ya que permite la formación inicial o recurrente de los técnicos. [Reising,1996]

Aún cuando muchos programas CBT son creados en principio para las fuerzas armadas, en 1997 entran en funcionamiento sistemas para el uso del personal civil. Estos sistemas son en principio creados para la formación inicial de los técnicos. Un sistema así (Ver figura 4) es el desarrollado por la compañía TRO Learning Inc. y Boeing, el cuál ofrece por medio de una serie de lecciones básicas de los sistemas basados en los equipos B737, B757 y B767. [Reising,1996]

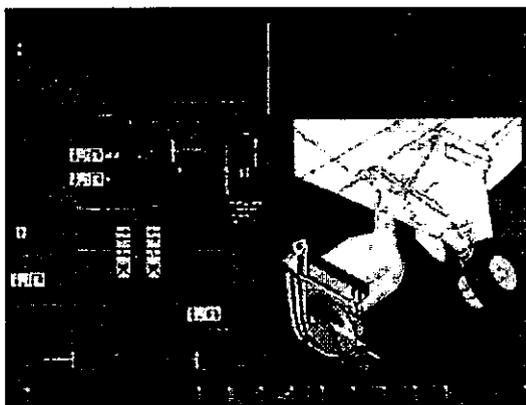


Fig. 4 Curso inicial que contienen 120 horas de aprendizaje interactivo.

La compañía United Airlines al ver el éxito del sistema, adopta éste tipo de entrenamiento para su flota de Boeing 737. Este simulador de entrenamiento virtual mejorado, opera en dos dimensiones y en donde el mecánico será expuesto a un conjunto de fallas que él encontrará y resolverá (troubleshooting) en un avión virtual, para posteriormente ser evaluado por un instructor que vigila sus movimientos y procedimientos seguidos durante su aprendizaje. [Reising, 1996]

El conocimiento y familiaridad de los sistemas de una aeronave son muy importantes en el proceso de reparación de éstas. Por tal motivo, se desarrolló otro programa CBT más sencillo para el motor T800 de la nueva generación de helicópteros Comanche del Ejército de los Estados Unidos. Este sistema fue creado debido a que los mecánicos tienen que cambiar alguna Unidad Reemplazable en Línea (LRU) en 14 minutos o menos y por ello deben que mantener constante su nivel de conocimientos del equipo.

Dicho programa se pone a disposición en CD-ROMs que contienen en su información: procedimientos, componentes, fotografías, esquemas y animaciones. El programa está diseñado de tal manera, que le permita al técnico su fácil instalación y operación. Además, el programa puede ser llevado al campo de batalla o al hangar al ser instalado en computadoras portátiles. [Smith, 1998]

Para 1999 el desarrollo y creación de nuevos componentes en las aeronaves están llevando a que los ingenieros dedicados al ramo aeronáutico en Norteamérica, tengan que llevar para el proceso de diseño de algún componente, cursos que les permitan conocer la operación, mantenimientos y pilotaje de éstas. Con esto, se pretende que los ingenieros comprendan las necesidades de los pilotos y técnicos en mantenimiento y con ello mejorar los diseños que son propuestos por ellos.

Por tal motivo, la compañía Honeywell cuenta con tres programas para dicho proceso educativo. El primero de estos programas es el de piloto privado, el segundo de instrumentos y el último de mantenimiento. En estos tres programas, los ingenieros son sometidos a entrenamientos por medio de simuladores, multimedia y la realidad virtual para ver la forma de mejorar ó facilitar su uso y mantenimiento.

El uso de los sistemas por parte de los ingenieros aeronáuticos, ayudan tanto en el proceso de diseño de los nuevos componentes como de las recomendaciones para mejorar los diseños de los programas de entrenamiento por computadora. Con ello, se establece un intercambio de opiniones que favorecen la enseñanza usando la tecnología CBT. [Ricciardi, 1999]

Aún cuando los sistemas multimedia, los simuladores y la realidad virtual tienen un gran campo de acción en la capacitación, en la actualidad algunas compañías como Pratt & Whitney (P&W) están optando por métodos más futuristas al investigar sobre el uso de la llamada "Virtual Retinal Display" (VRD).

La VRD es básicamente visores conectados a una pequeña computadora que es sujeta a la cintura del estudiante. El visor actúa como una pantalla en la que se despliega la información necesaria para realizar la reparación, sin impedir la visión del estudiante, con lo que se evita tener que usar el manual de mantenimiento para la

búsqueda de la información. Un sistema VRD experimental se observa en la figura 5. [Lehman, 2000]



Fig. 5 El VRD para la inspección y reparación de un Fan.

P&W está estudiando otro método de entrenamiento llamado "Individual Digital Versatile Disks" (IDVD). Este sistema no es la extensión de un Gameboy, sino es un elemento más sofisticado que permite una mayor flexibilidad para el estudiante, ya que cuenta con animaciones interactivas (parecidas a un juego) sobre procedimientos que pueden ser ejecutados en un motor y solucionar problemas que se presenten. El estudiante puede contestar después de terminado el curso, un conjunto de preguntas o buscar elementos que se le piden durante la evaluación final del curso. [Lehman, 2000]

Para el caso de Europa, tal vez los sistemas de entrenamiento con más desarrollo en estos momentos son los llevados en Alemania, ya que cuenta con una ley que norma el proceso de enseñanza y entrenamiento, así como la orientación vocacional de su población por medio de la tecnología CBT. En éste caso, los graduados de secundaria pasan por un proceso de orientación vocacional y de ahí son seleccionados para el área aeronáutica.

Particularmente la compañía alemana de aviación Lufthansa, contrata a estos graduados que cuentan con una edad promedio de 16 años y toma a su cargo la capacitación de éstos por un período de 3 años. Durante el primer año y medio dichos elementos conocen las partes y funcionamiento de una aeronave y sus sistemas, el tiempo restante participarán en servicios a las aeronaves con supervisión de un tutor.

Lufthansa al ser una compañía con equipos cada vez más sofisticados en su flota, se encontró con la necesidad de crear sus propias formas de entrenamiento por computadora, con lo cuál opto en primer lugar por los más sencillos, como fue el

empleo del CD-ROM para el entrenamiento inicial o recurrente. Después de un tiempo y al desarrollarse cada vez más el potencial de las computadoras, se comenzó a plantear un sistema mejorado que cubriera las necesidades de la compañía y que pudiera ser usado con facilidad por los alumnos.

En virtud de lo anterior Lufthansa incrementó su interés por implantar diferentes sistemas CBT para sus estudiantes, iniciando con el JAMF (Jet Aircraft Maintenance Fundamentals System) diseñado para mecánicos principiantes y que incluye teoría de los aviones A320 y B747-400 con que cuenta la aerolínea.

Este sistema incluye 120 horas de entrenamiento en unidades individuales de aprendizaje, permitiendo al alumno desplazarse a través de las lecciones, verificar un glosario de términos y al estar conectada en red le permite enviar correo electrónico a un asesor para consultar alguna duda. Cada unidad, cuenta con un cuestionario que permite hacer una evaluación de lo aprendido y con explicaciones adicionales para aclarar las respuestas. Aproximadamente el sistema tiene un 80% de material didáctico de uso tutorial y el 20 % es de simulación. Cada uno de las lecciones con un tiempo de consulta de 20 a 40 minutos y las que son complementadas con aportaciones de un instructor en clases. La figura 6 muestra el uso del JAMF para el personal en entrenamiento inicial.

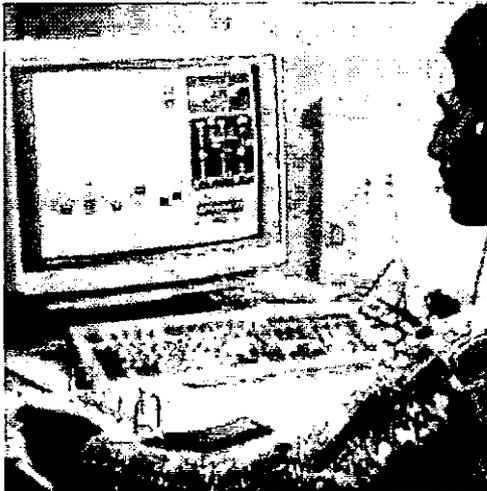


Fig. 6 Estudiante operando el sistema JAMF.

Además de este sistema, actualmente la compañía está desarrollando sistemas del mismo tipo para los electrónicos de aviación y personal especialista en materiales compuestos. Estos sistemas pretenden mejorar el desempeño de los técnicos para los cada vez más, sofisticados componentes de navegación y estructura del avión. [Lombardo,1997]

También la Marina Real Británica, desde hace tres años, está usando el sistema VEGA para el entrenamiento del personal de mantenimiento de la aeronave "Sea Harrier". Dicho sistema visto en la figura 7, emplea un conjunto de simulaciones animadas por

computadora de todos los componentes mecánicos, hidráulicos, avionics y armamento con los que el personal podrá interactuar en cualquier momento y localizar fallas presentadas en los mismos. [Lombardo,1997]



Fig. 7 Entrenamiento para el personal de avionics del avión Sea Harrier.

La realidad virtual también está tomando mayor fuerza en el entrenamiento a mecánicos, un ejemplo es el realizado por la Real Fuerza Aérea Británica. Los estudiantes seleccionados toman sus lecciones de mantenimiento del avión Tornado F3 usando un programa virtual de entrenamiento.

Este sistema virtual enseña como buscar problemas (trouble-shoot), resolverlos (problem-solver) y realizar reparaciones (make-repair) con sólo hacer movimientos sobre un avión imaginario; pero éste no es un ordinario programa de entrenamiento por simulación. Los estudiantes trabajan sobre una computadora con visores y guantes que generan imágenes tridimensionales y movimientos que permiten interactuar con la aeronave en reparación.

El sistema permite al instructor tomar control total sobre el ambiente, ya que le facilita el conducir el proceso de evaluación ya sea virtual, práctico o en un examen en papel. Además se pueden crear fallas aleatorias y tiene la opción de incrementar o disminuir el nivel de dificultad en cada estación de trabajo. El instructor puede implementar su propio estilo de enseñanza y tomar completo control sobre cada estudiante que aprende.

El tiempo total de entrenamiento, el cuál consta de cuatro etapas, se reduce a 9 semanas en comparación con el llevado tradicionalmente que tarda un promedio de 11 a 13 semanas; la edad de los participantes en dicho curso va desde los 20 hasta los 45 años. Aún cuando las edades son diferentes, el sistema esta diseñado de tal manera que brinda la misma oportunidad tanto a personas sin conocimientos de cómputo como a los que sí lo tienen.

El programa es el primero de su tipo en el área de entrenamiento en mantenimiento de aeronaves y fue desarrollado por la compañía MUSE en el Reino Unido. La labor de diseño y desarrollo del sistema tomó dos años y la compañía se encarga de actualizarlo por un período de 10 años, si los sistemas de la aeronave se modifican con el tiempo. Una imagen virtual del Tornado F3 generado por la computadora se puede ver en la figura 8. [Shepherd, 2000]

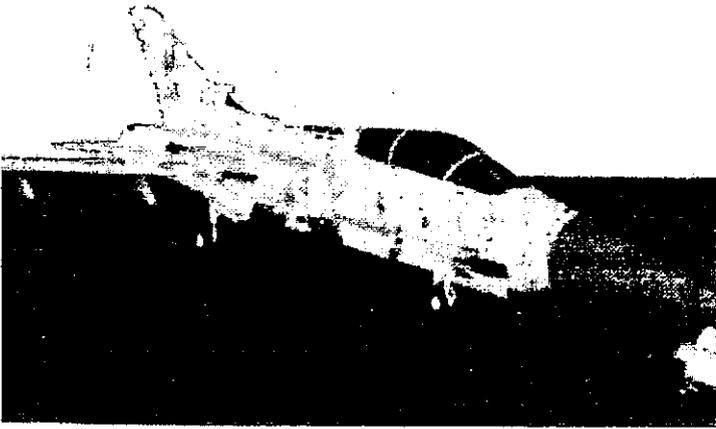


Fig. 8 Imagen en realidad virtual del avión tornado con sus paneles desplazados.

Otro sistema de realidad virtual diseñado para la aviación comercial norteamericana y que es parecido al desarrollado por los británicos es el llamado WICAT. Este simulador virtual se constituye de un conjunto de lecciones sobre los componentes que integran a los equipos Boeing 757 y 767. El sistema utiliza visores de realidad virtual, en la que los técnicos pueden actuar para resolver problemas específicos sobre los equipos y realizar reparaciones en forma segura durante su entrenamiento.

Pero actualmente otra tendencia que está tomando fuerza en la educación del personal, es el uso de las redes informáticas (Intranet e Internet). Estas redes informáticas facilitan la enseñanza tanto local como a distancia, reduciendo con ello los tiempos y costos al tener que trasladar el personal fuera de sus áreas de trabajo.

Un ejemplo de esta tendencia, es el desarrollado por la Universidad Aeronáutica Embry-Riddle localizada en Estados Unidos. Dicha universidad brinda programas educativos a distancia para personas interesadas en el ramo de aviación. Estos programas se desarrollan en salones virtuales, donde el alumno interactúa con el instructor por medio de vídeos, hipertextos, Navegadores y correo electrónico.

Al término del curso el alumno recibirá los exámenes correspondientes que serán resueltos durante una vídeo conferencia y correo electrónico. La acreditación de los exámenes significará la obtención de las licencias correspondientes. El análisis de un sistema de combustible durante una clase a distancia es mostrado en la figura 9.

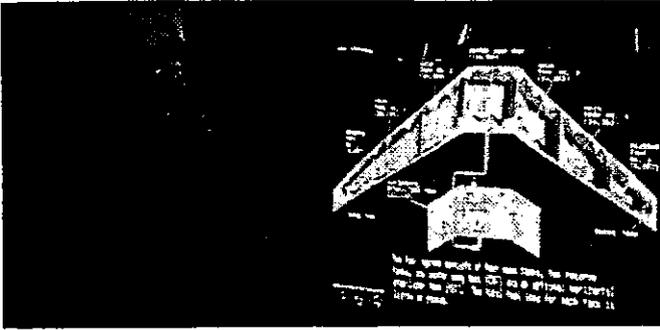


Fig. 9 Estudiante de la universidad de Embry-Riddle tomando su clase de los sistemas de combustible del B747-400.

Otra Universidad que pone a disposición en Internet una página educativa ([WWW/Ucdavis.com](http://WWW/Ucdavis.com)) es la de California en E.U.A. Esta página se encamina al conocimiento y aprendizaje básico de la teoría de vuelo y partes que componen a toda aeronave. Además la página (figura 10) cuenta con una relación de libros tanto históricos como actuales sobre modelos de aviones y otros principios básicos de la actividad.

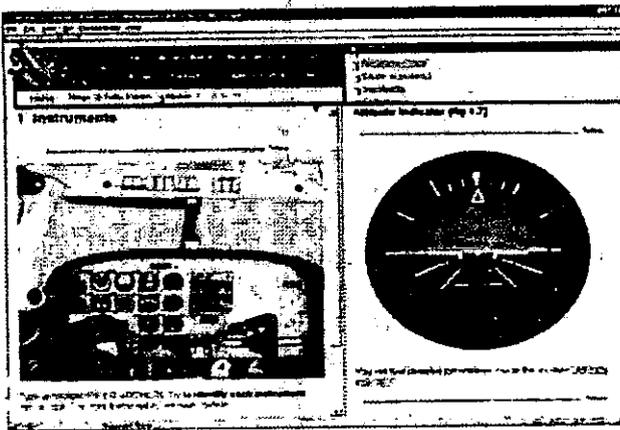


Fig. 10 Curso de instrumentos en el explorador Netscape.

Aún cuando este método de enseñanza a distancia es criticado por algunos sectores que lo consideran poco seguro, esto no ha evitado que los sistemas CBT que emplean la red como herramienta, tomen cada vez más su lugar en un gran número de escuelas y líneas aéreas que ven el método, como una nueva forma de educación que permite a un grupo de personas continuar con sus estudios iniciales o recurrentes en sus lugares de residencia.

Todas las variedades de sistemas de entrenamiento mencionados anteriormente, aún cuando llevan poco tiempo siendo utilizados, han demostrado ser una herramienta muy poderosa para la capacitación del personal de mantenimiento, ya que permiten al

personal interactuar con la información el tiempo que consideren necesario para su aprendizaje.

A escala mundial cada vez más escuelas y empresas del sector aéreo dirigen su mirada para implementar nuevos métodos de entrenamiento que deberán adaptarse a los recursos, características técnicas y necesidades específicas de cada equipo o infraestructura educativa. Con esto, se pretende obtener un nivel de capacitación requerido por las exigencias tecnológicas en la aviación. Aunque muchos de los sistemas de entrenamiento llegan a ser al principio muy costosos, a la larga reportan más beneficios a las instituciones, por lo que, su desarrollo y avance tecnológico se incrementan considerablemente con el tiempo.

### **1.3 Situación de la enseñanza aeronáutica en México.**

México se inició con gran éxito en la era de la aviación a principios del Siglo XX paralelamente a la producida en Europa y en los Estados Unidos, ya que se promovió la construcción de motores, aviones y centros de entrenamiento con lo que nació, la llamada "época dorada de la aviación nacional". Sin embargo desde 1920 este esfuerzo declinó y el país cayó en la dependencia tecnológica extranjera debido a varios factores como fueron: el Tratado de Bucarelli, el cuál prohibía la construcción de maquinaria pesada dentro del territorio nacional; las constantes crisis económicas que han deteriorado el desarrollo del país y el desinterés del gobierno y la población hacia ésta actividad en particular.

Actualmente el mercado aeronáutico de México ha sido considerado por más de 15 años el segundo en importancia en Latinoamérica con: [Castro, 1999]

- 6678 aeronaves matriculadas
- 84 aeropuertos; 30 internacionales y 54 nacionales
- 197 helipuertos
- 2185 aeródromos
- 7 hidroaeródromos
- 146 talleres de reparación y mantenimiento
- 103 escuelas y centros de capacitación aeronáutica

A pesar de la existencia de esta plataforma, la situación actual no es muy halagadora, debido a que no ha existido una política que permita el desarrollo tecnológico en aeronáutica. Esto a impedido la transferencia y asimilación de tecnología para tener un nivel competitivo de conocimientos. Tanto las autoridades como la población en general en nuestro país consideran como actividad aeronáutica únicamente la fase terminal de transporte de personas y carga, ignorando u olvidando la perspectiva industrial y tecnológica, por lo cual, la dependencia de México en este ramo es cada vez mayor.

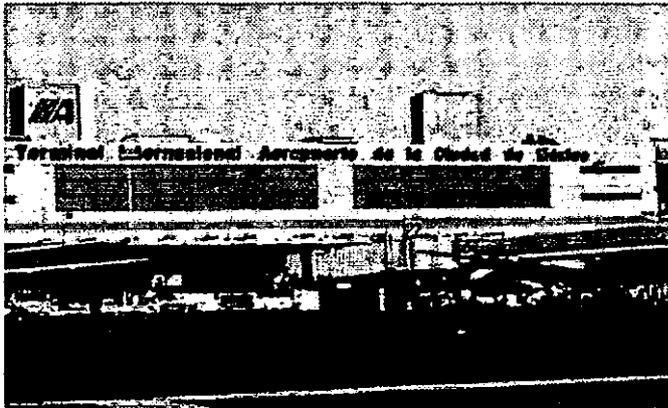


Fig. 11 Aeropuerto Internacional Benito Juárez de la Ciudad de México.

Por todo esto, la única actividad que puede ser desarrollada dentro de la industria aérea mexicana como se mencionó anteriormente es la conocida como "Fase Operativa". Esta fase sólo se dedica al transporte de pasajeros y carga, de la administración de la red aeroportuaria, de los sistemas de radionavegación, del control de tráfico aéreo, mantenimiento, etc., y la que actualmente está exigiendo constantes y mejores métodos de capacitación para el personal que labora en el ramo de aviación.

El control del personal, escuelas, investigaciones y operaciones aéreas dentro del país lo lleva a cabo la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) que depende de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). La DGAC tiene a su cargo promover la formación, la capacitación y el adiestramiento del personal técnico aeronáutico, conforme al Artículo VI, fracción IX de la Ley de Aviación Civil. Para esto, la DGAC tiene registrados 103 escuelas de aviación en las cuales se forma al personal técnico aeronáutico como son:

- Controladores de tránsito aéreo
- Mecánicos de aviación
- Despachadores
- Pilotos, entre otros.

Estas escuelas capacitan al personal técnico en diferentes ramas asociadas a la aviación y las que requieren cumplir con una serie de regulaciones impuestas por la Organización Mundial de Aviación Civil (OACI); de estas 103 escuelas registradas, sólo 27 capacitan al personal técnico en mantenimiento en sus respectivas especialidades (mecánicos, electrónicos, eléctricos, etc.).

Pero de estas 27 escuelas únicamente 7 cuentan con el reconocimiento de la OACI; cabe hacer notar, que actualmente no existe ninguna escuela o institución educativa dependiente directa de la DGAC.

El período de capacitación inicial en dichas escuelas es llevado a cabo en dos o tres años, durante este período el personal debe asimilar tanto los principios de operación

como los cambios técnicos de los sistemas de una aeronave; sin embargo existe una desigualdad en la capacitación del personal mexicano en relación con otros colegas en el extranjero, la cuál ha fomentado un retraso considerable en sus conocimientos sobre los nuevos cambios tecnológicos que sufre la aviación.

México es un país con rezago en materia de educación, incluyendo en ello al área aeronáutica. En éste ramo, la educación se ha limitado al aspecto operativo de la formación, dejando de lado el concepto de la formación integral que todo individuo necesita para comprender el entorno bajo el que se desenvuelve y así adquirir los conocimientos necesarios para desarrollar su trabajo de manera eficiente.

En el país al igual que en muchas otras naciones, el personal que ha recibido más apoyo en su formación integral y operativa han sido los pilotos debido a su nivel de responsabilidad al operar una aeronave en el espacio aéreo. Este apoyo se ve reflejado en tecnología creada especialmente para mejorar su desempeño y que son adquiridas por las escuelas o aerolíneas para tal efecto.

Sin embargo, el personal técnico que ha recibido menor apoyo para su entrenamiento y los cuales son de gran valor para la seguridad operativa de una aeronave es el especialista en mantenimiento, ya que actualmente para su capacitación se continúan empleando medios tradicionales de enseñanza (esquemas, proyecciones, películas, etc.) que hacen en cierto momento difícil el adquirir y asimilar la gran cantidad de información referente a los sistemas que integran un avión.

En el caso particular de la capacitación de los mecánicos de aviación, hemos encontrado que ésta presenta problemas de diferentes tipos. Por un lado, el nivel típico de los alumnos es de secundaria, por lo cual, cuentan con una preparación pobre para ciertos temas. Por éstos motivos sufren más a lo largo de su carrera al enfrentarse a temas áridos debido a los términos empleados, así como a la complejidad de cómo se conforman y actúan los sistemas de las aeronaves. Los apoyos para la comprensión de los temas, son necesarios para disminuir el nivel de deserción estudiantil durante la capacitación que es de alrededor del 53% en toda la carrera.

Esto nos lleva a otro problema: la falta de material didáctico para el apoyo de los alumnos. Existe una falta de literatura y materiales didácticos en el país, por lo que los instructores se ven en la necesidad de crear sus propios materiales didácticos que son tomados de los manuales de mantenimiento de las compañías aéreas donde laboran en ese momento. Estos materiales son preparados en su mayoría con los medios tradicionales de enseñanza como son: el pizarrón, los acetatos, las copias, las proyecciones, etc. A este material únicamente pueden acceder los alumnos por fotocopias facilitadas por profesores o ex-alumnos pues no existen compilaciones o ejemplares a préstamo en la biblioteca.

Considerando que los manuales de las aeronaves que son obtenidos por los alumnos son en muchos casos obsoletos, de difícil interpretación, en inglés y que además la mayoría de ellos cuentan con esquemas en blanco y negro, motivan que el proceso de asimilación, por parte de los alumnos, se vuelva largo y difícil provocando que los índices de reprobación y deserción sean muy altos.

Otro factor que a frenado la adquisición de materiales educativos extranjeros han sido las constantes crisis económicas en el sector aéreo de nuestro país. Estas crisis paralizaron la compra de materiales, libros, manuales, sistemas CBT, etc., debido a los costos que éstos materiales implican para las instituciones educativas. Por ello, muchas escuelas no cuentan con suficientes herramientas de entrenamiento actualizadas que apoye a sus alumnos en su aprendizaje.

Por estos factores, es necesario y de gran utilidad el desarrollar algún tipo de material educativo propio que haga uso de los recursos y medio disponibles en el país. Este material educativo deberá reunir la información en una forma agradable e interactiva, sea de bajo costo, de fácil actualización, esté a disposición del personal que lo requiera y que pueda ser utilizado por los instructores como un medio didáctico de apoyo en la Impartición de sus clases.

Es de vital importancia para el medio aeronáutico contar con un material didáctico que sea regido por los procedimientos y normas que imponen las autoridades de la D.G.A.C, la FAA e ICAO. Además este material deberá utilizar las tecnologías informáticas y de comunicación para mejorar el proceso de capacitación y de actualización de la información.

Un sistema de enseñanza que utilice la computadora como herramienta, fortalecería y modernizaría la infraestructura académica responsable de la preparación de los futuros profesionales dedicados al mantenimiento de aeronaves. Para la actualización de la información en el sistema de entrenamiento, se puede establecer a futuro un programa de cooperación académica entre instructores y personal de gran experiencia en el medio que aporten sus conocimientos, textos y manuales para ofrecer un material educativo actualizado a la comunidad estudiantil.



## **CAPÍTULO 2 OBJETIVO Y ALCANCE**

### **2.1 Objetivo.**

El objeto del presente trabajo es el desarrollo de un sistema de enseñanza asistido por computadora, que sirva de apoyo al instructor aeronáutico en la impartición de sus clases y permita el mejoramiento en el proceso de aprendizaje de los alumnos de la carrera de mecánica de aviación. En éste caso se demuestran los principios básicos de operación del sistema, tratando el tema de motores turbo reactores.

### **2.2 Alcance.**

Debido a la restringida y escasa información en nuestro país, sobre temas referentes al mantenimiento de aeronaves y de la dificultad que implica para los estudiantes de aviación poder acceder a dicho material, se propone desarrollar un sistema de enseñanza por computadora prototipo que reúna y ponga a disposición ésta información, en una forma agradable e interactiva, para favorecer el proceso de aprendizaje de los técnicos en mantenimiento de aeronaves.

Para el diseño y desarrollo de un sistema de enseñanza que nos permita mostrar dicha información, debemos reconocer tres elementos básicos que influyen en el alcance del sistema, los cuáles son:

- La infraestructura de cómputo y de comunicaciones con que cuenta la institución educativa.
- Las personas y la información involucradas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- El programa que pondrá a disposición el material educativo en la computadora.

De estos tres elementos nos encargaremos de analizar con más detalle el último, la construcción de un "Sistema Didáctico de Entrenamiento Interactivo para Mecánicos de Aviación", que servirá como material didáctico tanto al instructor en sus actividades educativas como al alumno en su aprendizaje, al brindarles el sistema un mecanismo de acceso simple pero controlado a la información.

Como el sistema se propone que opere y presente la información dentro de un ambiente de red, es necesario describir las tecnologías tanto de software como de hardware utilizadas para el desarrollo e implementación del prototipo. Estas tecnologías serán analizadas en detalle en la etapa correspondiente al diseño del sistema y en la que se buscará elegir los elementos de mejor desempeño y bajo costo, así como de fácil mantenimiento para promover con esto, su rápida aceptación en las instituciones de educación.

Con respecto a los temas incluidos en el sistema, éstos serán los referentes a la materia de "Motores Turbo reactores" vistos en el quinto semestre de la carrera, dichos temas son los siguientes: Introducción, Sección de Admisión y Sección de Compresión cada uno de ellos con sus respectivos subtemas.

Con relación a la presentación y organización de los temas, se empleará una interfaz gráfica que cumpla con normas pedagógicas de diseño para documentos en red. Estas normas, permitirán que el documento aparezca en la pantalla con un aspecto agradable y que además permita al usuario controlar la información mostrada.

Para la parte que corresponde a la evaluación del sistema, el cuál nos permitirá ver el alcance de operación y desempeño como material didáctico, se necesitaran realizar dos tipos de pruebas:

La primera de ellas se centrará en la operación y facilidad de uso del sistema. En dicha prueba se analizarán cuestiones técnicas como son: los tiempos de transmisión de la información entre las computadoras, la correcta conexión con la fuente de datos, los tiempos de carga de imágenes y textos, etc. Además de que se evaluará la facilidad y el tiempo con la que los usuarios aprendieron a desplazarse dentro de todas las opciones que integran la interfaz gráfica del programa.

En la segunda prueba se examinará la parte educativa, la cuál dispondrá de dos grupos piloto asesorados por un instructor; uno de ellos trabajara apoyado en el sistema y el otro continuará empleando los métodos de enseñanza tradicional. Los resultados obtenidos al aplicar un examen a ambos grupos, nos dejará comparar el grado de eficacia del sistema con respecto a la enseñanza tradicional y determinará si el sistema se podrá integrar como un material didáctico de apoyo dentro de la institución educativa.

En resumen, el alcance de nuestro proyecto es el desarrollar un sistema prototipo que opere en ambiente de red, que permita controlar y presentar la información en una forma agradable e interactiva, que sea un material de apoyo en el proceso de capacitación y que utilice herramientas de cómputo de fácil adquisición y bajo costo para con ello, ser propuesto como una alternativa actual de entrenamiento en el medio aeronáutico del país.

## **CAPÍTULO 3 EL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE**

Para poder diseñar un sistema que sea considerado como material didáctico de apoyo a la enseñanza y que además nos permita comparar a la educación por computadora con la realizada tradicionalmente en el medio aéreo, será necesario conocer algunos términos pedagógicos que nos sirvan como base para el diseño y desarrollo del sistema.

### **3.1 El aprendizaje.**

A todos los educadores, les interesa que el grupo con el cual interactúan aprenda. Sin embargo, es difícil encontrar un acuerdo sobre lo que la palabra "aprendizaje" significa, para los especialistas en pedagogía este término lo definen de la siguiente manera:

"Una definición completa de aprendizaje enfatiza la noción de un cambio relativamente permanente en la conducta, obtenida como consecuencia de la práctica o de la experiencia". [Popham,1987]

La conducta en términos pedagógicos la podemos definir como:

"La manera de actuar de la persona ante una actividad o medio específico". [Popham,1987]

La modificación de la conducta depende de varios factores, como puede ser: el ambiente que nos rodea, las recompensas obtenidas, la motivación personal, la fatiga, etc., las cuales promueven o no un aprendizaje.

Ahora que contamos con la definición de aprendizaje y de conducta, será necesario para los fines de la enseñanza verificar si se realizó o no un proceso de aprendizaje al emplear un material didáctico. El modelo que verifica el proceso de aprendizaje consta de 3 elementos:

- 1) La conducta inicial del estudiante, previa a la obtención de un aprendizaje.
- 2) La práctica en la que el estudiante que aprende participa (empleo de un material didáctico).
- 3) La conducta final obtenida como consecuencia de la práctica, que debe ser diferente a la inicial.

Para confirmar el aprendizaje, se tiene que establecer una comparación entre un estado inicial y uno final; si estos estados son diferentes se puede decir que existió un aprendizaje, en caso contrario, cuando los estados inicial y final son iguales se dice que no se logró el aprendizaje. Este modelo será de gran utilidad a la hora de comparar la enseñanza realizada por computadora con la tradicional y determinar si una es mejor que la otra. Un modelo simplificado del proceso de aprendizaje se observa en el diagrama 1. [Popham,1987]

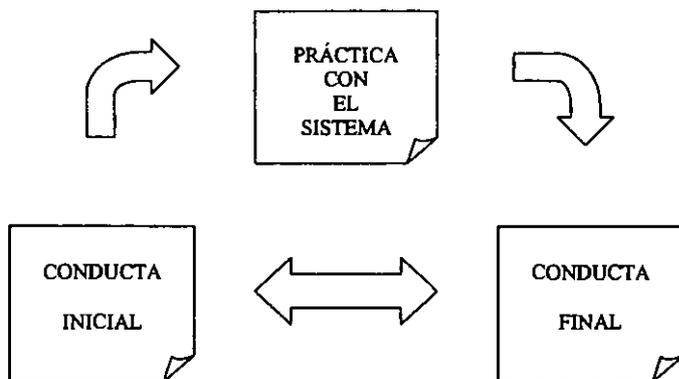


Diagrama 1 Modelo simplificado del aprendizaje.

### 3.2 La enseñanza.

Con los avances en los estudios sobre educación, los expertos definen actualmente a la enseñanza como:

“ El conjunto de actividades que se realizan con objeto de facilitar y/o acelerar el proceso de aprendizaje”. [Popham,1987]

Uniendo las definiciones anteriores podremos definir el término enseñanza-aprendizaje como:

“Un conjunto de actividades (enseñanza) que tiene por objeto el modificar una conducta (aprendizaje)”. [Popham,1987]

Esto significa que el profesor, para facilitar o acelerar el aprendizaje que desea alcance el estudiante, se vale de un conjunto de herramientas que la didáctica pone a su disposición (libros, videos, audio, programas, etc.) y que además al coordinar una serie de actividades específicas (talleres, laboratorios, computadoras, etc.) en los estudiantes, se estimulará aún más el aprendizaje. Todo lo anterior, más la presencia del maestro, logra que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea lo más efectivo posible.

Actualmente, la pedagogía dirige sus esfuerzos en crear nuevas herramientas didácticas llamadas “electrónicas o informáticas” (multimedia, enseñanza asistida por computadora, simuladores, videos, etc.), que motiven el proceso de aprendizaje en los estudiantes y que a su vez, sean un apoyo al profesor en la enseñanza.

Pero para que una herramienta didáctica cualquiera sea considerada como tal, se deben definir algunos términos que intervienen en el proceso de diseño y uso de dicha herramienta, estos términos son mencionados a continuación.

### 3.3 Técnicas de enseñanza y medios de enseñanza.

Las "Técnicas de Enseñanza" y "Medio de Enseñanza", son dos términos de los cuales se basa el profesor y los diseñadores de herramientas didácticas para facilitar el aprendizaje.

En primer lugar definiremos a los "Medios de Enseñanza" como:

"Los instrumentos u objetos materiales que usa el profesor como material didáctico (textos, imágenes, vídeo, sonidos, etc.) para facilitar el proceso de enseñanza". [Popham,1987]

Las técnicas de enseñanza, se definen de la siguiente manera:

"Las situaciones que el profesor crea para proveer esas experiencias significativas de importancia capital para el aprendizaje (laboratorios, taller, prácticas de campo, computadoras, etc.)". [Popham,1987]

De hecho estos dos recursos son complementarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir, el profesor seleccionará una o varias técnicas y medios para lograr que el alumno sea capaz de modificar su conducta que es lo que busca el aprendizaje.

La combinación de los medios y las técnicas para la realización de materiales didácticos de cualquier tipo se pueden dividir en 3 categorías las cuales se estudian a continuación:

- Auxiliares o Asistidos: En esta categoría se engloban los materiales que no transmiten un mensaje completo por sí mismo, sino que, es necesaria la presencia física del instructor para que el significado del mensaje sea lo más claro posible. Es importante aclarar que cuando un medio es utilizado en combinación y con apoyo a algunas de las técnicas mencionadas, decimos que es un medio de tipo auxiliar que en este caso es el aplicado a las nuevas formas electrónicas de educación.
- Informativos: Son aquellos medios que por la estructura del mensaje son capaces de transmitir solo información más o menos unívoca y que no es necesaria la presencia física del profesor para la comprensión de esta información. Aquí el instructor se limita a dar práctica y ejercicios que permitan la aplicación de la información para realimentar y evaluar el conocimiento adquirido.
- Autodidácticos: Estos medios tienen una estructura más compleja ya que no solamente transmiten un mensaje, sino que dentro de su misma estructura proveen aplicaciones de la información a través de prácticas y ejercicios y retroalimentan la actividad del alumno, proporcionándole conocimiento de los resultados de su ejecución.

El sistema prototipo que realizaremos se encuentra ubicado en la primera categoría, que es la de los sistemas "Asistidos o Auxiliares", ya que se necesitará la presencia de un instructor para reafirmar o agregar información al sistema.

Antes de poder empezar a desarrollar nuestro sistema físicamente, será necesario determinar un conjunto de puntos que se requieren para que un sistema cumpla como una herramienta de enseñanza y que permita al usuario comprender la información transmitida por ella.

### **3.4 Enseñanza asistida por computadora.**

Contando con todas las anteriores definiciones podemos describir a los "sistemas de enseñanza asistidos por computadora" como:

"Un programa que contiene un conjunto de actividades y conocimientos, los cuales son relacionados ordenadamente para explicar un objeto (tema) de estudio y en el que no se transmite una información completa, por lo que, se requiere de ayuda externa (profesor) que reafirme o acelere el proceso de aprendizaje del usuario". [Thurber,2001]

Estos sistemas asistidos están favoreciendo en gran medida las actividades que emplean gran cantidad de conocimientos para ser asimilada en breve tiempo, ya que estos permiten repasar o actuar sobre una actividad o conocimiento las veces que considere necesario el usuario y que además cuenten con la ayuda de un profesor que complementa dicho aprendizaje.

El proceso de entablar una acción entre el usuario y la computadora esta tomando gran aceptación y a la que se le a dado el nombre de "interactividad" de un sistema. Este término podemos definirlo como:

"La capacidad de mantener una comunicación en dos direcciones (emisor-receptor y viceversa) y la posibilidad de modificar la información son el mejor medio para aprender en estos sistemas".

Los diseñadores y educadores deben definir tres elementos fundamentales para el diseño de los sistemas de enseñanza asistidos por computadora, los cuales son:

- ❖ Interfaces donde se va a desarrollar la obra: En este caso, la pantalla del Navegador se considera como la interfaz, donde se incluirá la información y en la que el usuario se moverá.
- ❖ Diseño gráfico que armonice el entorno del usuario: Este diseño deberá cumplir con normas pedagógicas de composición de documentos, en las cuales, imágenes, sonidos y textos tendrán un aspecto agradable y transmitirán una información adecuada. Esta interfaz debe representar una experiencia agradable para el usuario y que tenga un uso moderado de imágenes y colores.
- ❖ Enlaces o elementos que permiten acceder a la información: En esta parte se desarrollan los elementos con los que el alumno pueda acceder al conocimiento, estos elementos serán por ejemplo los botones de navegación, vínculos con otros espacios informativos, herramientas, etc.

En este sentido, los sistemas de enseñanza interactivos y los elementos de diseño ofrecen la posibilidad de leer un texto, solicitar información gráfica, escuchar una voz,

etc. sin moverse en ningún momento de la pantalla de la computadora. Lo importante con esto es que el propio usuario, será el que elija la dirección de su educación, dedicando más tiempo a unas materias que a otras o invirtiendo el orden de los temas a su gusto y con ello motivar su proceso de aprendizaje.

Ahora el reto de los sistemas de enseñanza por computadora, es el formar a los profesionales que sean capaces de expresar todas las posibilidades a este nuevo medio en diferentes actividades del hombre y renovar los procesos tradicionales de enseñanza. Un experto en estos sistemas establece que:

**"Los sistemas ayudarán a crear nuevos profesionales que salvarán a las escuelas de su actual parálisis educativa y tecnológica". [Adams,2001]**

Estos sistemas de enseñanza que están siendo aplicados en diferentes ambientes, programas y plataformas de trabajo, han logrado colocarse poco a poco como herramientas de apoyo para los educadores.

Para la realización de dichos sistemas, es necesario que éstos cumplan con ciertos puntos que determinaran tanto el tema u objeto a estudiar, el nivel de complejidad de operación, así como las normas de diseño pedagógicos todos estos puntos serán descritos a continuación.

### **3.4.1 Consideraciones para el diseño del sistema de enseñanza por computadora.**

Para la realización de nuestro sistema de enseñanza asistido por computadora, se necesitará determinar un conjunto de puntos que nos facilitará el desarrollar el contenido y presentación de la información en el sistema. Estos puntos son los siguientes:

- **TEMA:** El tema elegido para nuestro sistema es el relativo a los motores turboreactores.
- **OBJETIVO DE ENSEÑANZA DEL SISTEMA:** El objetivo a buscar, es que el alumno localice y explique el funcionamiento de las partes básicas que componen a un motor turboreactor al hacer uso del sistema.
- **RECURSOS:** La escuela aeronáutica cuenta con una sala de cómputo que permitirá la instalación del programa en sus equipos.
- **CRECIMIENTO A FUTURO:** El programa se diseñará de un modo que permita absorber los cambios futuros que sufren los motores y sistemas de las aeronaves. La información contenida en el sistema, deberá ser actualizada de forma sencilla y económica; con esto se pretende que el alumno se mantenga siempre a la vanguardia de los cambios tecnológicos existentes en aviación.
- **CONOCIMIENTOS DE CÓMPUTO DE LOS USUARIOS:** El nivel de conocimientos de los alumnos es básico, por los que el diseño del sistema debe ser sencillo, agradable e interactivo.

- **IMPORTANCIA DE LA INFORMACION PRESENTADA:** El primer paso es hacer que la información presentada en el sistema sea importante para el usuario, esto es, que sea directa evitando repeticiones o falta de secuencia.
- **PRESENTACION DE LA INFORMACION EN FORMA LOGICA:** Cualquier medio de enseñanza debe presentar un avance lógico en la información que contiene. El arreglo del contenido debe ser intuitivo, tal como el usuario espera encontrarlo. El contenido de la información relacionada con motores turboreactores, esta organizada lógicamente siguiendo la regulación FAR145, con lo que, los temas y subtemas incluidos en el sistema se mostraran de ese modo.
- **CONTROL DE LA INFORMACIÓN:** El sistema deberá permitir al usuario controlar el paso de la información presentada. Por ello, se necesitará incluir botones que faciliten el desplazarse por la información, esto es necesario si la experiencia de los usuarios es diferente. Por ejemplo, un usuario podrá no necesitar detenerse a leer y comprender alguna información, pero otro estudiante necesitará detenerse en alguna parte por un tiempo determinado. Si ambos estudiantes pueden detener y avanzar por la información cuando ellos lo consideren necesario, ambos aprenderán y el sistema lograra su misión.
- **COMPORTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN:** Esto se refiere al tipo de información que va a contener el sistema y que determinará si esta necesitará mantenimiento a futuro. En el medio de aviación se cuenta con dos tipos de materiales informativos: uno llamado "no transitorio" el cual permanece estable por mucho tiempo y otro "transitorio" el cual es modificado constantemente, por lo tanto, el programa debido a esta situación necesitará presentar una estructura que facilite la actualización de la información dependiendo de las innovaciones tecnológicas del medio aeronáutico.
- **FLEXIBILIDAD DE OPERACIÓN:** El sistema de enseñanza tendrá la posibilidad de ser utilizado tanto en horas de clase como fuera de ella, además si se considera necesaria la educación a distancia, el diseño del sistema contará con las características necesarias para operar en una red externa sin ninguna dificultad. Todo lo anterior, hace que el programa sea flexible dependiendo de las necesidades de la institución educativa y la de los usuarios.

### **3.4.2 Selección de los medios de enseñanza para el sistema.**

Para que el sistema pueda educar, es necesario elegir dos medios de enseñanza, cuyo fin será el transmitir información a los usuarios y que al colocarse en forma adecuada dentro de la interfaz gráfica del sistema mejorará el aprendizaje. Estos medios de enseñanza son los siguientes:

**TEXTOS:** Son un medio ideal de transmisión de información y de la modificación de la conducta que es el propósito de la enseñanza, por lo que son de vital importancia para el sistema.

**IMÁGENES:** Son un medio ideal para concretar lo explicado en los textos. Estas imágenes pueden presentarse de varias formas dentro del sistema, las cuales pueden ser:

- Imágenes estáticas
- Imágenes animadas
- Videos

La combinación de una o más imágenes unidas con los textos y que colocados adecuadamente dentro de la interfaz gráfica, mejorarán el proceso de aprendizaje de los usuarios. El uso de color en las imágenes también contribuirá a mejorar la comprensión de la información incluida en ellas.

### **3.4.3 Diseño propuesto para la interfaz gráfica del sistema.**

Para que la interfaz gráfica del sistema sea grata al usuario se propone dividirla a ésta en tres áreas, la cuáles contendrán una serie de elementos que favorezcan el interactuar con el sistema y mostrar la información. Estas áreas y sus componentes son descritas a continuación:

- La primera área contendrá un menú que informará de los temas y subtemas de estudio.
- La segunda mostrará los medios de enseñanza (textos e imágenes) seleccionados.
- Por último la tercera área desplegará un conjunto de herramientas de apoyo al aprendizaje del usuario (diccionario, códigos, etc.).

La segunda área, que es la más importante ya que contendrá los medios de enseñanza seleccionados, mostrará tres elementos que permanecerán estáticos:

- El título del tema elegido.
- La ubicación de los medios permanecerá en la misma posición a lo largo de toda la presentación.
- Los botones de navegación y el contador de páginas del tema aparecerán en la parte inferior de la presentación.

La presentación contará con dos elementos dinámicos que son:

- El menú.
- La imagen que acompaña al texto podrá ser ampliada para su mejor estudio.

Una distribución aproximada de la pantalla es la mostrada en el diagrama 2: En la pantalla se pueden ver la distribución de los elementos que serán colocados en cada espacio.

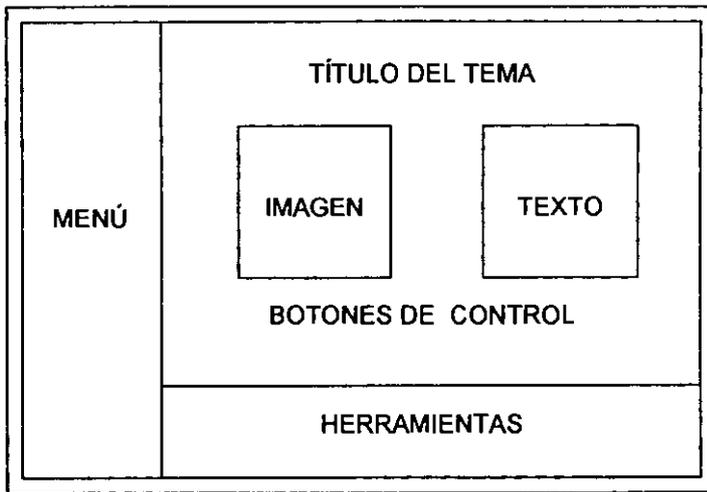


Diagrama 2 Distribución de las áreas en la pantalla.

Como el sistema trabajará y mostrará la información dentro de un ambiente de red, será necesario seguir un conjunto de consejos que nos ayudarán en el diseño óptimo de la presentación de los medios de enseñanza. Estos consejos de diseño serán descritos a continuación.

#### 3.4.4 Consejos pedagógicos para el diseño del sistema.

Para que el aspecto que presentará el sistema en su interfaz gráfica sea agradable al usuario, debemos seguir algunos consejos pedagógicos tal elementales, que a menudo al pasarse por alto, hacen desagradable tanto el aspecto de la información como el proceso de aprendizaje. Estos consejos son los siguientes:

- ❖ Evite el uso de muchas fuentes (tipos de letras) en el sistema.
- ❖ Las líneas de texto cortas serán más fáciles de leer que las largas.
- ❖ Utilizar estilos y tamaños de textos fáciles de leer y entender.
- ❖ Se deberán alinear los textos por la izquierda, la alineación derecha dificulta la lectura del mismo texto.
- ❖ No utilice textos intermitentes. Estos tipos de presentación de texto distraen al usuario haciendo que pierda concentración.
- ❖ No abuse de los textos en mayúsculas.

- ❖ Utilice un mismo estilo para la creación de todas las presentaciones e iconos de la pantalla, con el mismo tamaño y estilo gráfico.
- ❖ Los paneles de texto serán más fáciles de leer si son colocados al lado derecho de la pantalla.
- ❖ No olvidar incluir dentro de cada icono o imagen la correspondiente descripción del mismo.
- ❖ Utilice pocos iconos animados. Aunque resultan muy atractivos su tamaño es superior al de uno normal y pueden alentar la carga de la presentación.
- ❖ Utilizar una barra de iconos o botones para crear un control de navegación. Al igual que pasa con una aplicación multimedia, conviene que el alumno se familiarice con su entorno y sepa en todo momento dónde se encuentra.
- ❖ No utilice imágenes muy grandes. Si es necesario utilizar alguna, avise antes al usuario con un pequeño icono, indicando el tamaño de la imagen a la que puede acceder.
- ❖ El uso de colores pastel o neutros para el fondo de la presentación aumenta considerablemente la legibilidad del documento.
- ❖ Tomando como referencia que el fondo debe ser menos importante que el contenido de la página, la combinación de colores entre el fondo y el texto no debe dificultar la lectura del mismo.

Después de que se han definido y analizado todas las características pedagógicas que son requeridas para el sistema, será necesario realizar el diseño y desarrollo del programa en donde se incluirán dichas recomendaciones.

## CAPITULO 4 ESPECIFICACIÓN DEL SISTEMA

### 4.1 Especificaciones.

Enfocaremos el trabajo en generar un sistema de enseñanza por computadora que aproveche los recursos de cómputo de la escuela de aviación y que sirva como material didáctico de apoyo al instructor en su proceso de enseñanza.

El marco que planteó el director de la escuela para la generación del sistema es el siguiente:

- De manejo sencillo.
- Que se pueda utilizar al máximo su equipo actual.
- Que sea del más bajo presupuesto posible.
- Que permita la conexión externa, pues la escuela intercambia material con instituciones del interior del país.
- El sistema no debe implicar que se tenga personal altamente calificado para su soporte.
- El sistema pueda ser actualizado por los mismos profesores.

En primer lugar se acordó, con los potenciales usuarios, el ambiente en el que se pretende instalar y operar el sistema prototipo. El ambiente propuesto es el de una red local con capacidad de 10 usuarios. En dicha red deberá haber un equipo central con espacio de proceso y almacenamiento suficientes; además dicho equipo se conectará con un conjunto de estaciones de trabajo que accederán a los recursos de éste. El modelo de red propuesto (Diagrama 3) es conocido como del tipo Cliente/Servidor, el cual es utilizado tanto en redes de área local como en Internet y que será ideal para los propósitos del sistema.

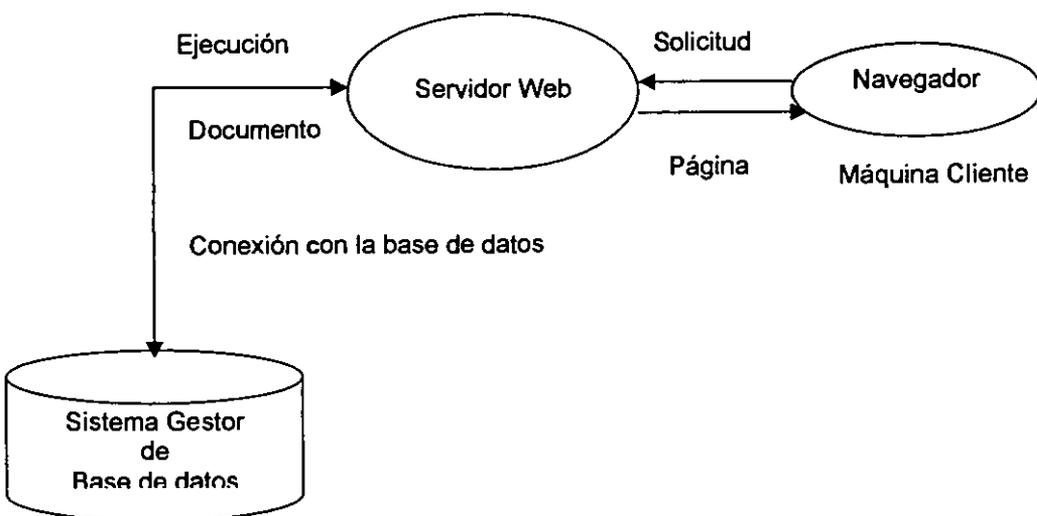


Diagrama 3 Estructura general de un sistema Cliente/Servidor.

El tipo de configuración anterior nos podrá brindar la posibilidad de establecer una conexión con Internet si es requerido a futuro. Esto favorece la educación a distancia, al poner a disposición el sistema de enseñanza a usuarios ajenos a la institución educativa.

Para el equipo central (Servidor) en donde se instalará el sistema prototipo, se dispondrá de una computadora del tipo PC, con un sistema operativo que le permita operar como servidor dentro de una red. Las características físicas del equipo dependerán del sistema operativo, del software adicional a instalar, así como del número de equipos clientes que conformen la red.

La seguridad del programa y de sus datos dependerá del tipo de sistema operativo seleccionado, así como del protocolo de comunicación elegido. Por lo que, éste punto es tomado en cuenta en la etapa de diseño e implementación del sistema dentro de la red.

Los equipos Cliente con que cuenta actualmente la institución son PC's con un procesador Pentium, con velocidad de proceso de 133 Mhz, con 16Mb de memoria RAM, con capacidad de disco de 1.2 GB, tarjeta de red.

Los sistemas operativos que podrán ser elegidos para instalarse en los equipos Cliente serán de uso comercial como: Windows 95, Windows 98 o Windows NT WorkStation. Además, el equipo contará con la configuración del adaptador de red y de protocolo los cuales establecerán el enlace con el Servidor.

Después de especificar la infraestructura necesaria para la instalación y operación del sistema, ahora cabe determinar los lenguajes que nos permitan desarrollar un programa que acceda a la información contenida en una base de datos, permita una interfaz agradable, sea de fácil mantenimiento y bajo costo.

El lenguaje o lenguajes seleccionados deberán permitir cambiar las características de la interfaz haciéndola versátil para adaptarse a las necesidades del curso. Las ventajas que se buscarán en éstos lenguajes serán su rápida comprensión y que no necesiten de programas de desarrollo o compilares especiales, por lo que, los costos de implementación y actualización se podrán reducir en gran medida.

Como el sistema prototipo estará formado por varios programas (menú, herramientas, etc.) se tendrá un sistema con estructura modular, el que nos permitirá el realizar cambios a los programas secundarios sin alterar el comportamiento del programa principal que conecta y accede a la base de datos. El programa por éste motivo, tendrá la capacidad de adaptarse a diferentes curso de entrenamiento en el ramo de la aviación con sólo hacer cambios en algunos de sus elementos en forma sencilla.

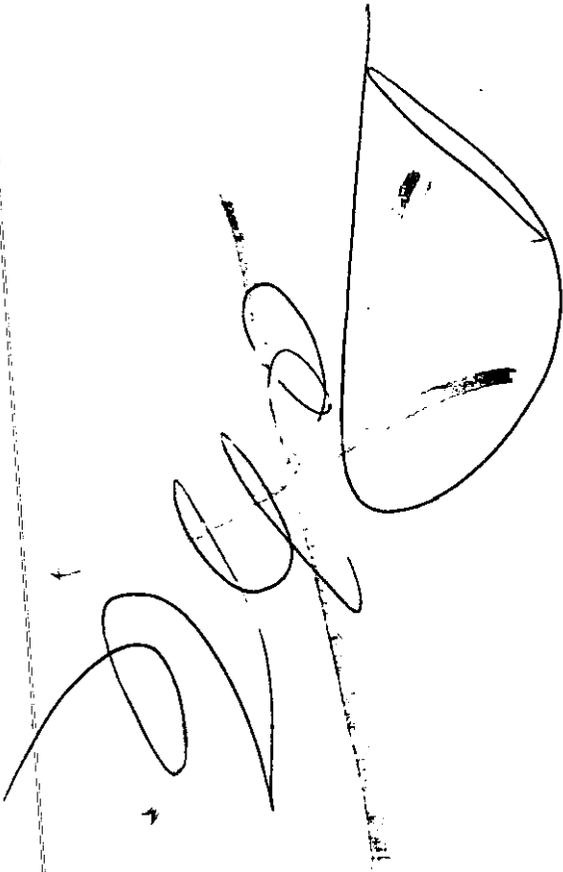
Los medios de información (textos, imágenes y videos) que utilizará el sistema, deberán ser analizados para determinar los tipos de formatos adecuados y que además sean aceptados por la mayoría de las interfaces de los navegadores. La selección y ubicación de estos medios dentro de la presentación del sistema, dependerán de normas pedagógicas y de composición de documentos para la red.

Para controlar el paso de estos medios dentro del sistema, será necesario contar con elementos de navegación (botones) que faciliten el desplazarse por la información contenida en la base de datos. Estos controles permitirán al usuario detenerse o avanzar dependiendo del grado de aprendizaje alcanzado.

Con respecto a los temas presentados en el sistema prototipo, éstos se apoyarán en regulaciones internacionales dictadas por la FAR 145 (Federal Aviation Regulations) para efectos de enseñanza en el medio aéreo. Estas regulaciones determinarán la vida útil del sistema, debido a que ellas se encargan de evaluar el avance de la tecnología aeronáutica y señalan las modificaciones a realizar a los planes de estudio o actualizaciones que sufren los equipos, materiales o herramientas que tienen que ver con el proceso de educación en éste ramo.

Después de explicar brevemente las herramientas y la forma de operar posible del sistema, será necesario pasar a las etapas correspondientes al diseño y elección de los medios empleados por el sistema prototipo. Como dicho sistema va a ser considerado como un material que apoyará el proceso de enseñanza-aprendizaje, se requerirá de definir y estudiar los elementos que mejor se adapten a las características de cómputo y factores económicos que se encuentren en las instituciones de educación aeronáutica nacionales.





## **CAPÍTULO 5 DISEÑO DEL SISTEMA**

Durante el diseño del sistema es necesario considerar las opciones posibles que cumplan con las especificaciones técnicas propuesta.

### **5.1 Equipo servidor.**

A pesar de que el software nos permitía utilizar un equipo 486, para instalar el servidor se optó por un equipo Pentium II con 64 Mb de RAM y 4 GB de HD, permitiendo con esto que se pudiera manejar cualquier versión de Windows. De igual manera se decidió que los clientes trabajaran bajo ambiente Windows 95 o 98 para mantener una plataforma homogénea. Se buscó que la configuración mínima de estos equipos fuera de PC's con procesador Pentium y al menos 32 Mb de RAM y 500 Mb de HD.

#### **5.1.1 Software del servidor.**

El primer elemento a considerar es el servidor. Se considera que el servidor debe manejar por lo menos 10 usuarios para el sistema de prueba y que debe tener la posibilidad de crecer y que funcione en una PC. La capacidad necesaria se determinará más adelante. Para esto podemos contar con dos opciones: la plataforma de Linux o Windows.

Linux ha demostrado ser eficiente como servidor, su raíz de Unix le permite ser desde su origen una base excelente para el manejo de concurrencia, eventos en tiempo real, multitareas y por supuesto multiusuario, pero el ambiente de trabajo no es tan amigable y conocido como el ambiente gráfico de Windows.

Por otra parte, tenemos la plataforma Windows, una ventaja de la plataforma Windows es que puede escalarse fácilmente debido a los diferentes paquetes existentes, Windows 95, 98, NT Workstation, NT Server, permitiendo un crecimiento a la medida de las necesidades de la escuela.

Los diferentes paquetes de Windows van introduciendo la filosofía crecer de un servidor de menor a uno de mayor escala, permitiendo compartir inicialmente archivos e impresoras, aumentando los niveles de seguridad a medida que se avanza en el grado de complejidad del paquete, permitiendo que de ser necesario funcionen como cliente o como servidor o ambos. Este escalamiento permite ir enseñando de manera gradual tanto a los usuarios el ambiente de trabajo y en su momento la forma de interactuar con el sistema para realizarle adecuaciones o actualizaciones. Además la comercialización de esta plataforma ha generado que la mayoría del software comercial existente se encuentre soportado para ella, en sus diferentes versiones.

Considerando que el servidor sólo va a manejar 10 usuarios para el sistema prototipo, que el encargado de sistemas de la escuela no tiene ningún conocimiento de Unix o Linux, así como que se pretende que los profesores participen en la actualización del sistema y ellos no cuentan con conocimientos profundos de cómputo, se prefirió la plataforma Windows para el desarrollo del prototipo.

### **5.1.2 Protocolo de red.**

En cuanto al protocolo de red se escogió el protocolo de comunicaciones TCP/IP sobre otros como IPX/SPX, ya que es prácticamente el protocolo estándar para redes actuales y permite que funcionamiento del servidor sea igual para una Intranet como para Internet de manera transparente.

### **5.1.3 Software servidor de web.**

Existen varios servidores de Web que permite que un equipo con Windows 95 o 98 puedan actuar como servidor de Web disponibles a manera de software compartido (shareware), pero nos inclinamos por el Personal Web Server de Microsoft ya que nos garantizaba compatibilidad con la base de datos Access y la forma operación y configuración es prácticamente igual a la del utilizado por Windows NT, el cual sería la siguiente versión del servidor en caso de crecimiento.

### **5.1.4 Base de datos.**

A partir de este punto se requería el acceso a una base de datos que almacenara los datos de los archivos con la información del curso. La información a manejar por registro no es de gran tamaño pero la cantidad de registros puede ser grande, y se pueden necesitar de varias tablas para controlar los diferentes temas de un curso.

Se deseaba una base de datos relacional de bajo costo por tener un presupuesto reducido para la implementación el prototipo y que nos permitiera compatibilidad con el resto de la plataforma aceptada. Opciones como Oracle, Informix, fueron descartadas principalmente por su costo, además de requerir mayores recursos en cuanto equipo.

Se hizo también una revisión de FoxPro otra base de datos que opera en PC's, pero se desechó porque el almacenaje de cada tabla se realiza en un archivo plano; además que para el acceso a la información se tienen que generar programas particulares pues no soporta instrucciones SQL. Por otra parte se verificó la opción de Access incluida en el Office Professional, encontrando que nos permite manejar SQL para operar la base de datos y que es compatible con el PWS para la publicación de información en páginas Web.

## **5.2 Lenguaje de programación.**

Para el lenguaje de desarrollo se contemplaron diferentes opciones, como el uso de Visual Basic, Java y la plataforma HTML con Visual Basic Script y Java Script.

Visual Basic y Java nos brindan infraestructura de programación sólida y en el caso de Java particularmente la interacción con HTML, por medio de programas elaborados en Java, que son ejecutados desde las páginas HTML (applets) de una manera sencilla.

HTML y sus agregados nos permiten que una solución implementada para Intranet pueda funcionar de manera transparente en Internet, lo cual nos permite la conexión de los colegios remotos sin hacer ninguna modificación al sistema, además de que los

clientes no deben contar con ningún software especial o enviarles alguno en particular lo único que requieren es de un Navegador comercial de Internet.

Al definir que el lenguaje de desarrollo será HTML nos llevó a que el servidor del sistema debía ser un servidor de Web, para lo cual se tenían diferentes opciones pues no necesariamente se requería que la versión de Windows fuera un servidor, ya que existe el servidor de Web para las versiones de Windows 95 y 98.

### 5.3 Módulos del sistema.

El sistema debe de realizar el despliegue en pantalla de las imágenes y textos que conforman el curso, y permitir al usuario tener la facilidad de controlar el avance o retroceso en el despliegue del curso. Además es deseable que las imágenes pueden incrementarse de tamaño y que se puedan reproducir animaciones. Para realizar lo anterior el sistema contará con los siguientes módulos:

- **Módulo de entrada:** Este módulo contendrá los temas del curso y la tabla correspondiente al mismo en la base de datos. Dentro de éste módulo el usuario seleccionará el tema a estudiar.
- **Módulo de control:** Obtendrá la información de los archivos del tema seleccionado, mantendrá el control entre la selección del usuario (avanzar o retroceder) y el despliegue correcto de las imágenes y textos.
- **Módulo de obtención de datos:** Este módulo interactúa con la base de datos para obtener la información de los archivos correspondientes a cada tema.
- **Módulo de Despliegue:** realiza el despliegue en pantalla de los archivos de texto e imagen obtenidos a partir del módulo de obtención de datos.

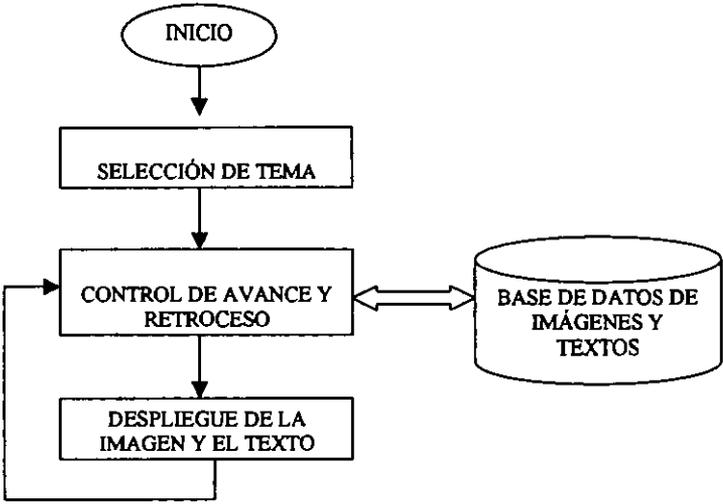


Diagrama 4 Flujo de control de la información (imágenes y textos).

La manera de trabajar de éstos módulos es la siguiente:

- El módulo de entrada despliega los temas del curso y el usuario selecciona uno.
- Una vez seleccionado éste, el módulo de control, obtendrá la información de los archivos que conforman el tema a presentar, a través del módulo de obtención de datos.
- Posteriormente capturará la opción del usuario en cuanto a avanzar o retroceder en el temario y con ello indicará al módulo de despliegue los archivos que debe desplegar conforme a la selección realizada.

## **CAPÍTULO 6 DESARROLLO DEL SISTEMA**

### **6.1 Instalación de software.**

Inicialmente se instaló el sistema operativo Windows 95 en el equipo asignado. Como parte de ella se llevó a cabo la instalación del protocolo TCP/IP, para este caso se utilizó la clase B para redes internas.

Se instaló Office 97 incluyendo Access, permitiendo con esto que se cargaran los controladores de acceso a la base de datos (ODBC).

El paso siguiente fue instalar el Personal Web Server, el cual tomó la configuración de la red para su instalación. Esta se llevó a cabo de manera automática, pero cabe mencionar algunos aspectos de esta instalación.

El PWS crea un directorio que sirve como directorio raíz para la localización de los archivos utilizados en las páginas Web. Dentro del PWS se dan de alta los directorios que van a contener las diferentes páginas existentes junto con un alias que las identifique, en nuestro caso se dio de alta la página como TESIS, esto es importante ya que el PWS crea directorios adicionales con información que utiliza para el control del acceso a las páginas.

### **6.2 Desarrollo del programa.**

Una vez con el servidor activo se continuó con el desarrollo del sistema, para esto se marcaron dos puntos básicos: el acceso a la base de datos y el despliegue de la información. Para el despliegue de la información se consideró un programa en Java que fuera alimentado de la información extraída de la base de datos.

Se creó la base de datos considerando dos campos Imagen y Texto, los cuales almacenarán las trayectorias de los archivos de que contienen la imagen y el texto de la parte del tema a tratar. La información de cada tema del capítulo se almacenará en tablas independientes. Una vez creada la base de datos se da de alta para su acceso en la lista de Fuentes de Datos de Usuario dentro del panel de control de Windows. Al dar de alta la base de datos se le dará un alias con el cual se le reconocerá en el sistema.

Para acceder a la base de datos se utilizaron páginas activas o ASP (Active Server Pages) las cuales permiten manejar de manera dinámica información y desplegarla en páginas Web, además de que se puede escoger si el proceso a realizar corra en el servidor o en el cliente para optimizar los recursos. Este tipo de programación se utiliza actualmente para dar servicios en línea, p.e. MacAfee.com para dar servicio de vacunas y diferentes utilerías por Internet.

Para el acceso a la base de datos se utiliza la tecnología ADO (ActiveX Data Object), la cual cuenta con diferentes objetos para trabajar con bases de datos. En este caso contamos con una serie de objetos que nos permiten realizar diversas operaciones, de entre ellos nos ocuparemos particularmente de los siguientes:

- El objeto *Connect* que permite la conexión a la base de datos utilizando el alias registrado en el administrador de ODBC's.
- El objeto *Command* que permite manipular la información de la base de datos por medio de sentencias SQL.
- El objeto *RecordSet* que almacenará la información seleccionada de la base de datos.

El funcionamiento básico de este esquema es el siguiente: se crea un objeto *Connect* y se asigna a nuestra base de datos. Una vez hecho lo anterior, por medio del objeto *Command* se abre la BD y utilizando sentencias SQL (select) extraemos los registros.

Los nombres de los archivos a desplegar se encuentran en el objeto *RecordSet*, y se hace referencia a ellos con el nombre del campo donde se encuentran almacenados. Una vez extraídos se envían como parámetros tanto a un applet de Java (texto) como a una etiqueta en HTML (imagen) para su despliegue como se observa en el diagrama 5.

Por medio de instrucciones en HTML y en Visual Basic Script se actualiza el apuntador del *RecordSet* y se mantiene el control del avance o retroceso de las imágenes y textos a desplegar.

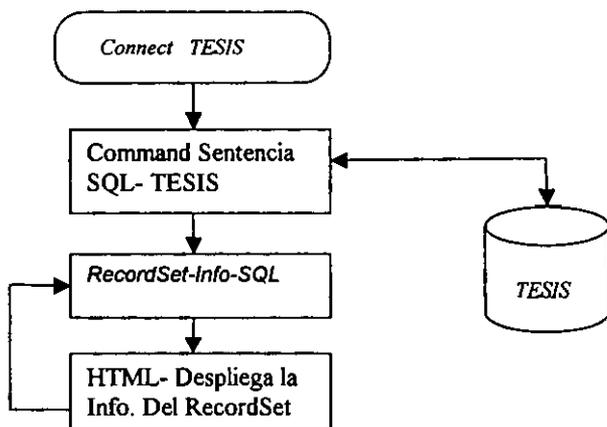


Diagrama 5 Diagrama de conexión de la BD.

### 6.3 Selección del tema.

En virtud de que era necesario mantener visible el control del tema a desplegar, por si el usuario deseaba seleccionar otro tema para estudiar, se decidió dividir la pantalla por medio de marcos o frames, para mantener en un espacio el temario del curso, y en otro el despliegue de las imágenes y textos de cada tema seleccionado en la otra ventana. Esta división se observa en la figura 12.

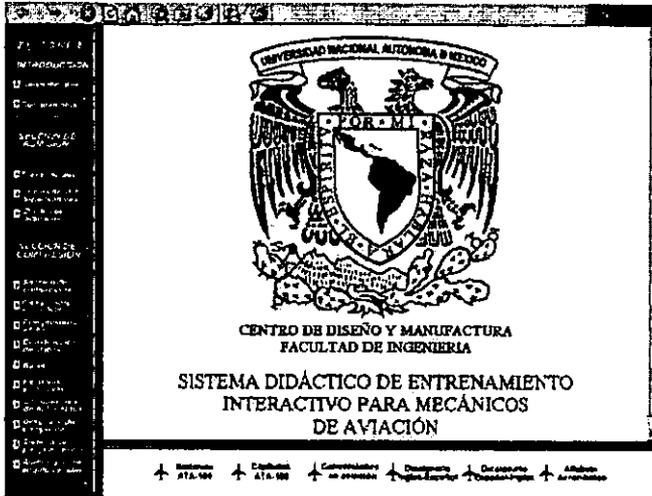


Fig. 12 División de la pantalla en marcos o frames.

## 6.4 Procedimiento del despliegue en java.

### 6.4.1 Despliegue del texto.

Del módulo de control se envía al programa en java la ruta del archivo a desplegar. El archivo está en formato ascii. Dentro del programa se verifica la existencia del archivo, si todo es correcto el archivo se abre. Por otra parte se abre una ventana para despliegue de texto, donde se empieza a desplegar la información leída previamente del archivo, hasta encontrar un carácter fin de línea donde se le agrega el carácter de CR (Carriage Return) para iniciar un nuevo renglón puesto que las instrucciones de Java no lo hacen.

### 6.4.2 Despliegue de las imágenes.

El despliegue de las imágenes se intentó realizar en paralelo con el despliegue del texto, pero se presentaron diferentes problemas en la implementación de Java, que se detallan posteriormente, en vista de lo anterior se decidió realizar el despliegue de las imágenes por medio de instrucciones HTML.

Esto nos permitió aprovechar las facilidades del método de despliegue al ajustar las imágenes al tamaño requerido de manera así como el manejo de diferentes formatos (bmp, jpeg, gif, gif animados, avi, etc.) sin necesidad de incrementar o cambiar el código y sin sobrecargar al cliente o en este caso al servidor. Además las instrucciones HTML nos permitieron hacer una liga de la imagen y desplegarla por completo en una pantalla aparte para una mejor visualización como se muestra en la figura 13.

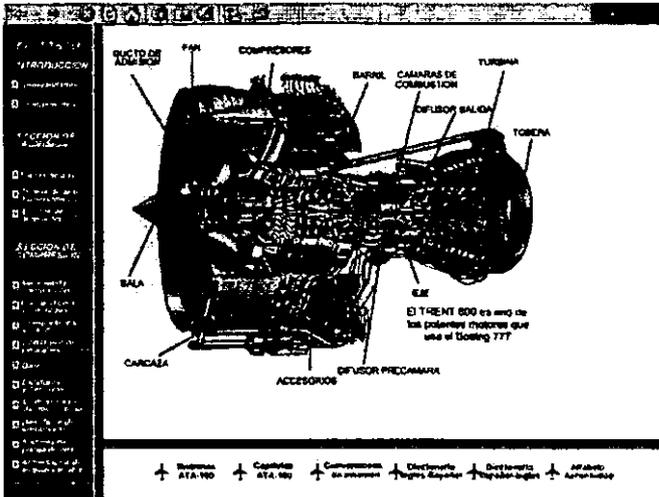


Fig. 13 Despliegue de la imagen.

## 6.5 Programas adicionales.

### 6.5.1 Diccionario aeronáutico inglés-español.

Esta utilidad tiene como finalidad el brindar un apoyo al alumno en cuanto a la traducción de alguna palabra. Internamente opera de manera similar a la búsqueda de imágenes. Al seleccionar la opción se despliega una pantalla donde se presenta un espacio para que el usuario capture la palabra en español que desea conocer, y se busca en una base de datos que contiene su palabra equivalente en Inglés, al encontrarse ésta, se hace el despliegue del resultado (figuras 14 y 15).

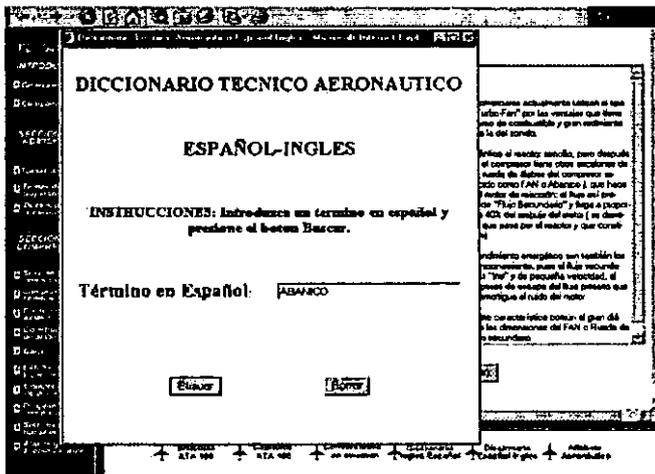


Fig. 14 Pantalla de captura del diccionario técnico.



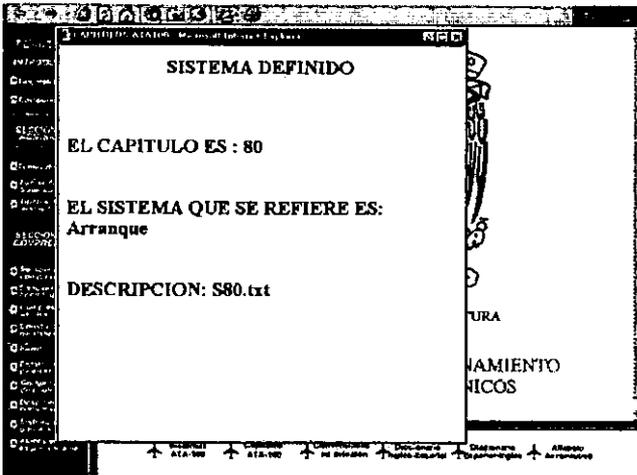


Fig. 17 Resultado de la búsqueda de capítulos del ATA-100.

La operación de ésta opción así como de la opción inversa en la cual a partir del nombre del Capítulo se obtiene su número correspondiente, está basada en la búsqueda en una Base de Datos desarrollada para la obtención de Textos e Imágenes.

### 6.5.3 Conversión de unidades.

Esta opción permite al usuario realizar la conversión entre los diferentes sistemas de unidades más usados en aviación. Al seleccionarlo se despliega una ventana donde se introduce un valor numérico que se desea convertir. Posteriormente se elige la unidad de medida correspondiente y en un recuadro adjunto se despliega el resultado de la conversión (figura 18).

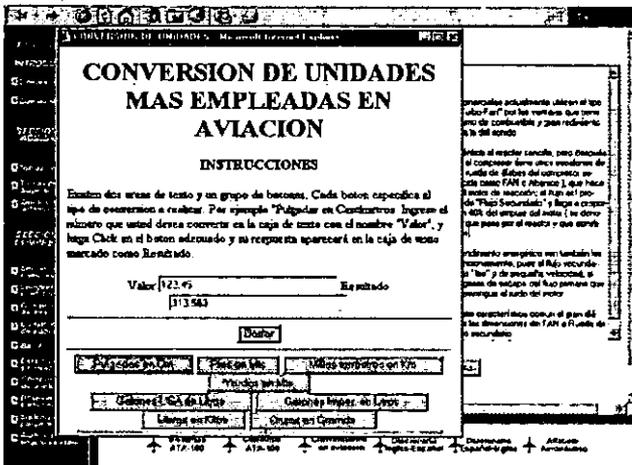


Fig. 18 Programa de conversión de unidades.

### 6.5.4 Alfabeto aeronáutico.

La opción del Alfabeto Aeronáutico permite al usuario conocer dicho alfabeto capturando la letra de la cual desea conocer el término asociado. Internamente el funcionamiento es similar al del opción de búsqueda de los Capítulos del ATA-100. Las figuras 19 y 20 muestran la captura y resultado.

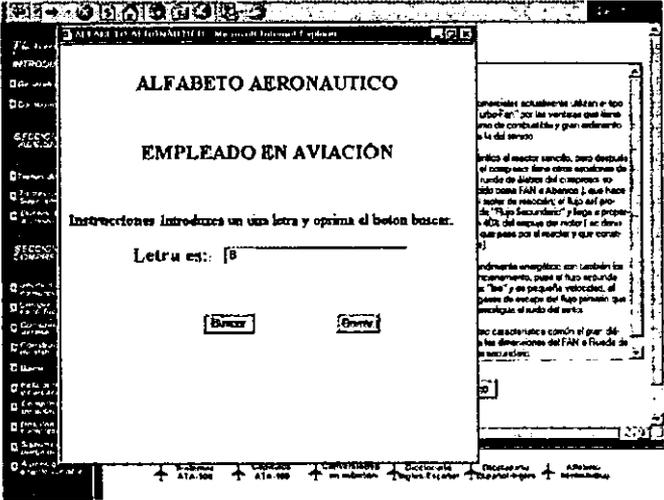


Fig. 19 Captura de letra del alfabeto.

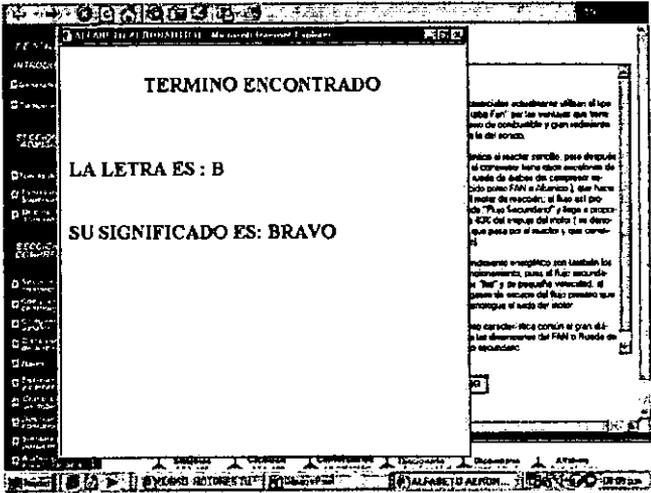


Fig. 20 Pantalla de despliegue del alfabeto aeronáutico.

## **CAPÍTULO 7 PRUEBAS OPERATIVAS DEL SISTEMA**

Después de concluidas las etapas de diseño y desarrollo, se procedieron a instalar el programa dentro de un directorio local en el servidor. Una vez realizada la operación, se comenzó la fase de prueba operativa.

Esta fase tiene por objeto verificar el comportamiento y los problemas que surjan entre los elementos que soportan e integran el sistema y que serán ubicados en cuanto se realicen las peticiones por parte de la máquina cliente al servidor. Para esto, se consideraron los siguientes puntos que comprobarán que el sistema opera eficientemente:

- Pruebas de comunicación entre cliente y servidor.
- Pruebas de conexión con un gestor de base de datos.
- Pruebas de los lenguajes de programación.
- Prueba de los Navegadores.
- Pruebas de presentación de la información.
- Pruebas de los tiempos de acceso a la información.

### **7.1 Pruebas de comunicación entre cliente y servidor.**

Para poder establecer la comunicación entre las computadoras y verificar su desempeño, fue necesaria la instalación de varios programas que nos permitirían el intercambio de información entre los equipos. Para tal propósito, se hicieron las instalaciones y pruebas operativas de cada uno de ellos, para obtener la mejor configuración y operación. Para que la red sea operativa se realizaron las siguientes pruebas:

- Configuración y conexión de la red.
- Instalación del servidor Web.
- Extensiones de servidor.

#### **7.1.1 Configuración y conexión de la red.**

Antes de realizar la instalación y petición del programa al servidor, fue necesario el realizar la configuración de la red tanto para los equipos Clientes como para el Servidor.

En esta configuración se estableció el Cliente para redes de la firma Microsoft el cuál enumera los clientes en la red, además que validará el inicio de la sección para que pueda ser utilizada la red. Esto nos permite conocer el nombre del servidor y su dominio evitando el envío de mensajes de fallo en la conexión y comunicación con el servidor.

Los adaptadores y sus programas que se encargaron de conectar físicamente la red, también fueron configurados para cada uno de los equipos, en esta parte se establecieron las direcciones IP, máscara de subred y el reconocimiento del nombre del Host.

Durante el procedimiento de la configuración de la red, no se encontró ningún inconveniente; las tarjetas, el protocolo, las direcciones, etc. fueron reconocidas sin ningún contratiempo, con lo que, se procedió a realizar la instalación del Servidor.

### 7.1.2 Instalación del servidor web.

Esta parte de la instalación se realizó automáticamente a partir del disco que contiene al Personal Web Server y que fue seleccionado como el servidor para la realización de las pruebas del sistema.

Durante la instalación se observó la creación de un icono del Personal Web Server en la parte inferior derecha de la barra de tareas de Windows y que al ser activada, aparecerá un cuadro del administrador de Web personal que es mostrado en la figura 21.

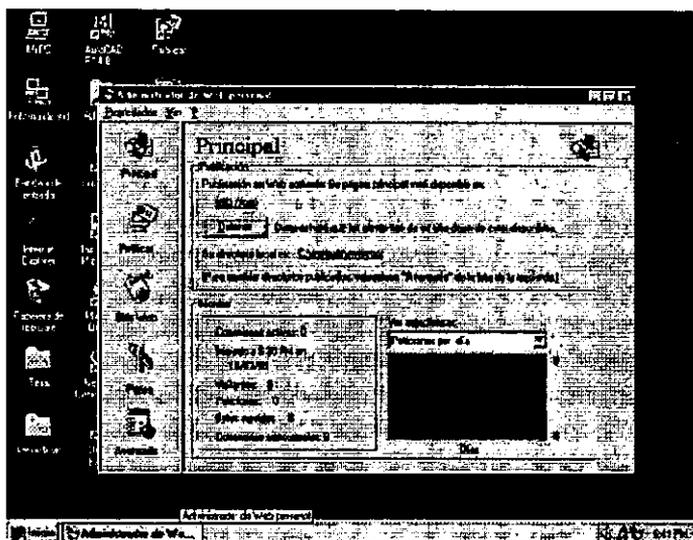


Fig. 21 El administrador del PWS muestra el directorio local como el http.

En estas propiedades se probó que el Servidor reconociera las direcciones de Internet, el URL, el protocolo HTTP y el nombre del Servidor; además se creó un directorio local donde se ubicará y recuperará los programas que serán pedidos por los exploradores Clientes al Servidor.

### 7.1.3 Extensiones de servidor.

Las extensiones del servidor (FrontPage Server Extensions) que son un conjunto de programas y secuencias de comando, son otros componentes del servidor que fueron sometido a prueba. Estas extensiones se encargaran de reconocer el nombre del directorio local y de configurar otros elementos necesarios para el servidor.

Durante la instalación automática y prueba de dichas extensiones, tampoco se presentó problema alguno ya que se reconocieron todos los elementos que intervienen en el servidor, por lo que, teniendo el protocolo, el servidor de Web y las extensiones se realizó la prueba de comunicación entre los equipos clientes y el servidor.

Dicha prueba de comunicación se hicieron empleando un Navegador instalado en los equipos Clientes, que por medio de una dirección URL se pudo establecer comunicación con el servidor y consultar el contenido de un directorio local.

## 7.2 Pruebas de conexión con un gestor de base de datos.

Después del funcionamiento del servidor y de las máquinas clientes, se buscó la forma de establecer las conexiones y mantenimiento de la información contenida en un gestor de base de datos que será requerida por el programa.

### 7.2.1 Conexión de la base de datos.

El primer punto fue la conexión a una base de datos por medio de la "Conectividad Abierta de Bases de Datos" (ODBC). Esta Conectividad para su activación, pide una fuente de datos (tablas) y un controlador (drive) el cuál para nuestro sistema prototipo fue Microsoft Access. El administrador de datos ODBC se ve en la figura 22.

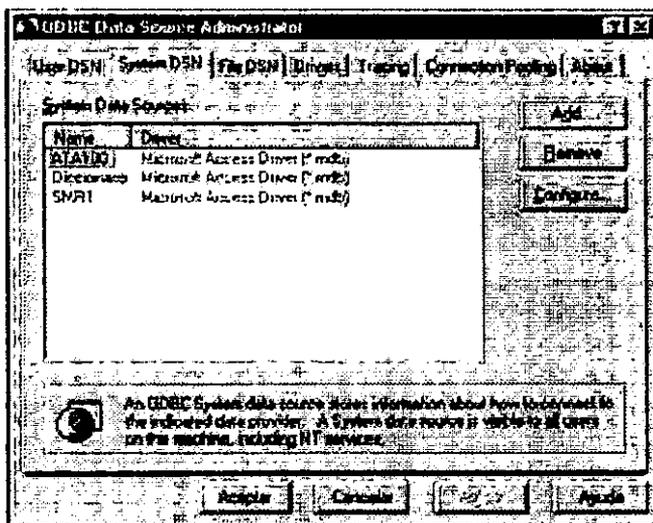


Fig. 22 Administrador de datos ODBC.

Una vez preparada la conexión, se realizó por medio de un programa sencillo (aplicación en Java) las peticiones de la información al servidor y el que nos confirmaría que el programa accediera a los datos en forma aceptable. Esta petición de también resultó satisfactoria, al desplegarse en la pantalla el contenido de una base de datos diseñada para la prueba.

## **7.2.2 Mantenimiento de la base de datos.**

Las modificaciones hechas en las tablas dentro de la base de datos (Microsoft Access) para aumentar o disminuir los datos no tuvo ningún contratiempo, ya que cualquier cambio fue detectado de forma inmediata.

## **7.3 Pruebas de los lenguajes de programación.**

Para la creación del sistema de entrenamiento prototipo fue en primer lugar seleccionado el lenguaje Java como el más apto para los propósitos de diseño debido a que dicho lenguaje, ofrece dos tipos de programas independientes los cuales son:

- Las Aplicaciones.
- Los Applets.

Las aplicaciones en Java, son programas que operan independiente de un Navegador y puede ejecutarse como cualquier otro programa compilado. El inconveniente que tienen estas aplicaciones es que están limitadas en cuanto a su presentación y su interacción con medios gráficos, por lo que, se descarto como elección para el desarrollo del sistema prototipo.

En el caso de los applets, estos son programas que se ejecuta dentro de un Navegador y que actualmente son empleados tanto en redes de área local como en Internet. En vista de que el applet se ejecuta dentro de un Navegador, se tiene la ventaja de contar con una ventana de presentación y la habilidad de responder a los eventos de la interfaz del Navegador.

Las dos ventajas principales que ofrece también Java son: las de ser un verdadero lenguaje de desarrollo independiente de la plataforma y contar con un alto nivel de seguridad. En teoría, Java se ejecuta de la misma forma en todas las plataformas, debido a su diseño de implementación neutral. Es decir, que las aplicaciones y los applets se comportan igual en cualquier plataforma, por lo que se evita el preocuparse por las diferencias entre las máquinas de los usuarios finales. Estas ventajas nos motivó a seleccionar al applet de Java como plataforma de desarrollo principal del sistema.

Ya que se eligió a Java como el lenguaje para el desarrollo del sistema, se desarrolló un applet con instrucciones que permitirían acceder a una base de datos y poner esta información dentro de un Navegador.

El programa para la prueba de la conexión con la base de datos fue creado para su prueba inicial como una aplicación Java con lo que, la conexión con la base fue realizada en forma conveniente. Pero al pasar el programa como un Applet se encontró que no se podía establecer conexión con los datos, por lo que, se trató de determinar el problema que evitaba la conexión con el gestor de la base de datos.

### **7.3.1 Error en el acceso de información en el applet.**

Durante ésta primera prueba operativa del applet en donde se establecería la conexión con la base de datos y los datos extraídos fueran mostrados dentro de una interfaz gráfica propia de los applets, se encontró que el programa no logró acceder ni presentar la información dentro del Navegador y sólo se mostraba un mensaje de error de seguridad enviado por la clase Security Manager.

Este error (SecurityException) señalado por Java, evitó que se realizará la conexión a la base de datos y desplegará la información en la pantalla. Dicho error se debe a que el applet Java se ejecuta dentro de un programa llamado Java Virtual Machine.

Este programa restringe los recursos del sistema a los que puede acceder el applet, a los que se llama en el lenguaje de programación Java como "caja de arena" (sand box), que en este caso es el Navegador del cliente. Mientras el applet permanezca dentro de la caja de arena ó Navegador, no puede ocasionar efectos dañinos. Esto se debe a que la caja está diseñada dentro del mismo lenguaje.

Esto significa que, por mucho que intenten, los programadores nunca podrán lograr que el applet acceda a recursos fuera del Navegador, por lo que, los applets con esta seguridad no transportaran virus ni podrán acceder a una fuente de datos externa, como un método de protección a la información.

La compañía Sun Microsystem creadora de Java, esta buscando formas de permitir el acceso de datos dentro del Navegador, sin exponer la seguridad que brinda el lenguaje al hacer empleo de otras herramientas de apoyo a Java. Estas herramientas hasta el momento, no se encuentran disponibles en las últimas versiones del lenguaje para el desarrollo de applets.

### **7.3.2 Solución al acceso de información en el applet.**

Debido a que los applets no pueden acceder a información externa por razones de seguridad, se necesitó buscar otros lenguajes que nos permitieran la conexión y acceso a la base de datos y el control de la información dentro de la presentación.

El lenguaje que nos brindó tanto la conexión como la presentación de la información en forma correcta fue VBScript, que en combinación con HTML y Páginas Activas de Servidor nos facilitarían el intercambio de datos y él envió de éstos al Navegador. Una vez desarrollado el nuevo programa, se paso a comprobar que accediera correctamente a la información y la mostrará en la interfaz del explorador.

El programa al ser instalado y requerido por el Navegador se comportó de acuerdo a lo esperado y no mostró conflicto con el servidor ni con la conexión a la base de datos. Una ventaja que presentó el programa es que evitó importar paquetes o bibliotecas propias de otros lenguajes.

## 7.4 Prueba de los navegadores.

Los Navegadores comerciales utilizados actualmente son el Microsoft Explorer y el Netscape Navigator, los que fueron evaluados para observar su actuación al hacer la petición del sistema al servidor y presentar dicha información en la interfaz gráfica en la máquina cliente.

### 7.4.1 Error durante la prueba del sistema en el navegador Netscape.

Al llevar a cabo la prueba de funcionalidad del programa en el Navegador Netscape se encontró que al realizar la petición y despliegue en pantalla del sistema, éste presentó la región derecha que comprende el área de texto recortada, además de que el Navegador impedía que se desplegaran los botones de control del programa debido a que no cuenta con un interprete para VBScript (figura 23).

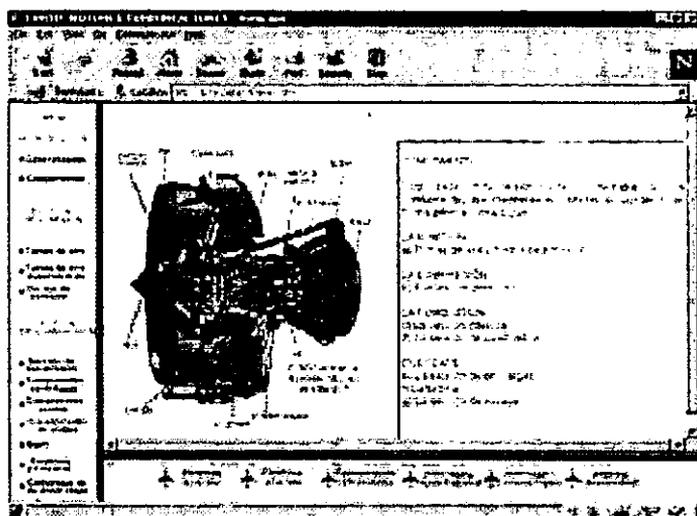


Fig. 23 Error en el despliegue del panel de texto y controles de la información.

### 7.4.2 Solución a los problemas encontrados el navegador Netscape.

Se busco solución a la presentación propia del Navegador por medio de un Navegador más actual y del menú de herramientas, pero se encontró que las funciones tanto para el lenguaje VBScript, tamaño de la pantalla y de textos no estaban disponibles en el Netscape.

La falta de los controles de la información se debió a que Netscape no es compatible con el lenguaje VBScript, por lo que, sólo puede presentar la parte correspondiente al applet de Java y la imagen eliminando los controles de avance de la información.

Ya que Netscape mostró problemas en el despliegue se realizó una prueba del programa utilizando el Navegador Microsoft Explorer. Este Navegador no presentó problema alguno al momento de realizar la petición del sistema y su presentación.

Además el navegador permite modificar su interfaz gráfica, con lo que, el despliegue de los datos y su tamaño fue satisfactorio. Por estas razones se eligió a Microsoft Explorer como el mejor para la presentación de la información ya que cuenta con interpretes de los lenguajes Java, JScript y VBScript.

Después de realizada la prueba de operación y eliminando los problemas que emergieron durante ésta fase, se continuó con la prueba de presentación dentro del Navegador.

## **7.5 Pruebas de presentación de la información.**

Para efectos de presentación de la información contenida en la base de datos, se seleccionó un applet Java que sólo se encargará de cargar y presentar las imágenes y textos dentro de la pantalla, la parte que controla el avance y retroceso de la información será realizado por un programa Script.

### **7.5.1 Error en el applet de presentación.**

Al realizar las prueba para el applet de presentación, se detectó un conflicto al desplegar la parte correspondiente a la imagen. El problema fue la presentación de una imagen recortada por la mitad en el panel. Esto se debió a que el applet realiza ajustes de tamaño de la imagen para adecuarla al espacio asignado en el panel, por lo que, ésta operación llega a cortar la imagen en un momento dado, además de que se incrementaron los tiempos de carga de la imagen considerablemente.

### **7.5.2 Solución al applet de presentación.**

La corrección a esto fue la eliminación de la instrucción que realizaba los ajustes en la imagen en el applet y sólo se conservó la parte correspondiente al panel de texto, con lo que, se solucionó el problema. Por este motivo, el único programa de Java que se incluyó dentro del sistema fue el correspondiente al panel de texto. Este programa se encarga de almacenar la lectura del texto en un Buffer y mandarlo desplegar dentro de un área de texto que contiene barras de desplazamiento (Scrollbar) para la lectura del mismo.

La eliminación de la instrucción para la imagen nos permitió el incluir otro tipo de instrucciones (HTML) que nos brindó la posibilidad de incluir una imagen pequeña que posteriormente fuera ampliada al colocar el Mouse y hacer clic sobre ella. También se pudo incluir formato de vídeo en la presentación, por lo que, el programa pude hacer uso de imágenes estáticas, dinámicas y videos en forma simultanea.

## **7.6 Pruebas en los tiempos de acceso a la información para Intranet e Internet.**

Otro punto ha evaluar fueron los tiempos que le llevaba a la máquina Cliente acceder, recuperar y procesar la información contenida en el Servidor. Los tiempos observados de respuesta para un conjunto de 10 estaciones con carga de imagen, vídeo y texto fueron realizados tanto para una red Intranet como en Internet.

### 7.6.1 Tiempos de carga de la información en una Intranet.

Los tiempos de respuesta observados para las peticiones simultaneas hechas por los equipos clientes se realizaron satisfactoriamente dentro de la Intranet. La sobrecarga de trabajo del servidor no reportó problema ya que los tiempos tanto para la primera carga como para las subsecuentes fueron aceptables. Los tiempos para carga de textos, vídeo, imágenes y sonido se observan en la tabla 1.

### 7.6.2 Tiempos de carga de la información en Internet.

El acceso y petición al servidor que contiene el sistema se realizó por medio de la dirección <http://www.132.248.139.227/Tesis/Preses1.htm>, la cual permitió el acceder a la pagina inicial de presentación que contiene los temas del curso.

Los tiempos para la carga inicial de imágenes, texto y animaciones en Internet, se vieron incrementados a comparación de los realizados por medio de una Intranet. Para el avance en la información por medio de los botones de control no se presentaron problemas con los tiempos de despliegue de textos, imágenes y animaciones, con lo que los avances al inicio o final de la información se llevó a cabo satisfactoriamente.

La única desventaja que se presentó fue la concerniente al vídeo y sonido. Para un vídeo en formato Avi de 5 Mb se obtuvieron tiempos comprendidos entre los 10 a 20 minutos para su despliegue en pantalla. El uso de sonido con formato Wav también incrementó su tiempo de carga en comparación con el obtenido en una red interna. Estos tiempos son mostrados en la siguiente tabla.

Tipo de información	Intranet	Internet
Imagen	2 a 5 seg.	7 a 9 seg.
Animación	3 a 7 seg.	9 a 12 seg.
Vídeo	4 a 7 seg.	10 a 20 min.
Sonido	2 a 4 seg.	30 seg. a 1 min.

Tabla 1. Tiempo de carga de la información.

Durante esta parte se pudo determinar que el sistema de enseñanza cuenta con la capacidad tanto de operar dentro de una red interna como ponerlo a disposición en Internet, dando con esto, una nueva forma de presentación y manejo de la información dentro del medio.

## **CAPÍTULO 8 PRUEBA DEL SISTEMA CON SUJETOS**

El propósito de la prueba, es determinar la facilidad de uso y comparar el grado de aprendizaje alcanzado por los alumnos que emplearon el sistema con aquellos que continuaron con los métodos tradicionales de enseñanza. Para esta prueba se necesitó la colaboración de los 28 alumnos del 5to. semestre de la carrera de Mecánico de Aviación (14 usando CBT y el resto utilizando el método tradicional) y del apoyo de un instructor para la Impartición de las clases.

Para observar el grado de desempeño se puso a prueba el sistema por un período de una semana, en la cuál, dos días se desarrollarían dentro de las instalaciones de la Sección de Cómputo del Centro de Diseño Mecánico (CDM) y los días restantes se realizarían dentro de las instalaciones de la escuela aeronáutica. Durante este tiempo se cubrirían los temas propuestos para apreciar el grado de avance usando la computadora, con aquellos que emplearon el método tradicional. Para determinar el nivel del sistema se necesitó aplicar dos evaluaciones:

- Evaluación del diseño y uso del sistema.
- Evaluación del aprendizaje de los usuarios empleando los métodos de enseñanza.

### **8.1 Evaluación del diseño y uso del sistema.**

Pensando en que los usuarios no cuentan con conocimientos profundos en materia de cómputo, se propuso diseñar un programa que tuviera una interfaz gráfica agradable, sencilla y didáctica en su contenido. Para evaluar si el diseño logra cumplir con normas de creación para materiales didácticos por computadora y determinar el grado de aceptación alcanzado se necesitó realizar las siguientes pruebas:

- Facilidad de uso de las interfaces.
- Diseño didáctico del sistema.
- Evaluación del contenido de los temas.

Para ésta evaluación se realizó un cuestionario donde los usuarios seleccionarían un conjunto de opciones donde se mostrara la opinión sobre la presentación de la información y su manejo. Dicho cuestionario consta de 10 preguntas y se encuentra localizado en el apéndice A.

#### **8.1.1 Facilidad de uso de las interfaces.**

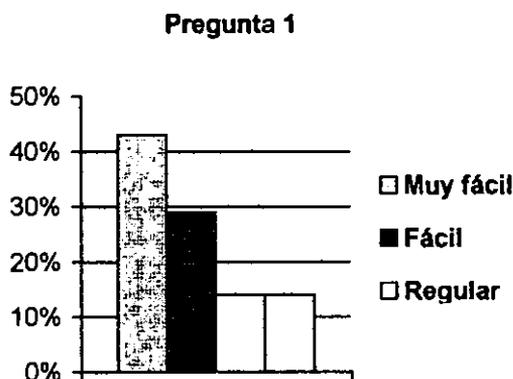
Como el usuario tendrá que interactuar con dos interfaces, fue necesario evaluar tanto la del Navegador como la del sistema de enseñanza. Estas pruebas mostrarían que tan fácil o complicada fue la operación de cada una de ellas.

### 8.1.1.1 Navegador.

El primer punto fue el analizar que tan rápido aprenderían los usuarios a realizar la petición del sistema al Servidor. Para esta prueba, se les explicó brevemente como deberían introducir la dirección del sistema en el Navegador y acceder al sistema. Concluida la explicación, se dejó que los usuarios realizaran el procedimiento solos.

Con respecto a la interacción de los usuarios con las opciones de la barra de herramientas del Navegador se observó que éstos aprendieron como interactuar con cada uno de las herramientas. Para realizar los cambios el usuario comprendió como sacar ventaja de los tamaños de fuentes y eliminación de barras de herramientas para permitirle un mayor campo de presentación del sistema.

De la pregunta 1 del cuestionario que corresponde al uso del Navegador se obtuvo los siguientes resultados: el 43% opinaron que fue muy fácil su uso, el 29% lo consideraron fácil, un 14% opinaron ser regular y el 14% restante complicado.



Gráfica 1 Respuestas sobre el uso del Navegador.

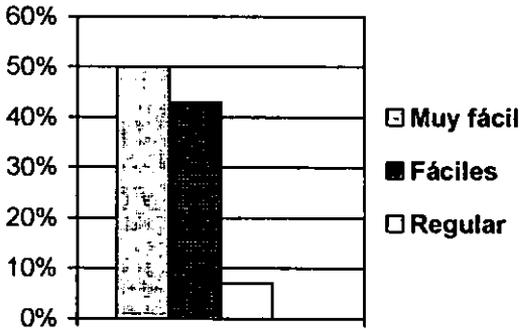
### 8.1.1.2 Diseño de la presentación del sistema.

Para el diseño y presentación de la interfaz del sistema se consideró dividir a ésta en tres frames, los cuáles, cumplen con una función específica y los que permanecerán en la misma posición durante toda la presentación. Esto favoreció que el alumno ubicará los elementos disponibles rápidamente y los usara adecuadamente.

Para el frame correspondiente al despliegue de la información principal, los usuarios opinaron sobre la ventaja de emplear los botones de navegación para avanzar o retroceder por los datos y la posibilidad de ampliar la imagen con el uso del Mouse. Además dentro de dicho frame, se colocó un contador que le indicaba al usuario su avance en el tema elegido.

Para la pregunta 2 sobre el control de la información y sus herramientas los usuarios opinaron que: 50 % fue muy fácil, el 43% que era fácil, el 7% consideró a este regular.

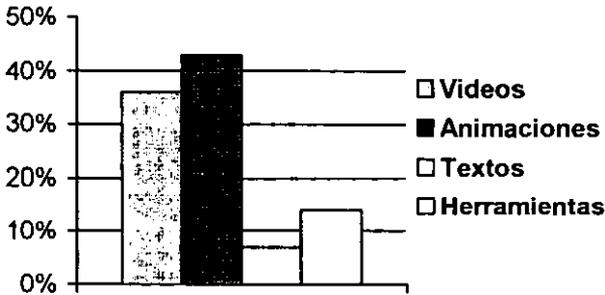
### Pregunta 2



Gráfica 2 Respuestas sobre el control de la información.

Con la opción del menú a un lado del frame de presentación, en alumno contó con la posibilidad de pasar de un tema a otro sin tener que ir constantemente a una página de inicio, permitiendo con esto, repasar temas previos sin perder su ubicación dentro del tema en ese momento.

### Pregunta 6



Gráfica 3 Respuestas con respecto a los elementos gráficos.

Con relación a los elementos de vídeo, animaciones, textos y herramientas que más le agradarían al usuario para el sistema, los usuarios contestaron la pregunta 6 con: 36% de videos, el 43% con animaciones, el 7% textos y el 14% restante por herramientas.

Por último con relación a la utilización de ventanas sobrepuestas para las herramientas de apoyo (diccionarios, ATA-100, etc.), tampoco causaron problema en su uso, debido a que podían ser cerradas o reducidas de acuerdo a las necesidades del usuario.

### 8.1.2 Diseño didáctico del sistema.

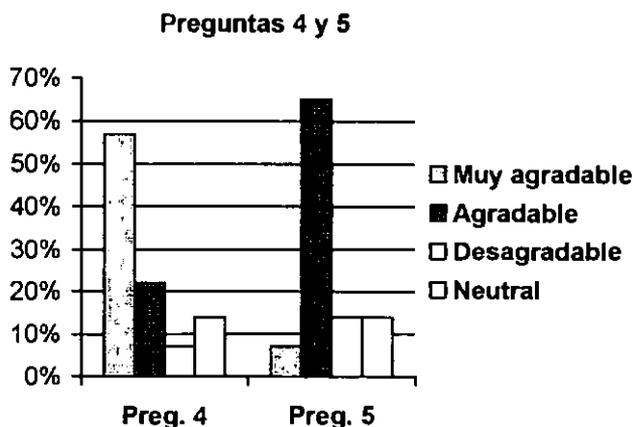
En esta etapa se trató de evaluar por medio de un cuestionario el impacto que causó el diseño de la presentación en el usuario. La presentación trató de seguir en lo más posible normas pedagógicas establecidas para documentos o materiales didácticos, que fueron explicadas anteriormente.

La interfaz gráfica del sistema fue asimilada en su operación y le permitió al usuario relacionar la información del texto con las imágenes. Este diseño de la interfaz fue constante en toda la presentación, evitando distraer al usuario al tener que familiarizarse de nuevo con otra presentación.

La colocación de los frames y su contenido guardaron tanto su dimensión como su aspecto en todos los temas. Los textos e imágenes fueron incluidos dentro de un fondo neutral (blanco) el cuál facilitó la lectura como la presentación de las imágenes, además de que, la elección de este fondo evitó la fatiga ocular.

El mantener presente a los frames (menú y herramientas) a lo largo del sistema evitaron que el alumno tuviera que moverse de una página a otra, esto permitió acceder a varias herramientas sin perder su ubicación en el tema elegido. Otro punto que aseguraba mantener informado al usuario sobre el tema estudiado, fue el de incluir en el frame de presentación el título del tema y un contador.

Para la pregunta 4 sobre el diseño de la presentación del curso se obtuvo lo siguiente: El 57% opinaron que fue muy agradable, el 22 % Agradable, el 7% lo consideraron desagradable y el 14% no lo consideraron importante.



Gráfica 4 Respuestas sobre el diseño de la presentación y ubicación de la información.

Para la parte de textos y de imágenes se eligieron aquellos que pudieran ser fácilmente interpretados por los usuarios, además que se buscó usar colores en las imágenes y en los textos más representativos.

Para evaluar la ubicación de las imágenes y textos en el curso se eligió la pregunta 5 donde se obtuvo: el 7% fue muy agradable, el 65% lo consideraron agradable, el 14% fue desagradable y el 14% restante no les interesó.

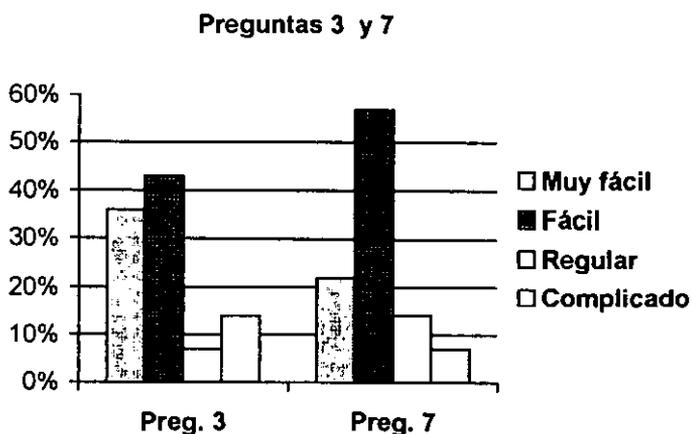
Estos puntos nos permitió verificar que el usuario consideró agradable la presentación del programa y el contenido de la información, motivando con esto, que el usuario utilice el sistema tanto en sus horas de clase como fuera de ellas.

### 8.1.3 Evaluación de los temas incluidos en el sistema.

Los temas presentados durante la prueba del sistema prototipo fueron aceptados ya que complementaron lo expuesto por el instructor, además de que se evitó la carga de dictado y dibujo de gráficas durante la clase.

Con respecto al contenido de las imágenes y textos presentados para su comprensión realizada en la pregunta 3 se obtuvo lo siguiente: el 36% lo consideraron muy fácil de comprender, el 43% fácil, el 7% regular y el 14% complicado.

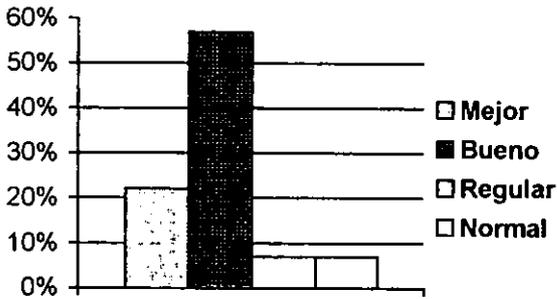
Para la pregunta 7 sobre la comprensión de los temas durante el curso se obtuvieron los siguientes resultados: el 22% fue muy fácil su comprensión, el 57 fue fácil, el 14 regular y el 7% lo consideraron complicado.



Gráfica 5 Respuestas sobre contenido y comprensión de los temas.

La pregunta 10 compara el avance en los temas utilizando el sistema de enseñanza por computadora obteniéndose los siguientes resultados: el 22% que fue mejor, el 57% fue bueno, el 7% regular y el 7% restante lo consideraron normal.

### Pregunta 10



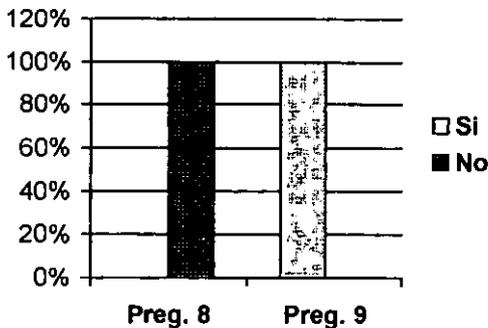
Gráfica 6 Respuestas sobre el avance en el temario.

Por ultimo a los usuarios se les cuestionó sobre si anteriormente tuvieron contacto con sistemas de enseñanza por computadora, y si les gustaría que un sistema de éste tipo se incorporara a sus clases.

Para la pregunta 8 con relación a sí han empleado algún tipo de sistema de enseñanza por computadora, el 100% contesto no tener ningún contacto con material sobre este tema.

Para la pregunta 9 ¿Te gustaría un sistema que te apoyara en tu aprendizaje?. Se obtuvieron las siguientes respuestas: el 100% respondió afirmativamente. Los resultados de estas preguntas son mostrados en la siguiente gráfica.

### Preguntas 8 y 9



Gráfica 7 Respuestas sobre el uso de un sistema similar e implementación de uno.

## 8.2 Evaluación del nivel de aprendizaje alcanzado empleando los métodos de enseñanza.

Después de evaluado el desempeño y diseño del sistema se procedió a realizar la evaluación del grado alcanzado de aprendizaje de los usuarios empleando la tecnología CBT como en de los métodos tradicionales de enseñanza.

En primer grupo piloto procedió a utilizar el sistema durante una semana, en el cual, los alumnos tomarían sus clases usando el programa y el apoyo dado por un instructor, el cual reforzaría con comentarios los temas ofrecidos en el sistema.

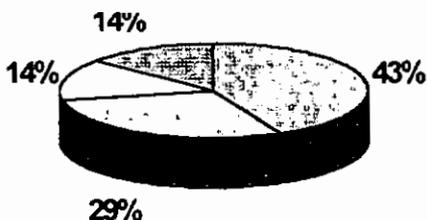
Para el segundo grupo piloto, se contempló el utilizar el sistema tradicional durante el mismo periodo de tiempo, también esta se llevaría a cabo con el apoyo de un instructor el cual emplearía el pizarrón, laminas y otros elementos para describir los mismos temas que fueron propuestos.

Concluida la etapa de prueba, se procedió a realizar la evaluación de los grupos por medio de un cuestionario de opción múltiple conteniendo preguntas sobre los temas vistos. Los resultados obtenidos para este examen de evaluación se describen a continuación.

### 8.2.1 Resultados obtenidos al emplear el sistema de enseñanza por computadora.

Para la evaluación del grupo de usuarios que trabajo con el sistema se procedió a la aplicación de un examen de 10 preguntas de opción múltiple sobre los temas desarrollados durante la el periodo de prueba. Este examen aparece en el apéndice A.

Los resultados para el grupo que trabajo con el sistema CBT y los cuales fueron apoyados por un instructor, son los mostrados en la siguiente gráfica.



- Calificaciones de 9
- Calificaciones de 8
- Calificaciones de 7
- Calificaciones de 6

Gráfica 8 Resultados de la evaluación del grupo de prueba.

De un total de 14 estudiantes que participaron durante el periodo de prueba se observaron los siguientes puntos:

- Se cubrieron los temas propuestos en el sistema.
- Se mostró un gran interés y comprensión en las imágenes tanto estáticas como animadas mostradas en algunos temas.
- El uso de herramientas alternas como diccionario, Código ATA-100. Etc. ayudaron a evaluar conocimientos anteriores.
- La carga de trabajo del instructor se vio disminuida con lo que se permitió avanzar en todos los temas propuestos en el sistema.
- El repaso de los temas fue posible a lo largo de todo el curso por medio de impresión de textos e imágenes o con el empleo del mismo sistema.
- La comprensión del funcionamiento y ubicación de elementos del motor fueron rápidamente asimilados y comparados con prácticas de campo realizadas.
- Se reafirmaron los conocimientos desarrollados en el sistema con los vistos en el durante las prácticas de taller con un motor real.

Durante la calificación de los exámenes: seis estudiantes obtuvieron calificación de 9, cuatro calificaciones de 8, dos alumnos de 7 y dos con calificación de 6. La actitud de los estudiantes ante la solución de sus exámenes fue muy segura al tener conocimiento sobre las partes y funciones que corresponden a los sistemas básicos de un motor turboreactor.

El cambio de conducta al emplear y estudiar con un sistema de este tipo fortaleció su seguridad en los conocimientos ya que durante su período de descanso, éstos pudieron repasar a su propio paso las lecciones que consideraron no comprendidas durante su instrucción.

Este cambio en la conducta de quienes emplearon el sistema mostró que el grado de aprendizaje alcanzado por parte de los estudiantes que participaron fue logrado en un período de tiempo mucho menor al llevado por los que emplearon el método tradicional.

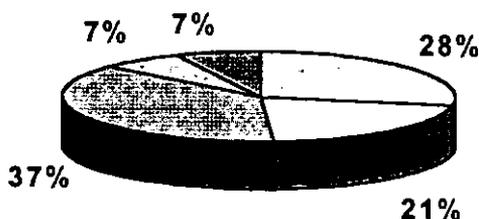
### **8.2.2 Resultados obtenidos utilizando el sistema de enseñanza tradicional.**

Para esta etapa se dejó al criterio del instructor la elección de materiales y herramientas de apoyo para la impartición de su clase. Después de terminada la prueba se destacó lo siguiente:

- El avance en los temas fue más lento debido al tiempo necesario para la proyección de los esquemas preparados por el profesor.

- Aumento de la carga de trabajo del instructor.
- Problemas en la comprensión del funcionamiento y ubicación de las partes que componen a un motor, ya que fue necesario que se repitiera la explicación varias ocasiones o inclusive fue necesario dibujar nuevamente algunos esquemas; esto se presentó tanto en la clase como en la práctica en el taller.

La evaluación llevada a cabo para este grupo piloto reportó los siguientes resultados: De catorce estudiantes se reportó las siguientes calificaciones: cuatro estudiantes con calificación de 9, tres alumnos con calificación de 8, cinco alumnos con calificación de 7, uno de 6 y el último con calificación de 5.



Calificaciones de 9

Calificaciones de 8

Calificaciones de 7

Calificaciones de 6

Calificaciones de 5

Gráfica 9 Resultados de las evaluaciones del grupo de control.

La conducta observada durante esta evaluación fue la escasa seguridad en los conocimientos que el alumno mostró al describir un elemento o su ubicación. La falta de documentación a su alcance y los malos apuntes tomados durante la clase contribuyeron a que la mayoría no obtuvieran calificaciones satisfactorias.

## CAPÍTULO 9 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las pruebas con sujetos nos muestran que el uso del sistema ayudo a los alumnos pues su índice de reprobación fue menor que el de aquellos que únicamente siguieron la clase tradicional.

A los alumnos les despertó un gran interés el uso de tecnología para tomar su clase, lo cual permitió captar mejor su atención al momento de la explicación de los temas, derivando esto en un mayor aprovechamiento de la clase.

El sistema es un complemento a la clase tradicional y pudimos observar como el profesor pudo complementar de manera sencilla su clase habitual con el sistema y apoyado en las animaciones pudo avanzar en el temario de manera rápida y eficiente.

Cabe mencionar que éste prototipo contempla únicamente un tema del curso de Motores Turborreactores y que los resultados han sido alentadores tanto para los alumnos y profesores como para los directivos quienes han manifestado su interés en continuar con el desarrollo del resto de éste curso, así como la creación de otros cursos.

Este sistema puede servir como base para que posteriormente se implante un sistema de enseñanza a distancia para las diferentes escuelas de mecánicos de aviación del interior del país.

Por otra parte, el uso de una base de datos como controladora de las imágenes y textos del curso permiten que éste se pueda actualizar de manera sencilla, prácticamente por cualquier persona sin necesidad de que ésta tenga conocimientos de programación.

En cuanto al desarrollo del sistema cabe retomar la importancia del análisis y selección de las herramientas para desarrollo, para esto baste tomar como ejemplo la implementación del despliegue de las imágenes, donde al elegir HTML en lugar de Java para su implementación, se obtuvo un mejor rendimiento y mayor versatilidad al poder mostrar con la misma instrucción diferentes tipos de archivo, cosa que con Java no hubiera sido posible.

Consideramos importante el manejo hasta donde sea posible de animaciones que hacen más sencillo de explicar los temas del curso. Por tal motivo será importante agregar simulaciones de comportamiento de los motores en diferentes circunstancias para una mejor comprensión de los diferentes puntos del temario.

Otro punto a investigar es el uso de programas adicionales que permitan realizar animaciones y su despliegue de una manera más clara, como puede ser el uso del programa Flash y verificar los agregados que necesitaría hacerse al navegador, para el despliegue (plug-in).

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## APENDICE A

### Examen de control y cuestionario de opinión sobre el sistema

#### Examen

Alumno: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

- 1.- El ángulo de ataque de un álabe esta formado por:
  - a) El borde de ataque y la cuerda geométrica.
  - b) La cuerda geométrica y el viento relativo.
  - c) El borde de entrada, borde de salida y la cuerda geométrica.
  
- 2.- La misión del compresor es:
  - a) Expandir la masa de aire.
  - b) Anular el flujo de aire.
  - c) Comprimir una masa de aire.
  
- 3.- El compresor N1 es accionado por:
  - a) La turbina.
  - b) La turbina de alta.
  - c) La turbina de baja.
  
- 4.- Que significan las siglas F.C.U?
  - a) Fuselage Control Unit.
  - b) Flow Control Unit.
  - c) Fuel Control Unit.
  
- 5.- Que nombre reciben los alabes que tienen movimiento?
  - a) Alabes rotores.
  - b) Alabes estatores.
  - c) Alabes guía.
  
- 6.- El capítulo 36 de ATA100 se refiere a:
  - a) Tren de aterrizaje.
  - b) Neumático.
  - d) Peso y balance.
  
- 7.- El ducto de admisión permite que:
  - a) La masa de aire entre en forma turbulenta.
  - b) El flujo de aire sea estático.

c) La masa de aire tenga dirección y no presente turbulencia.

8.- El intradós se localiza en:



9.- El ducto de admisión más utilizado en la aviación comercial es:

- a) El tipo Pitot.
- b) El rectangular.
- c) El subsónico.

10.- En el código ATA100 al "aceite del motor" se le asigna el capítulo:

- a) 80
- b) 73
- c) 79

## Cuestionario

Alumno: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

1.-¿Qué tan fácil te resulto ingresar y emplear el Navegador?

- a) Muy fácil b) Fácil c) Regular d) Complicado

2.- El control de la información y sus herramientas en el curso fueron:

- a) Muy fáciles b) Fáciles c) Regular d) Complicados

3.- El contenido de las imágenes y textos presentados para su comprensión fueron:

- a) Muy fáciles b) Fáciles c) Regulares d) Complicados

4.- El diseño de la presentación del curso fue:

- a) Muy agradable b) Agradable c) Desagradable d) Neutral.

5.- La ubicación de las imágenes y textos en el curso fueron:

- a) Muy agradable b) Agradable c) Desagradable d) Neutral.

6.- ¿Qué elementos (Vídeo, textos, animaciones, etc.) te agradarían que tuviera más el sistema?

- a) Vídeos b) Animaciones c) Textos d) Herramientas

7.- La comprensión de los temas durante el curso fueron:

- a) Muy fáciles b) Fáciles c) Regular d) Complicados

8.- ¿Haz empleado anteriormente un sistema de enseñanza por computadora?

- a) Si, cuál? \_\_\_\_\_ b) No

9.- ¿Te gustaría que un sistema de este tipo te apoyara en el repaso de tus clases?

- a) Si b) No

10.- Durante el curso el avance en los temas fue:

- a) Mejor b) Bueno c) Regular d) Normal. E) Peor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Adams Rick**

"Web Feat"

Civil Aviation Training (CAT Magazine), Number 1  
February 2001 pp: 35-38

**Castro Mendoza Carlos**

"Aeropuertos Mexicanos, una visión a futuro"

Bitácora de Vuelo, Numero 15  
Enero 1999 pp:3-7

**Chan Mark C., Steven W. Griffith, Lasi Anthony F.**

"1001 tips para programar con Java"  
Ed. McGraw-Hill

**James J. Hobuss**

"Creación de sitios web con access"  
Ed. Prentice Hall

**Kehoe Brendan P.**

"El arte de internet"  
Ed. Prentice Hall

**Raya José Luis, Moreno-Antonio López José A.**

"Como construir una intranet con Windows NT Server"  
Ed. Ra-Ma

**Keith Brophy Keith, Koets Timoty**

"Aprendiendo VSScript en 21 días"  
Ed. Prentice Hall

**Lehman, Chris**

"Big Four in the Frame"

Civil Aviation Training Magazine (CAT Magazine), Number 7  
July 2000 pp: 28-33

**Lombardo, David A.**

"New Standards Drive Computer Based Training"  
Aviation Maintenance, Vol. 16, Number 8  
July 1997 pp: 29-32

**McFedries Paul**

"Creando una pagina web con html ¡fácil!"  
Prentice Hall

**Petrovsky Michele**  
"Manual de dynamic html"  
Ed. Osborne McGraw-Hill

**Pressman Roger S.**  
"Ingenieria de software: un enfoque práctico"  
Ed. McGraw-Hill

**Popham W. James**  
"Planteamiento de la enseñanza"  
Edit. Paidos, Buenos Aires.  
1985

**Reising, Douglas Charles**  
"Simulators Improve Maintenance Training"  
Aviation Equipment Maintenance, Vol. 15, Number 7.  
July 1996 pp: 30-32

**Ricciardi, Joe Ricciardi, Joe**  
"Piloting the Engineer"  
Avionics Magazine, Vol. 23, Number 12  
December 1999 pp: 16-19

**Shepherd, Kimberly**  
"Almost Touching the Tornado"  
Avionics Magazine, Vol. 24, Number 12  
December 2000 pp: 21-24

**Smith, Dale**  
"Welcome to the future of Training"  
Aviation Maintenance, Vol. 17, Number 4  
April 1998 pp: 28-34

**Thurber Matt**  
"Online Education"  
Aviation Maintenance, Vol. 20, Number 3  
March 2001 pp: 30-41

**Winters Patrick, Olhasso David, Lemay Laura**  
"Aprendiendo visual j++ en 21 días"  
Ed. Prentice Hall

## TABLA GENERAL DE FIGURAS

### Tabla de ilustraciones

Fig. 1 Empleo de simuladores de vuelo para el entrenamiento de piloto.....	3
Fig. 2 Clase tradicional para el personal de mantenimiento.....	4
Fig. 3 Entrenamiento de un técnico utilizando la tecnología CBT.....	4
Fig. 4 Curso inicial que contienen 120 horas de aprendizaje interactivo.....	6
Fig. 5 El VRD para la inspección y reparación de un Fan.....	8
Fig. 6 Estudiante operando el sistema JAMF.....	9
Fig. 7 Entrenamiento para el personal de avionics del avión Sea Harrier.....	10
Fig. 8 Imagen en realidad virtual del avión tomado con sus paneles desplazados.....	11
Fig. 9 Estudiante de la universidad de Embry-Riddle tomando.....	12
Fig. 10 Curso de instrumentos en el explorador Netscape.....	12
Fig. 11 Aeropuerto Internacional Benito Juárez de la Ciudad de México.....	14
Fig. 12 División de la pantalla en marcos o frames.....	37
Fig. 13 Despliegue de la imagen.....	38
Fig. 14 Pantalla de captura del diccionario técnico.....	38
Fig. 15 Pantalla de resultado del diccionario técnico español-inglés.....	39
Fig. 16 Selección de un capítulo del ATA-100.....	39
Fig. 17 Resultado de la búsqueda de capítulos del ATA-100.....	40
Fig. 18 Programa de conversión de unidades.....	40
Fig. 19 Captura de letra del alfabeto.....	41
Fig. 20 Pantalla de despliegue del alfabeto aeronáutico.....	41
Fig. 21 El administrador del PWS muestra el directorio local como el http.....	43
Fig. 22 Administrador de datos ODBC.....	44
Fig. 23 Error en el despliegue del panel de texto y controles de la información.....	47

### Tabla de diagramas

Diagrama 1 Modelo simplificado del aprendizaje.....	20
Diagrama 2 Distribución de las áreas en la pantalla.....	26
Diagrama 3 Estructura general de un sistema Cliente/Servidor.....	28
Diagrama 4 Flujo de control de la información (Imágenes y textos).....	33
Diagrama 5 Diagrama de conexión de la BD.....	36

### Tabla de gráficas

Gráfica 1 Respuestas sobre el uso del Navegador.....	51
Gráfica 2 Respuestas sobre el control de la información.....	52
Gráfica 3 Respuestas con respecto a los elementos gráficos.....	52
Gráfica 4 Respuestas sobre el diseño de la presentación y ubicación de la información.....	53
Gráfica 5 Respuestas sobre contenido y compresión de los temas.....	54
Gráfica 6 Respuestas sobre el avance en el temario.....	55
Gráfica 7 Respuestas sobre el uso de un sistema similar e implementación de uno.....	55
Gráfica 8 Resultados de la evaluación del grupo de prueba.....	56
Gráfica 9 Resultados de las evaluaciones del grupo de control.....	58