

4  
291



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**HIDRAULICA BASICA: PROTOTIPO DE SOFTWARE  
INTERACTIVO DE HIDROSTATICA**

**UTILIZACION DE NUEVAS TECNOLOGIAS INFORMATICAS  
EN LA ENSEÑANZA - APRENDIZAJE**

*Incluye un disco compacto*

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**I N G E N I E R O C I V I L**

P R E S E N T A :

**OSCAR RAYMUNDO ALONSO SILVA**

DIRECTORA DE TESIS: M.I. ADRIANA CAFAGGI FELIX.



MEXICO, D. F.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

269/111

1998.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/105/98

Señor  
**OSCAR RAYMUNDO ALONSO SILVA**  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **M. L. AMALIA ADRIANA CAFAGGI FELIX**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

**"PROTOTIPO DE SOFTWARE INTERACTIVO DE HIDRAULICA"**

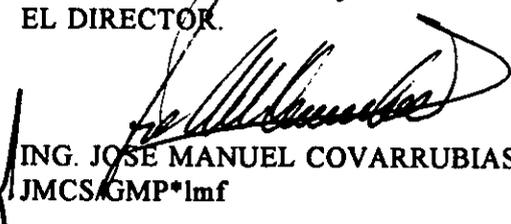
**INTRODUCCION**

- I. HIDRAULICA BASICA: PROBLEMATICA EDUCATIVA**
- II. UNA SOLUCION A LA PROBLEMATICA DE HIDRAULICA BASICA**
- III. DISPOSITIVOS PARA EL USO**
- IV. HIDROSTATICA: PROCESOS DE DESARROLLO**
- V. EVALUACION DEL PROTOTIPO**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria a 30 de junio de 1998.  
EL DIRECTOR.

  
ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS  
JMCS/GMP\*lmf

A mis padres

Por darme su cariño y apoyo en todo momento.

## **Agradecimientos**

A Adriana por su invaluable ayuda a lo largo de la carrera y de la elaboración de esta tesis

Un agradecimiento muy especial a mis compañeros y amigos del Laboratorio de Usos Educativos de la Computadora, Miguel, Leobardo y Antonieta, ya que sin su ayuda y apoyo, este trabajo no sería lo que es.

## TABLA DE CONTENIDO

<u>INTRODUCCION</u>	<u>6</u>
<u>TEMA 1 HIDRÁULICA BÁSICA: PROBLEMÁTICA EDUCATIVA</u>	<u>10</u>
PRESENTACIÓN	10
HIDRAULICA BASICA EN EL PLAN DE ESTUDIOS	11
TEMARIO DE HIDRÁULICA BÁSICA	12
PREREQUISITOS (CONCEPTOS TEÓRICOS)	13
NECESIDADES EDUCATIVAS	13
PROBLEMATICA EDUCATIVA	14
<u>TEMA 2 UNA SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA DE HIDRÁULICA BÁSICA</u>	<u>18</u>
PRESENTACIÓN	18
UNA SOLUCION ASISTIDA POR COMPUTADORA	19
PROTOTIPO DEL SOFTWARE INTERACTIVO	22
¿ QUÉ ES UN SOFTWARE INTERACTIVO ?	22
¿ QUÉ ES UN PROTOTIPO ?	27
JUSTIFICACION DE LA SOLUCION	30
<u>TEMA 3 DISPOSITIVOS PARA EL USO</u>	<u>36</u>
PRESENTACIÓN	36
OBJETIVO DEL PROYECTO	37
USO DEL SOFTWARE	37
PLANEACIÓN	39
DESARROLLO	39
PRODUCCIÓN	39
USO DEL SOFTWARE	39

PLANEACIÓN	40
DESARROLLO Y PRODUCCIÓN	41
DEFINICION DE LA POBLACION OBJETO	42
FORMA DE ACCESO	42
CUANTIFICACIÓN DE LOS USUARIOS POTENCIALES	42
INTENSIDAD DE USO	43
DECISION SOBRE EQUIPAMIENTO	44
COMPUTADORAS	44
OBSOLESCENCIA	45
PLATAFORMAS	47
SOFTWARE	49
ADMINISTRACION DE LOS EQUIPOS Y COSTOS	51

#### TEMA 4 HIDROSTATICA: PROCESO DE DESARROLLO DEL PROTOTIPO 53

PRESENTACIÓN	53
ETAPAS DEL PROCESO DE DESARROLLO	55
¿QUÉ ES EL DESARROLLO?	55
DISEÑO	58
DEFINICIÓN DEL USUARIO Y DEL CONTEXTO	58
SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS DE DESARROLLO	58
SELECCIÓN DE PLATAFORMA (DESARROLLO Y ENTREGA)	60
ELABORACIÓN DE UNA PRIMERA ESPECIFICACIÓN	62
ESPECIFICACIÓN DEL PROTOTIPO DE HIDROSTÁTICA	63
DISEÑO DE INTERFAZ	64
DISEÑO GRÁFICO	65
ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS	66
DETERMINACIÓN FINAL DE REQUERIMIENTOS	67

#### TEMA 5 EVALUACION DEL PROTOTIPO 68

PRESENTACIÓN	68
--------------	----

EVALUACIÓN POR EXPERTOS DEL CONTENIDO	69
EVALUACIÓN POR EXPERTOS EN SOFTWARE INTERACTIVO	70
EVALUACIÓN EN CAMPO (POR USUARIOS FINALES)	72
<u>CONCLUSIONES</u>	<u>73</u>
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	<u>74</u>
<u>GLOSARIO DE TERMINOLOGIA DE LOS MULTIMEDIOS</u>	<u>75</u>

## INTRODUCCION

En los últimos 10 años a habido un cambio profundo y radical en la forma en la que la información llega hasta nosotros. Información que puede ser de cualquier índole y para cualquier persona sin importar su edad, sexo, nivel cultural o social, religión o nacionalidad. Los medios en los que esta información llega hasta nosotros son muy diversos y sin embargo tienen un común denominador que es lo que a producido estos cambios tan grandes: La información es ahora DIGITAL.

Aún con toda la información que recibimos por diferentes medios, como la T.V. la radio, la prensa y las revistas pocas personas logran comprender la importancia, presente y futura, que tiene el hecho de que la información se haya digitalizado. La información digital no es otra cosa que la información convertida a bits, esto es, ceros y unos que las computadoras pueden almacenar y manejar. En la actualidad casi toda la información a perdido su "cuerpo", esos átomos que constituían los libros (el papel) y las cintas de video y su estuche de plástico, por ejemplo, para transformarse en solo "bits" de información completamente incorpóreos y sin masa. Este cambio es el que permite ahora que la información sea almacenada ya no en libros y videos sino en discos duros de computadora; se revisa, procesa y ordena sin salir nunca de la computadora y cuando finalmente sale de ella no es en un envase con masa (papel o video) sino en forma de "bits" que se mandan al aire y que en algún lugar otra computadora los recibirá, analizará, ordenará y mostrará a alguien sin que en ningún momento haya habido necesidad de ponerla en "átomos".

Todo esto parecería no tener demasiada importancia, pero detengámonos a pensar por un momento como había funcionado nuestra sociedad hasta hace unos 15 años. Tomemos la publicación de un libro como ejemplo.

Hace no más de 20 años cuando un escritor decidía empezar una nueva obra iba a comprar suficientes hojas de papel para ponerlas en una máquina de escribir y comenzar a escribir. Si además él era uno de los varios autores del libro debía haber un coordinador al cual se le iban entregando borradores de todas las partes del libro con cierta periodicidad. Los borradores obviamente tenían que ser llevados por los autores o mandados por mensajería o correo, ya que eran papel. Después de todas las correcciones que sufre una obra antes de publicarse se mandaba a imprimir para que así la información contenida en un libro pudiera ser enviada a las librerías y las personas pudieran comprarlos. Después de leerlo, el libro queda almacenado, en el mejor de los casos, en el librero de la sala.

Pero este proceso ha sufrido cambios dramáticos en los últimos años. Hoy en día el grupo de escritores encargados de una obra, rara vez imprime sus borradores en papel. Todas sus diferentes versiones están almacenadas en "archivos" de computadora en el disco duro de su máquina portátil. El coordinador de la publicación recibe en su computadora los bits de información que cada uno de los autores le manda, vía módem, desde su casa (o para el caso, desde su oficina, desde su coche o durante el tiempo ocioso en un vuelo). Las actualizaciones de las versiones son efectuadas automáticamente por las computadoras de los escritores y el coordinador sin que ellos tengan que estar presentes siquiera. La corrección de ortografía lo hace la propia computadora, aunque "todavía" la corrección de estilo la debe hacer una persona. Al final de las correcciones se mandan estos bits de información de la computadora del coordinador a la editorial sin necesidad de haber puesto nunca la información en papel. Las computadoras de las editoriales, en donde se almacenan todos los títulos impresos por ella, actualizan automáticamente la base de datos para añadir el título y la información bibliográfica del nuevo libro. Si el libro va a ser distribuido en papel (de la manera "tradicional") se manda a imprimir, pero ya no es necesario mandarlo a las librerías. Existen ahora librerías virtuales o en línea en las que se pueden conseguir mas de 50,000 títulos diferentes. Se pueden revisar los temas de los libros que nos interesen, el contenido, leer las reseñas de esos libros escritas por alguien que ya les leyó y si todavía nos interesa, comprarlos; todo esto sin tener que salir de la casa. Por cierto, podemos recibir la publicación de inmediato para el caso en que la publicación tenga un formato digital, es decir, que este en bits de información y no impresa en papel, ya que la librería una vez que confirma nuestro crédito, nos envía la o las publicaciones por módem hasta nuestra casa. Estas librerías en línea tienen un acuerdo con muchas casas editoriales para que constantemente estén recibiendo información actualizada de todas las obras que publican y así poder ofrecerlas al público. Cuando alguna persona quiere un libro, la computadora de la librería se "comunica" con la computadora de la editorial en cuestión, y el libro es mandado al cliente.

El periodo de tiempo entre que se termina de escribir un libro y se publica, es en la actualidad de unas cuantas semanas, y no como hace algunos años, de unos cuantos meses (o tal vez años).

Esta rapidez que nos brinda la era digital no solo se aplica a las publicaciones de libros, sino también de revistas, periódicos, noticiarios de T.V. y radio, fabricación de automóviles, etc. Lo que es más importante para la sociedad, sin lugar a dudas, es que beneficios puede traer la era digital en áreas no triviales como lo es la educación. Solo tenemos que pensar que el libro del ejemplo anterior era por ejemplo unos apuntes de una

asignatura, o un libro de texto, o de contenido científico. Pero la ventaja de las computadoras y de la era digital no se detiene en la exposición de información a una audiencia, al fin y al cabo eso lo han hecho los libros desde hace miles de años con un excelente resultado, sino que también es posible utilizar las características intrínsecas de una computadora para apoyar y agilizar la enseñanza – aprendizaje de cualquier tema y a cualquier nivel.

Algunas de las características más importantes de las computadoras son: la velocidad para efectuar operaciones matemáticas (millones de operaciones por segundo), fácilmente adaptables a una nueva tarea o ámbito educativo (mediante programas específicos para esas tareas), capacidad de manejar cualquier tipo de información (texto, fotografías, video, música) entre muchas otras.

Así pues tenemos frente a nosotros una herramienta muy poderosa para realizar cambios profundos en la educación. La información digitalizada y las computadoras que la manejan pueden darnos esa rapidez y flexibilidad que necesitamos para la elaboración de materiales educativos que tanto se necesitan en todos los niveles de la educación. El texto de los apuntes de una asignatura que están almacenados en una computadora y que fueron elaborados con un procesador de palabras, puede ser convertido rápidamente, en un material interactivo y ser además distribuido en varios formatos: discos para computadora, CD-ROM, en Internet o en los tres. Las gráficas y representaciones "planas" de objetos tridimensionales que vemos en los libros y apuntes podemos convertirlas en modelos tridimensionales reales, las fotos pueden ser sustituidas por video y además incluirle sonido para así enriquecer la experiencia de aprendizaje. Todo esto no se hace con poco trabajo, pero con la información digital se tiene la ventaja de que en cualquier momento se puede hacer una revisión de los materiales hechos con anterioridad o bien crear nuevos sin tener que rehacer todo, utilizando toda la información que ya esta en alguna computadora.

Es en la educación en donde se encuentra uno de los campos de utilización de las computadoras más interesantes, con mayor potencial y más importantes, y es la razón de ser de este trabajo que aquí se presenta.

La tesis que presento toma los argumentos antes expuestos para aplicarlos en la elaboración de un Prototipo de un Software Interactivo para el tema de Hidrostática de la asignatura Hidráulica Básica de la carrera de Ingeniero Civil. Este prototipo, como su nombre lo indica, no pretende de ninguna manera ser un software completo o comercial ya que para ello se necesitaría un equipo de trabajo interdisciplinario de por lo menos 4 personas y el costo de producción sería muy elevado. Lo que sí pretende es mostrar una aplicación de las

nuevas tecnologías informáticas en la creación de materiales educativos que apoyen tanto la enseñanza por parte de los profesores, como el aprendizaje por parte de los alumnos. .

Ya que esta tesis se basa en nuevas tecnologías de informática y computación, los términos y conceptos que se manejan son también relativamente nuevos por lo que se integra un glosario con las definiciones de los conceptos y términos que se utilizan en esta tesis y que son ampliamente utilizados en computación y en informática sin importar el área específica de aplicación de estas nuevas tecnologías. Las palabras en color azul son palabras que pueden ser encontradas en dicho glosario.

## Tema 1

# HIDRÁULICA BÁSICA: PROBLEMÁTICA EDUCATIVA

## Presentación

El Tema 1 consta de cuatro partes:

1. LA CARRERA DE INGENIERO CIVIL
2. HIDRÁULICA BÁSICA EN EL PLAN DE ESTUDIOS
3. NECESIDADES EDUCATIVAS
4. PROBLEMATICA EDUCATIVA

Estos cuatro subtemas proporcionan una vista general del contexto en el que se desarrolla este trabajo, como por ejemplo en que semestre se imparte la asignatura de Hidráulica Básica, que sirve como ejemplo para este trabajo, cual es su importancia con respecto a otras asignaturas, que problemática presenta cuando se imparte, cuales son las características de la población a la que va dirigido este trabajo, etc. Todo esto en el marco general de la carrera de Ingeniero Civil que se imparte en la UNAM, en donde se analizan también, las diferentes características y problemáticas que presentan las asignaturas de ciencias básicas, así como de las ciencias aplicadas.

Las Necesidades Educativas sirven como base para plantear la Problemática Educativa, ya que al no satisfacerse dichas necesidades generan un problema. Al hacer un análisis de dicha problemática educativa surgen diferentes alternativas de solución, siendo una de ellas la que se desarrollará a lo largo del trabajo y que se presenta en el Tema 2.

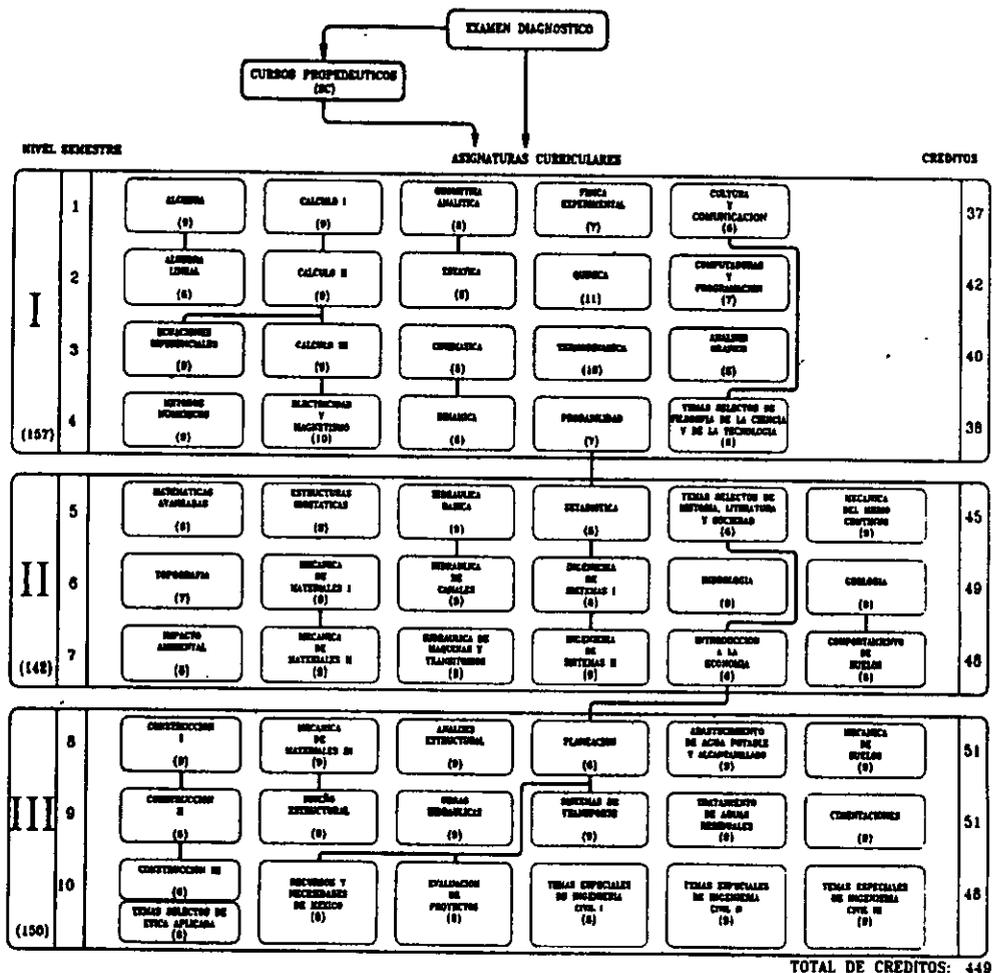
Esta solución se basa principalmente en el uso de la computadora y de programas elaborados específicamente para ella, con el fin de apoyar la docencia y el aprendizaje de la asignatura en cuestión. Posteriormente, en ese mismo Tema 2, se expone la justificación que se da a dicha solución, comparándola con algunas otras alternativas que pueden satisfacer las necesidades educativas detectadas.

El análisis de las necesidades educativas resulta fundamental para cualquier proyecto en el ámbito educativo (y no educativo), ya que es la base de cualquier decisión que se tome sobre la solución a la problemática, la implementación de la misma y todo lo que esto conlleva.

# HIDRAULICA BASICA EN EL PLAN DE ESTUDIOS

La carrera de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Autónoma de México consta de 56 asignaturas que deben acreditarse en un periodo normal de 10 semestres.

Hidráulica Básica es la primera de las 5 asignaturas obligatorias del área de Hidráulica y se imparte en el 5º semestre. Las otras materias del área son : Hidráulica de Canales, Hidráulica de Máquinas y Transitorios, Hidrología y Obras Hidráulicas. El plan detallado se muestra en el diagrama siguiente:



Aprobado por el consejo técnico de la facultad el 24 de Noviembre de 1994, el 8 de Diciembre de 1994, 25 de Marzo de 1995 y 4 de Mayo de 1995.  
 Aprobado por el consejo Académico del área de Ciencias Físico, matemáticas y de las ingenierías el 8 de Noviembre de 1995

El software que se entrega junto con este documento va dirigido a los alumnos de la asignatura de Hidráulica Básica del 5°. Semestre de la carrera de Ingeniero Civil, cuya población asciende a 200 alumnos aproximadamente, cada semestre. Es importante hacer notar que esta asignatura es una de las de mayor índice de reprobación en la carrera, y esta es precisamente una de las principales razones por la que fue escogida para desarrollar esta tesis.

## Temario de Hidráulica Básica

La asignatura de Hidráulica Básica consta de 8 temas que se exponen en un total de 72 horas de clase y que se detallan de la siguiente manera:

	TEMA	Horas
I	Propiedades de los Líquidos	3.0
II	Hidrostática	10.5
III	Cinemática de los Líquidos	3.0
IV	Dinámica de los Líquidos	18.0
V	Similitud Hidráulica	4.5
VI	Pérdidas de Energía en Conductos a Presión	4.5
VII	Análisis Hidráulico de Sistemas de Tubos	19.5
VIII	Orificios Compuertas y Vertedores	9.0

De estos temas se escogió el segundo, Hidrostática, para elaborar esta tesis ya que es uno de los temas en los que la visualización de gráficas dibujadas en el pizarrón de objetos o modelos matemáticos de tres dimensiones, se dificulta y en ocasiones causa algunos problemas a los estudiantes. El detalle de las necesidades y problemática educativa es detallado un poco más adelante.

El tema de Hidrostática se desarrolla de la siguiente manera:

### II Hidrostática

Antecedentes: Estática

Objetivo: El alumno calculará la fuerza que ejerce un líquido en reposo sobre una superficie.

Contenido: I.1 Ley de Pascal

II.2 Presiones absoluta y relativa. Dispositivos para medir la presión

**II.3 Empuje hidrostático sobre superficies planas y curvas**

**II.4 Principio de Arquímedes**

**II.5 Elementos de flotación**

En el prototipo que se presenta junto con este documento, están contenidos todos los temas excepto el II.5 y el empuje hidrostático sobre superficies curvas dentro del II.3.

### **Prerequisitos (Conceptos Teóricos)**

Como se menciona en el temario de la asignatura, los antecedentes necesarios para el tema de Hidrostática son únicamente los conceptos que se expusieron en la asignatura de Estática que se cursa en el segundo semestre de la carrera, aunque los demás temas de la asignatura requieren más antecedentes.

En el software que se presenta adjunto, se lleva a cabo un examen previo al desarrollo del tema de Hidrostática, en el que se evalúan los antecedentes de los alumnos (en el caso particular de Hidrostática son los relacionados con el tema 1 "Propiedades de los líquidos") con el fin de que el alumno revise los temas que no tienen muy claros si es que el examen así lo indica. De cualquier manera el estudiante puede utilizar el software, aún cuando no haya aprobado el examen de prerequisites.

Todos los puntos anteriores nos dan una idea clara de la importancia que tiene la asignatura de Hidráulica Básica dentro del plan de estudios de la carrera de Ingeniero Civil, así como de su estructura y temas que la conforman. Además nos muestran la magnitud de la población a la que va dirigido este trabajo, así como algunas de sus características. Con esto en mente podemos hacer ahora una investigación de las necesidades propias de esta asignatura que posteriormente nos llevara a identificar la problemática que presenta.

### **NECESIDADES EDUCATIVAS**

La hidráulica ha sido de gran importancia en todas las grandes civilizaciones a lo largo de la historia, y es natural ya que uno de los elementos fundamentales para la vida es el agua. En la carrera de Ingeniero Civil se imparten diversas asignaturas del área de hidráulica siendo la primera de ellas Hidráulica Básica. Como su nombre lo indica, esta asignatura sienta las

bases, los conceptos que serán utilizados en todas las demás asignaturas de esta área y de ingeniería sanitaria. De ahí su importancia.

Algunas de las razones por las que se escogió esta asignatura y no cualquier otra para realizar un prototipo de un software es su alto índice de reprobación (uno de los más altos para las asignaturas de Ingeniería Civil), y su importancia como antecedente de las asignaturas obligatorias del área y las optativas que se incluyen en temas especiales. Algunos conceptos que se exponen en Hidráulica Básica tienden a ser difíciles de captar por los alumnos ya que frecuentemente los profesores se ayudan de gráficas o dibujos hechos en el pizarrón que intentan representar fenómenos tridimensionales o expresiones matemáticas. Aún cuando los profesores hacen su mejor esfuerzo y de hecho algunos de ellos son buenos dibujando, lo cierto es que ese tipo de representaciones planas de objetos tridimensionales frecuentemente causa confusión en los alumnos.

Las necesidades que tiene esta asignatura no son exclusivas, de hecho muchas otras (sobre todo de ciencias básicas) tienen exactamente las mismas necesidades y problemática. Hidráulica Básica necesita mejores dispositivos de visualización de objetos tridimensionales en pantallas planas (o tridimensionales), también necesita formas de simular los fenómenos que se están analizando de forma teórica.

Aunque se realizan prácticas de laboratorio que tienen por finalidad que los alumnos experimenten y vean los fenómenos descritos en clase, el número de diferentes experimentos que se realizan en las prácticas es limitado. También es necesario que los alumnos experimenten con los fenómenos físicos de los que solamente se ven la parte teórica en clase, esto para que adquieran una mayor "sensibilidad" de los mismos.

Por último, es muy importante que el alumno pueda aplicar sus conocimientos y medir su aprendizaje, resolviendo muchos ejercicios diferentes.

Haciendo un análisis de estas necesidades educativas surge la Problemática Educativa que tiene Hidráulica Básica.

## PROBLEMATICA EDUCATIVA

Como primer punto vamos a analizar el problema de visualización. Tal vez si los conceptos teóricos se presentaran en clase y luego se viera el fenómeno físico al que se refieren en el laboratorio, sería más fácil para los estudiantes retener la teoría. Pero es prácticamente imposible dar la clase teórica en el laboratorio de hidráulica ya que además de

no haber espacio suficiente para los alumnos de una clase teórica, el laboratorio de hidráulica es utilizado no solo por Hidráulica Básica sino por otras 4 asignaturas de la misma área que además tienen varios grupos cada una.

La problemática de la visualización no está contenida únicamente en aspectos que puedan ser observados en el laboratorio, también existen serios problemas de visualización de los modelos matemáticos que explican cierto fenómeno y que no son visibles. Son expresiones matemáticas.

Por ejemplo, cuando se está analizando en la clase teórica el prisma de presión que ejerce un volumen de agua sobre una superficie, se tiene que hacer una gráfica en el pizarrón que nos dé una idea de como es ese prisma de presión, cuales son sus dimensiones. Este prisma es invisible, las fuerzas no pueden ser vistas en el laboratorio, sin embargo, esta representación gráfica que hace el profesor en el pizarrón es importante para asimilar el concepto. Pero aún con el esfuerzo de los profesores por dibujar esas gráficas que representan modelos matemáticos, no siempre se logra que los alumnos las interpreten adecuadamente debido a la limitación de las 2 dimensiones del pizarrón.

Más aún, la duración de las clases es un factor muy importante ya que nunca hay demasiado tiempo; el profesor tiene que dibujar en el pizarrón rápido, y aunque muchos tienen gran habilidad para el dibujo, no siempre tienen el tiempo suficiente para hacer todas las gráficas y dibujos en el pizarrón con la precisión necesaria. Se necesita una visualización exacta en forma y dimensión preferentemente en 3 dimensiones o bien si es en 2 dimensiones, poder ver el modelo desde diferentes puntos de vista con lo cual sea más fácil la visualización.

El segundo y tercer punto de las necesidades educativas están muy relacionados. El poder simular el comportamiento de un modelo y adquirir sensibilidad de las variables del mismo está muy relacionado con los experimentos en laboratorio. La problemática aquí reside principalmente en el laboratorio de hidráulica, ya que el mejor simulador que hay es el que maneja algunos de los elementos reales del modelo. Para poder tener un simulador de muchos fenómenos o modelos sería necesario complementar el laboratorio. Con complementar me refiero a lo siguiente; tenemos cierta tendencia a limitar lo que es un laboratorio, pensamos que es un lugar en donde podemos hacer experimentos con ciertos materiales y equipo y así poder repetir algunos fenómenos físicos y plantear modelos. En realidad no tenemos porque limitar un laboratorio solamente a esto. Un laboratorio puede ser mucho más si incluimos en él otro tipo de equipo, como pudieran ser las computadoras, con las cuales las prácticas de los fenómenos físicos, la modelación de estos y la creación de

simuladores se incrementaría notablemente, permitiendo así que se puedan estudiar algunos fenómenos para los cuales no se tienen instalaciones ni equipo adecuado con solo crear (o comprar) los programas para la computadora.

El laboratorio de hidráulica tal como está ahora ha cumplido una función muy importante en la enseñanza - aprendizaje de las asignaturas de esta área, tal vez podría incrementar su importancia si lo equipamos y fortalecemos con equipos de cómputo, con los cuales sobrepasemos las limitantes de espacio, duración y frecuencia de las prácticas y el coste de las nuevas instalaciones que requeriría para ampliar la gama de los fenómenos simulados en él. De hecho podríamos hacer que cualquier computadora a la que tenga acceso un alumno (ya sea en la universidad, en su trabajo o en su casa) se convierta en un laboratorio de hidráulica (y también de física, química, estructuras, etc.) con solo utilizar los programas adecuados en las computadoras. Claro que la experiencia no es exactamente igual en una computadora, pero no tiene porque serlo ya que es un apoyo o una extensión al laboratorio que ya existe.

En cuanto al último punto de las necesidades educativas, el poder aplicar los conceptos a la solución de muchos ejercicios prácticos, presenta varios problemas. Primero, es bastante difícil para muchos alumnos imaginarse como resolver un problema sin alguien que lo guíe (por lo menos durante los primeros ejercicios). Segundo, cuando al alumno se le deja resolver los ejercicios de un libro no siempre vienen los resultados que se deben alcanzar y aunque todos los maestros revisan y corrigen las tareas, el periodo de tiempo entre que el alumno tiene una duda resolviendo el ejercicio y la entrega corregida de la tarea puede ser largo, impactando así la asimilación de los conceptos por parte del estudiante. Por otra parte, las asesorías que se dan a los alumnos están limitados a cierto horario que no necesariamente es el mismo horario en el que el alumno esta resolviendo los ejercicios. En realidad se necesita una retroalimentación inmediata y una evaluación inmediata, del desempeño del alumno en la resolución de ejercicios (esto sería lo ideal). Otro punto a considerar es que frecuentemente los cubículos de asesoría están vacíos durante un periodo de tiempo pero conforme se acercan los exámenes y se dejan ejercicios para practicar y prepararse para estos exámenes, los tiempos y profesores para las asesorías son insuficientes. Hay una demanda heterogénea en tiempo de las asesorías.

Las asesorías son importantes porque la mayoría de las veces los profesores antes que decir como se resuelve un problema, dan "pistas" al alumno que lo orientan para resolverlo por el mismo. Eso es de mucho valor en la educación.

Lo ideal sería tener un profesor sentado al lado cuando uno esta resolviendo los problemas, sin importar que hora sea; que además nos dé algunas pistas de como resolver un problema sin decirnos de primera instancia la solución, que nos muestre la solución correcta para comparar sus procedimientos y resultados con los propios y así poder tener una retroalimentación y una evaluación inmediatas con lo que, de ser necesario, se podrían hacer las correcciones en ese mismo instante; y que además nuestro profesor nunca se canse y siempre este con la mejor disposición de ayudarnos. ¿Suena irreal? Tal vez un poco, pero algunas de estas características de un profesor "perfecto" podemos programarlas en un Software Educativo.

No quiero decir de ninguna manera que los profesores "de carne y hueso" sean prescindibles, lo que quiero decir es que los profesores pueden plasmar no solo sus conocimientos y habilidades en determinadas áreas del conocimiento en los programas de computadora, sino que además, pueden programar parte de su personalidad como profesor, como persona. Después de todo, ¿no están plasmadas en los libros las personalidades de sus autores?

La computadora es una herramienta que nos puede ayudar a crear un "libro mejorado", un libro que no solo exponga las ideas del autor, y que nos permita ver su personalidad, sino que también pueda "contestar" preguntas o guiar en alguna forma al alumno para resolver un problema determinado. Además puede ayudarnos a crear materiales educativos en los que estén incluidos todos los medios de presentación de información que se necesiten para la mejora en el proceso enseñanza - aprendizaje, ( como texto, fotos, animaciones, video, sonido, música)

En la siguiente sección se plantea una posible solución a la Problemática Educativa aquí expuesta.

## **Tema 2**

# **UNA SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA DE HIDRÁULICA BÁSICA**

### **Presentación**

Una vez identificadas las necesidades educativas se plantean alternativas de solución de las que al final se tomará una para así resolver la problemática.

Este tema incluye tres partes:

1. Una Solución Asistida por Computadora
2. Prototipo del Software Interactivo
3. Justificación de la Solución Propuesta

En la primera parte se propone una posible solución basada principalmente en el uso de la computadora y de programas expresamente realizados para ella y se resaltan los puntos más interesantes y útiles que se derivan de la aplicación de computadoras en la docencia.

En la segunda parte se abunda en las características de la solución planteada, ya que por ser aplicaciones de las nuevas tecnologías en computo e informática relativamente recientes, es necesario tener una idea clara de las implicaciones de esta solución. Aquí se definen algunos conceptos importantes como son las palabras "Prototipo", "Interacción" e "Interactivo".

Por último, en la tercera parte se dan argumentos que sustentan la solución propuesta sobre las otras alternativas. Esta validación intenta alejar la solución que se plantea de las decisiones triviales que se basan más en la moda, en las preferencias particulares o bien en las limitaciones de recursos que generalmente son el común en las instituciones educativas.

## UNA SOLUCION ASISTIDA POR COMPUTADORA

La solución a la problemática educativa que se plantea en este trabajo consiste en la elaboración de un Prototipo de un Software Interactivo que contenga diferentes partes, a saber:

- 1) Un glosario de los conceptos teóricos necesarios para la Hidrostática
- 2) Presentación de los conceptos teóricos de Hidrostática
- 3) Un simulador de al menos un fenómeno físico
- 4) Una sección de resolución de problemas, con asistencia inteligente por parte del programa

Un prototipo es un modelo funcional, aunque limitado, de lo que será la versión completa de un programa para computadora (ver más adelante "Prototipo del software Interactivo"). Este prototipo podrá mostrar las ventajas de usar una computadora como herramienta de visualización, como simulador de fenómenos físicos y como un apoyo para la resolución de problemas. Además se incluirán los conceptos teóricos más importantes para que de ser necesario el alumno pueda repasarlos antes o después de visualizar un fenómeno, manejar un simulador o de resolver un ejercicio. El prototipo también muestra como será la utilización y como se verá el programa cuando este completo (lo que en ingles se llama el Look and Feel de un programa)

Los programas de computadoras en la actualidad van mucho más allá de un simple presentador de información en pantalla. Ahora los programas tienden a ser más completos, menos rígidos, mucho más parecidos a lo que podría ser un tutor o un asesor. No tiene nada de raro que sea de esta manera ya que los desarrolladores de estos programas de computo son los expertos en el contenido que transmiten en éstos sus características como profesores, como personas. En el desarrollo de un programa interactivo interviene un grupo interdisciplinario que se integra para poder cubrir todas las partes importantes del programa, ya que es lógico pensar que un profesor experto por ejemplo, en Hidráulica, no necesariamente tiene experiencia como programador de computadoras, en diseño gráfico, en el diseño de interfaz, en la utilización y optimización de multimedia o en la interactividad usuario - programa. Todos los elementos de un programa interactivo de computadora son importantes, por supuesto que el contenido es la base, pero aún los programas con el mejor

contenido si carecen de los expertos en las otros áreas arriba mencionados, seguramente estarán incompletos, limitados o no cumplirán el objetivo para el que fueron diseñados.

Un aspecto muy importante que no hemos mencionado hasta ahora es la posibilidad que nos brinda la computadora de llevar un registro pormenorizado del desempeño que tiene cada alumno que utiliza el software. Es posible programar el prototipo para que lleve estadísticas detalladas de los aspectos que el profesor considere más importantes para la evaluación del alumno, evaluación que no necesariamente tiene porque reflejarse en las calificaciones, sino que más bien servirían como una herramienta para evaluar qué temas son los que necesitan más énfasis por parte del profesor, o que ejercicios presentan una mayor problemática para los alumnos o tal vez más interesante, que desempeño tienen los alumnos cuando resuelven problemas sin la presión de saberse en un examen y con un tiempo limitado.

Todas estas estadísticas se pueden almacenar en archivos individuales para cada alumno, que quedan grabados en las computadoras de los laboratorios y que después pueden ser analizadas por los profesores sin que los alumnos tengan siquiera conocimiento de esto.

Algunos datos importantes que pueden ser auditados y registrados por el programa pueden ser:

- que días y cuanto tiempo usa el programa el alumno
- a que temas le dedica más tiempo
- que conceptos básicos revisa con mayor frecuencia (sí es que los revisa)
- cuanto tiempo tarda en resolver cada ejercicio
- cuantos errores comete al resolverlos
- cuantos aciertos
- que ejercicios intentó resolver pero no pudo
- que respuestas dio a cada ejercicio (ya sean correctas, incorrectas o parcialmente correctas)
- si usó o no el simulador y cuanto tiempo
- que variables manipuló en el simulador, entre muchos otros.

Como se puede observar, estas estadísticas pueden ser una herramienta muy valiosa para los profesores y autoridades responsables del área en cuestión.

Después de la introducción en la que se habla de la "digitalización" como la revolución más importante en los últimos tiempos, este proyecto no sería del todo congruente si solamente se limitara a la elaboración del prototipo como un programa que va a ser instalado en una o más computadoras en los laboratorios de la universidad. Tiene que ir más allá. En el tema 4 "Proceso de desarrollo" se explica a detalle las ventajas que tiene el realizar un software utilizando las nuevas herramientas de programación, ya que podemos publicar (ver Glosario de Terminología en Multimedia) nuestro software en diferentes medios como son: CD-ROM, DVD, Intranet e Internet.

Una vez que tenemos listo el prototipo, con muy poco esfuerzo, podemos hacerlo accesible a los alumnos no nada más de la Facultad de Ingeniería en la Ciudad de México, sino también a otras facultades o escuelas en otras ciudades del país e inclusive de otros países. Esa es una de las grandes ventajas de la era digital.

Así pues se plantea una solución a la problemática educativa para la asignatura de Hidráulica Básica, basada principalmente en el uso de la computadora como apoyo.

La solución planteada aquí no es la única posible a la problemática, pero de acuerdo al análisis que se expone en "Justificación de la Solución" más adelante en este mismo tema, se puede observar que es la mejor dadas ciertas condiciones y circunstancias.

## PROTOTIPO DEL SOFTWARE INTERACTIVO

### ¿ Qué es un Software Interactivo ?

El diccionario define la palabra Interacción como una acción que se ejerce recíprocamente entre dos o más agentes.

Actualmente los diccionarios, sobre todo los enciclopédicos, definen Interactividad en el área de la informática como: los programas que permiten una interacción (diálogo) entre el computador y el usuario durante su utilización.

Han habido muchos debates y discusiones acerca de la utilización de la palabra Interactividad en los programas de computadoras ya que, según la opinión de algunos expertos, no puede existir una interacción si no están presentes dos personas por lo menos. Otros expertos, los que utilizan la frase Software Interactivo (o programa interactivo) se basan en la parte de la definición en donde se habla de "agentes". Según ellos un agente puede ser el programa lógico de instrucciones que ha desarrollado una persona, o un grupo, en el cual han plasmado no solo el contenido teórico del área en cuestión, sino que además el programa es capaz de "reconocer" ciertas circunstancias en su uso o ciertas características de la persona que lo utiliza y tomar una ruta determinada del programa que mejor se adapte a dichas condiciones.

Por ejemplo, supongamos que tenemos un programa del área de matemáticas en el que existe una parte donde se puede resolver problemas prácticos utilizando los conceptos teóricos previamente presentados. El usuario de este programa, por cualquier razón, no puede resolver el problema que se le plantea y solamente observa la pantalla de la computadora sin hacer nada durante algunos segundos, pero el programador (o el experto en el contenido) previendo esta situación, puso algunas instrucciones en el programa para que si el usuario tardaba demasiado en resolver el problema o no hacía nada durante algún tiempo tomara otra ruta del programa en donde se dieran algunas sugerencias para la resolución del problema (el lapso de tiempo, para este ejemplo, es fijado por el experto en el contenido del programa basado principalmente en su experiencia, tal vez como docente). Si con estas sugerencias el usuario tampoco es capaz de resolverlo entonces el programa puede mostrarle la solución paso a paso y repasar los conceptos teóricos que se necesitaron para su resolución. Pero por otro lado, si el usuario comienza a resolver el problema en un lapso de tiempo no muy grande, el programa se debe adaptar a estas nuevas circunstancias o

características del usuario y no debe mostrar las sugerencias, es decir debe ejecutar otra rama diferente del programa. Esta "capacidad" que tiene el software de evaluar si el usuario necesita ayuda o no, no se debe solamente a la computadora, en realidad es una capacidad de la persona que lo programó o diseñó de esa manera. En este caso el software incluye algunas de las habilidades del experto. Este razonamiento es la base para los que defienden el uso de la frase Programa Interactivo, ya que dicen que el diseñador de ese tipo de programas utiliza sus habilidades y experiencia en esa área para dar nuevas características de "adaptabilidad" al software, de una manera muy similar a como un profesor se adapta a los alumnos de una clase que tienen cierto nivel (alto, medio o bajo). Por supuesto que la programación de cambios y adaptaciones es difícil y limitada, pero cuanto más detallado sea el programa más parecido puede llegar a ser a un profesor.

Nos damos cuenta ahora que el grado en el que un usuario puede interactuar con el software dependerá casi exclusivamente de las personas responsables del diseño y programación del mismo. Rara vez la tecnología, ya sea el lenguaje de programación o el equipo de cómputo, es limitante para el desarrollo de software interactivo, generalmente es la falta de capacidad de los expertos en el contenido de desarrollar experiencias educativas, o bien algo que también es bastante común, que los expertos en contenido no conocen (o su conocimiento es muy limitado) las nuevas tecnologías, con lo cual su capacidad y habilidad para enseñar se limita a utilizar los medios tradicionales, gis y pizarrón.

Ahora bien, no siempre la computadora ni la tecnología de punta son solución a los problemas educativos, es igualmente malo, desde mi punto de vista, no utilizar las nuevas herramientas tanto como utilizarlas trivialmente o sin un análisis detallado previo que justifique su uso. Generalmente lo que da la calidad a un programa educativo ( y aquí me refiero a cualquier programa educativo no solo a los de cómputo) son las experiencias educativas que el profesor diseña.

A manera de clarificar el término "Experiencia Educativa" muestro el siguiente ejemplo:

En Estados Unidos se desarrolló una experiencia educativa para muchachos de nivel de secundaria. La experiencia se llama "Traveller" (Viajero) en la cual en un salón normal de unos 25 alumnos se forman equipos de unos 5 integrantes. Estos equipos deben competir en un juego en el que se parte de un país (asignado al azar) y se recorren otros tantos antes de regresar al país de donde partieron. Al inicio del juego se define un tiempo límite dentro del cual el equipo que obtenga más puntos gana. El profesor es el que organiza los equipos y maneja la computadora que en este caso solo sirve para asignar los países de donde debe

partir cada equipo (al azar), cada uno de los siguientes países que deben recorrer (también al azar) y llevar la puntuación. A cada equipo se le da un destino y ciertas características que debe tener el o los países por los que pase, características de tipo económicas, sociales o geográficas. De esta manera cada equipo debe buscar en unos pequeños libros que tienen información económica, poblacional o geográfica, los países que concuerden con las características que les asignaron. Este "viaje" está limitado en su longitud por un dado, si por ejemplo el equipo tira un 5, solo puede moverse a través de 5 países contiguos como máximo en ese turno para encontrar aquel que tenga las características que están buscando. De esta manera cada equipo tiene un integrante que se encarga de buscar información específica relacionada con las características que les fueron asignadas al azar.

Un "turno" en ese juego podría ser el siguiente: Vaya a Francia (desde Colombia) pasando por países que tengan gran producción de fruta, que tengan una población económicamente activa mayor al 35% de su población total, que exporten petróleo, cuya religión predominante sea el catolicismo. Para hacer más divertido para los alumnos esta experiencia y darle la sensación de un juego se ha incluido el azar, ya que nadie sabe que número va a dar el dado en cada tiro por lo que el destino a alcanzar puede estar más allá de un turno. De hecho, es posible que la línea recta para llegar al destino no sea la más conveniente ya que puede no incluir países que cumplan con las características buscadas, y así tengan que recorrer más distancia con tal de ganar más puntos. Por cada país al que pasen que cumpla con las características requeridas se ganan puntos.

A primera vista no parece una experiencia educativa, pero pensemos por un momento que actividades están realizando los alumnos para poder ganar este juego. Primero debe haber una "organización", decidir quien toma cual folleto, (en el juego existen 6 diferentes folletos cada uno de los cuales tiene información específica de los principales indicadores de la economía, política, población, producción, geografía e historia).

Después de que se les asigna un destino y se les dan las características de los países por los que deben pasar, deben buscar la información pertinente, solo la que les sirve para cumplir su objetivo de entre toda la información; están realizando una investigación en materiales impresos. Luego debe haber un análisis de las diferentes opciones que presenta cada uno de los integrantes de cual debería ser la ruta a seguir. En ese momento están comparando y descartando opciones, por supuesto el alumno que propone una ruta defiende su punto de vista argumentando con la información que tiene a la mano, lo mismo sucede para cada uno de los integrantes del equipo. Como en todos los juegos, con cada turno se

agiliza la búsqueda de información ya que parte de está se memoriza (o tan solo se recuerda en que página del folleto está la información que se está buscando).

Parece poco, pero las actividades que abarca esta experiencia educativa son de las más importantes para un alumno en toda su vida como estudiante, y todo se logra con un "juego".

La computadora en esta experiencia solo sirve como almacenamiento de la información de cada país, así cada vez que un equipo decida pasar por un país el software evalúa las características del país con las características que debe cumplir ese equipo y así decidir si debe darle puntos o no. Además genera al azar las posiciones iniciales de los equipos y los destinos que deben alcanzar en cada turno.

Este ejemplo muestra claramente un papel secundario de la tecnología en esta experiencia, pero también es claro que el que diseñó esta experiencia realizó mucho más trabajo que el profesor que solamente expone datos de un libro ante la clase y cuando más apunta lo más sobresaliente en el pizarrón.

Por supuesto que el tipo de experiencias educativas debe ir acorde al nivel escolar del estudiante y al área de estudio, así como también debe basarse en sus características de grupo, sociales, culturales y a veces hasta religiosas y económicas.

Como conclusión al ejemplo debo comentar que esta experiencia se realizó también en una escuela secundaria en México con la debida traducción de los folletos, (Colegio Madrid, Marzo 1996) teniendo resultados que sorprendieron a los organizadores.

Un resultado (el esperado por los organizadores) fue el entusiasmo con el que los alumnos participaron en ella, además del aumento de interés por la geografía, política, economía e historia universal por parte de los alumnos. Aumentó su capacidad de organización, búsqueda de información y presentación de la misma de manera oral. Se mostraron más abiertos a una discusión sobre otros temas.

Desgraciadamente, y he aquí el segundo resultado (no anticipado por los organizadores) este entusiasmo por aprender y por participar en este tipo de experiencias educativas se limitó a un par de horas que duró, ya que los profesores de las siguientes asignaturas en el día no permitieron la investigación en su clase, mucho menos la discusión de temas de su área. Los otros profesores no estaban preparados para ese tipo de experiencias.

Por cierto, el haber utilizado esta experiencia educativa desarrollada para una población de un país diferente es lo que se conoce como Adaptación y Localización de un

**Software (ver glosario).** Aunque para esta tesis en particular no se utilizó el recurso de la adaptación o la localización, muchas veces pueden ser una opción viable y económica de hacerse de apoyos educativos, ya que la traducción o adaptación generalmente implica un costo menor que el desarrollo completo de un software. En el Tema 4 Proceso de Desarrollo se amplían un poco más estos métodos alternativos de elaboración de materiales de apoyo didáctico.

## ¿Qué es un Prototipo ?

Si hacemos una analogía con la ingeniería podemos decir que un prototipo de un software es como la maqueta que se hace del proyecto de construcción de un puente. La maqueta no es de ninguna manera el puente, es tan solo la representación a escala reducida de lo que será el proyecto. Sin embargo la maqueta nos permite visualizar anticipadamente el proyecto final. Nos da idea de sus dimensiones, de su forma, complejidad, formas de uso; estética, funcionalidad, entre otros. De manera análoga un prototipo es una representación de un proyecto que pretende ser más grande y más complejo. Tal vez sea clara la utilización de la palabra prototipo cuando es aplicada por ejemplo en la elaboración de un "automóvil solar prototipo", o el "prototipo de un horno de microondas" de una nueva serie, pero cuando se refiere a software tiene algunas variantes que es importante resaltar.

Primero, el prototipo de un software no es el software completo. Es tan sólo una representación a escala de lo que será el programa final.

Segundo, el prototipo puede ser de 3 tipos, horizontal, vertical o mixto. El prototipo horizontal de un software es aquel en donde se desarrolla solo una pequeña parte de cada una de las partes o temas que vaya a abarcar el software completo, es decir, podrá mostrar todas las diferentes ramas que lo integran pero desarrolladas con poca profundidad, incompletas. El prototipo vertical, expone una de estas ramas o temas del proyecto completamente desarrollada, tal y como va a quedar en el software final y las demás ramas solamente son mencionadas en alguna pantalla pero no tienen programación alguna. El prototipo mixto es aquel que desarrolla todos los temas principales a un nivel básico y el tema más importante (el de mayor complejidad o el de mayor interés para el diseñador) a profundidad. La creación de uno u otro tipo de prototipo dependerá de las características del proyecto, así como de los recursos de los que se dispongan (tiempo, recursos humanos, recursos materiales).

Tercero, el prototipo cumple una función vital que no cumple nuestra analogía de la maqueta. El prototipo del software nos da una idea de como se va a ver el programa, como funciona, que tan interactivo es, que tan fácil es de usar, si es agradable el diseño de las pantallas, si hay un error en el diseño o estructuración del contenido y lo más importante, si el usuario final gusta de usarlo o no. Estas y otras características del Software se detallan en el Tema 4 "Proceso de Desarrollo", en donde se hace un análisis de la importancia y el papel que desempeñan en la relación Usuario - Computadora.

Cuarto, dado que la información que se utiliza para programar un prototipo de un software está en formato digital, ya sea que se haya creado directamente en la computadora o bien que se haya digitalizado, se puede reutilizar en el software del proyecto final sin tener que volver a escribir los textos, digitalizar imágenes, regrabar sonidos, etcétera, cosa que no sucede con la maqueta, nadie podría pensar que los soportes del puente en la maqueta pudieran ser reutilizados en el proyecto final ¿verdad?. Más aún, la información contenida en un software creado anteriormente por otro grupo de personas puede ser reutilizada en el nuestro ahorrando con esto tiempo y recursos humanos y económicos. Claro está que hay que revisar los derechos de autor y tal vez haya que pagar por su utilización pero generalmente resulta más económico que empezar desde cero un proyecto.

Por último es importante señalar que dada la diversidad de opciones de las que se disponen actualmente en la computación, (en plataformas, en medios de transmisión y distribución de información), usualmente es necesario elaborar más de un prototipo, cada uno enfocado a satisfacer ciertas características del equipo en el que va a ser utilizado, en que medio va a ser distribuido (disco, CD-ROM, DVD, Intranet, Internet, etc.) o que condiciones de uso va a tener, o una combinación de las tres, para así poder incrementar el mercado potencial del software.

La tesis que presento pretende englobar los elementos que se han expuesto en los temas anteriores para desarrollar el prototipo del software interactivo de hidrostática. Esta tesis consta de dos partes, este texto que es la parte documental del proyecto y el prototipo del software interactivo, ambos en formato digital. La parte documental también está impresa.

El prototipo pretende ser algo más que un libro o algún otro material en el que solo se presente información, también intenta incluir una experiencia educativa que ayude o sea un apoyo al aprendizaje por parte del alumno.

El prototipo del software es de tipo vertical ya que como se indica en el título solamente se desarrolla el tema de Hidrostática de entre todos los temas de la asignatura Hidráulica Básica, y está programado para ser utilizado y distribuido en CD-ROM y por Internet. No se pretende desarrollar el Software completo de la asignatura de Hidráulica Básica debido a la falta de recursos tanto económicos como humanos, ya que para la elaboración de un producto completo como ya se ha mencionado anteriormente, se requiere de un grupo de especialistas que trabajen conjuntamente además de el equipo necesario para su desarrollo. El proceso de desarrollo, como se verá más adelante, es complejo y de gran costo, pero la elaboración de un Prototipo del Software puede servir para mostrar

algunas formas en las que las nuevas tecnologías en computo e información pueden servir de apoyo en el proceso enseñanza - aprendizaje, sin que para su desarrollo se necesiten muchos recursos.

## JUSTIFICACION DE LA SOLUCION

¿Porqué desarrollar una experiencia educativa apoyada por computadora?

¿Porqué no mejor utilizamos libros, acetatos o videos?

¿No gastamos más tiempo, dinero y esfuerzo elaborando un programa de cómputo que si seguimos enseñando de la misma manera y con los recursos que ya existen?

¿Acaso queremos utilizar la computadora en actividades docentes solo porque tenemos computadoras?

¿Existen indicadores que demuestren alguna mejora al utilizar computadoras en la educación?

Estas son solo unas cuantas de las preguntas que a menudo hacen profesores, directores, alumnos y personas en general cuando discuten sobre el uso de las computadoras en la educación. La respuesta a estas preguntas no es única; es necesario hacer un análisis detallado de la problemática educativa y proponer una solución a ésta. Existen numerosos ejemplos de usos triviales de la computadora, pero no es exclusivo de éstas, simplemente tenemos que ver por un par de horas la televisión para darnos cuenta del uso que hacemos de ella y eso en los programas denominados "educativos". Se hace un uso trivial de la computadora tanto como de la radio o de la televisión e inclusive de la prensa. El problema de utilizar adecuadamente una herramienta como la computadora o cualquier otra depende del análisis que justifique su uso. Desgraciadamente no siempre existe una evaluación detallada previa de la problemática educativa que se quiere atacar y simplemente se proponen soluciones que utilizan lo que está "a la mano" y no lo que realmente se necesita. Desgraciadamente en México, como en muchos otros países, los centros educativos de todos los niveles carecen de los recursos necesarios para poder investigar y desarrollar nuevos apoyos didácticos, con lo que, aún existiendo un análisis previo, no siempre es posible implementar la solución más adecuada. Pero esta situación no debe servir como excusa para no hacer bien las cosas. Una investigación profunda y un análisis concienzudo de la problemática educativa pueden llevarnos a diversas soluciones de las cuales alguna podrá ser implementada dados los recursos con los que se disponen.

La clave para poder dar respuesta a las preguntas que se plantean arriba y a muchas otras que puedan derivar de estas, es que la solución que se proponga debe estar enfocada a resolver el problema y no de la manera contraria, si tenemos nuevas tecnologías o nuevos recursos vamos a usarlos en donde sea solo porque "está de moda".

Se presenta aquí de forma resumida las necesidades y problemáticas planteadas en el Tema 2 y Tema 3 para poder comparar y evaluar las ventajas y desventajas que diferentes herramientas y métodos puedan tener para la solución:

1- Dificultad para visualizar modelos tridimensionales en dos dimensiones (pizarrón, acetatos, libros). Poco tiempo en clase para dibujar diagramas con cierta precisión que faciliten la comprensión de los mismos por parte del alumno.

2- No se tiene una forma de simular algunos fenómenos físicos diferentes a los que están en el laboratorio. Ayudar al alumno a comprender que papel tiene cada variable en la simulación.

3- Asesoría para la resolución de problemas prácticos que los alumnos estén resolviendo sin que el horario ni el lugar sean una limitante.

De entre todos los diferentes medios de comunicación el video y la computadora son los que mejor sirven para una visualización detallada y precisa, ya que presentan en pantalla diferentes ángulos del objeto en cuestión, además pueden hacer tomas de acercamientos o alejamientos con lo que fácilmente se puede pasar del detalle a lo general. Pero la computadora tiene una ventaja adicional sobre el video; una vez que las imágenes en movimiento están en la computadora se pueden transformar o manejar de muchas formas diferentes. Por ejemplo, un video podemos verlo varias veces para así percatarnos de los detalles, pero para esto es necesario regresar la cinta al punto desde el cual queremos volver a ver el video, con la computadora no sucede lo mismo ya que la información se encuentra almacenada en formato digital y solo basta seleccionar el cuadro del video o el segundo en el que se quiere empezar la revisión para que casi instantáneamente podamos ver de nuevo esta parte. Además, la computadora nos permite parar en un cuadro específico para poder ampliarlo, distorsionarlo de alguna forma, usarlo en algún otro software o simplemente imprimirlo en papel. La última de las opciones es tal vez la más frecuente y útil de todas.

Una de las áreas que más desarrollo esta teniendo en la computación es la visualización tridimensional. Aunque no es nueva en lo absoluto, la visualización tridimensional asistida por computadora está teniendo mucho auge en la actualidad debido a diferentes factores que van desde equipos muy poderosos a bajos precios, hasta que están de "moda".

En los últimos 5 años hemos visto que el poder de cómputo que tiene una computadora de nivel de entrada (es decir, las características y especificaciones que tiene la computadora más económica que se vende nueva en las tiendas) se ha incrementado por un factor de 4 y su precio ha disminuido a casi la tercera parte. Esto trae como consecuencia que software especializado para la representación tridimensional de objetos modelados por computadora pueda ser ejecutados en máquinas que ahora pertenecen al rango de Computadoras Personales y no a grandes y costosas Estaciones de Trabajo como hasta hace unos años. Los programas a su vez, al tener mayor demanda por entrar ahora al mercado de las PC, se vuelven más poderosos, más fáciles de usar y lo más importante es que son más baratos. Aunque el uso de estos programas está enfocado principalmente al área de entretenimiento (juegos de video), su costo permite ya que se incluyan como opciones para apoyo didáctico o de investigación. Esta podría ser otra opción interesante para satisfacer las necesidades de visualización que se presenta en Hidráulica Básica y en otras muchas asignaturas de la carrera, sobre todo en las de Ciencias Básicas. No abundo más en el tema porque aunque el costo de dichos dispositivos ha disminuido considerablemente en los últimos 5 años aún están en el orden de los 300 dólares, lo que limita su uso en cantidad por lo menos. Seguramente en unos años más estos dispositivos serán tan económicos como un monitor.

Existen diferentes formas de generar imágenes tridimensionales por computadora y algunas de ellas se tratan con más detalle en el glosario. (Ver Visualización Tridimensional).

De las líneas anteriores observamos que la computadora es una herramienta superior, para el caso de la visualización, al video para las condiciones y circunstancias que se presentan en nuestra problemática.

Para el segundo punto de nuestras necesidades educativas, la simulación o modelado de fenómenos físicos de nuevo tenemos a la computadora en primer lugar, obviamente después del laboratorio. Solamente recordemos que el número de diferentes fenómenos que se pueden analizar en el laboratorio y la frecuencia en que podemos hacerlo está limitada debido al espacio físico del propio laboratorio así como también al horario de los alumnos y de los profesores encargados de las prácticas. La computadora puede tener ciertas ventajas y desventajas en este segundo punto. Sus ventajas son:

1. Poder ejecutar diferentes programas de simulación o modelos matemáticos (no nada más de Hidráulica, sino de cualquier área del conocimiento).

2. No está limitada por el espacio físico para poder incluir más experimentos o simuladores, en todo caso su limitación de espacio sería en el disco duro en donde se almacenan los programas. Este es un problema menor debido al bajo costo de discos duros de gran capacidad y a la facilidad de instalación de dichos discos en caso de ser necesario añadir otro o reemplazar uno de menor capacidad por otro de una mayor.
3. Los alumnos no estarán restringidos al horario de una práctica en particular ya que podrían revisar el programa con la simulación que ellos requieran a cualquier hora, claro está, siempre que haya una computadora disponible. Algunos fenómenos pueden ser revisados en grupo o individualmente. Los profesores encargados de dar las prácticas en el laboratorio .
4. La programación así como el contenido de diferentes medios de un simulador puede ser reutilizado para la elaboración de otro, reduciendo con esto los costos y el tiempo de elaboración.
5. La simulación por computadora permite un manejo de la variable tiempo que no permiten los dispositivos físicos que muestran un fenómeno. En una práctica "real" el fenómeno que se está analizando se presenta en cierto tiempo (que muchas veces son unos cuantos segundos o menos), en la computadora se puede disminuir la velocidad para lograr una mejor visualización del fenómeno. Además, el revisar una y otra vez una simulación en la computadora no implica gastos tan elevados como pudieran ser los de operar bombas de agua durante largos periodos de tiempo (para el caso del laboratorio de hidráulica).
6. Un último punto que no aplica a este trabajo pero que es interesante exponer es la capacidad que tiene un laboratorio virtual de servir a diferentes áreas como pudieran ser Hidráulica, Estructuras, Sistemas, Geotécnia, etc.

Por otro lado tenemos que la principal desventaja de la computadora frente a los laboratorios es que la simulación no es la realidad. Por muy detallado que sea un modelo matemático o físico que simule un fenómeno nunca será igual al fenómeno real.

Ahora bien, dadas las condiciones de la problemática educativa que se esta estudiando, esta desventaja no es tan importante ya que se pretende que los programas de simulación sean un complemento a las prácticas y no un sustituto. Los alumnos pueden utilizar ambos apoyos en su aprendizaje.

Para el tercer y último punto de las necesidades educativas detectadas, la asesoría para la solución de problemas prácticos de la asignatura, podemos decir lo siguiente:

Definitivamente es el experto en la materia, en este caso el profesor, el que debe trabajar más para poder desarrollar un software interactivo que sirva de guía o tutor en la solución de problemas, ya que su experiencia puede orientarlo para realizar un programa que sirva para solucionar muchos de los problemas que los alumnos tienen a la hora de solucionar un problema, con la menor programación posible. Dicho de otra manera, el profesor anticipa, basado en su experiencia, las partes en donde el alumno puede tener dificultades, como pudiera ser el planteamiento del problema, o el manejo de una u otra fórmula, o el manejo de diferentes unidades, etc., de esta manera puede programar diferentes alternativas que guíen al alumno si se presentan estos casos. El profesor no puede (dada la envergadura de un proyecto de ese estilo) programar todas las posibles eventualidades que pudiera tener un alumno, además tampoco debe. Si se realiza un buen análisis previo de las principales dificultades que tiene un alumno en la resolución de problemas tipo, se pueden abarcar la mayoría programando solo unas cuantas rutas diferentes. Las excepciones siempre pueden ser tratadas por los profesores a cargo de la asesoría, que como en el caso de los laboratorios, no sería sustituida sino apoyada por los programas de cómputo.

Las computadoras ofrecen ciertas ventajas en este punto, primero el alumno puede tomar el tiempo que quiera para resolver un problema. Puede revisar conceptos teóricos, pedir cierta ayuda, pensarlo bastante tiempo, todo esto sin que la computadora se canse o se desespere. Además los horarios no serían ningún problema, ya que el alumno solamente necesita tener acceso a una computadora, ya sea en el laboratorio de hidráulica, en cualquier otro laboratorio de cómputo, en su trabajo o en su casa, para poder utilizar este apoyo.

Otra ventaja importante, aunque poco analizada, es la libertad que ofrece al alumno el trabajar con un programa de computadora que no lo regaña por haber olvidado una fórmula básica (sin importar cuantas veces se le haya mostrado al alumno con anterioridad), ni tampoco lo presiona con un horario ni con un tiempo de consulta determinado. Algunos estudios realizados en escuelas en Estados Unidos muestran que el desempeño de un estudiante promedio en la resolución de exámenes, varía sustancialmente cuando no se le limita en tiempo. Lo mismo sucede cuando a un estudiante se le pide que resuelva un problema en una clase normal a cuando se le pide que resuelva el mismo tipo de problemas pero en un examen. La ventaja de utilizar software del tipo que se propone en este trabajo es

que se puede realizar una investigación propia de en que medida cambia el desempeño de un estudiante cuando tiene presión de tiempo o de saberse en un examen con respecto a los que no tienen ninguna presión. Claro que para poder realizar un estudio de este tipo se necesitaría que el software estuviera instalado en computadoras de la Universidad, ya que de esta manera se podría grabar un archivo con el desempeño de cada alumno en cada una de sus sesiones ante él, para después poder crear una base de datos de todos los alumnos que hayan utilizado el software y poder realizar análisis estadísticos más completos y detallados.

En resumen se puede decir que la computadora con el software adecuado, ofrece más ventajas para la solución de la problemática educativa que nos atañe, que otros medios y apoyos, por lo menos en el aspecto teórico. Pero otro aspecto muy importante es el aspecto práctico, ¿qué tan viable es para los alumnos utilizar este software?, ¿Qué tan costoso es producir software de este tipo? ¿Qué requerimientos de equipamiento y control se necesitan?

Dada la importancia que tiene cada una de las preguntas anteriores, la referente a la viabilidad de la utilización del software por parte de los alumnos, así como las necesidades de equipamiento, tanto para el desarrollo de software educativo como para su utilización en laboratorios serán temas para secciones separadas que también se incluyen en esta tesis. (Ver el Tema 7 Dispositivos para el Uso). En cuanto el análisis de costos no tendríamos elementos llegados hasta esta parte de la tesis para detallar todos los conceptos para los que se requiere un desembolso, por lo que el detalle se dejará para más adelante en el tema de "Proceso de Desarrollo". Esto es debido a que se necesitan analizar diferentes formas en el que el desarrollo de un software educativo puede ser realizado, que dependen de los Dispositivos para el Uso, Modelos de Uso, plataforma, entre otros.

De manera global y para completar la justificación de la solución propuesta, baste indicar algunas cifras que nos darán idea de los costos relativos entre la producción de un video con la calidad requerida para el área educativa, la implementación de equipo para una nueva práctica en el laboratorio y el equipo de cómputo necesario para la elaboración de un proyecto como el que se realiza en esta tesis.

## **Tema 3**

### **DISPOSITIVOS PARA EL USO**

#### **Presentación**

Este tema analiza diferentes aspectos muy importantes que van relacionados con la planeación, el diseño y la elaboración del software educativo. Algunos de estos aspectos, como son, el Uso, la Definición de la Población Objeto y el Equipamiento, influyen directamente en la elaboración del software, mientras que otros afectan la administración de los lugares que se dispondrán para que este tipo de programas sea utilizado.

Cada desarrollo es diferente tanto en las necesidades educativas que pretende satisfacer, como en la forma en la que lo hará, por lo que se presentarán diferencias tanto en la forma en la que dicho software va a ser utilizado, así como la frecuencia de uso, el equipo necesario para su elaboración y el equipo en el que va a usar.

En cada uno de los conceptos que se analizan en este tema se incluyen subtemas que ayudan a tener una idea general y completa de todos los factores que influyen para decidir por ejemplo qué equipo y qué instalaciones son necesarias para cada software.

Dispositivos para el Uso consta de 5 temas a saber:

1. Objetivo
2. Definición de la Población Objeto
3. Decisión sobre Equipamiento
4. Administración
5. Costos

## OBJETIVO DEL PROYECTO

Antes de realizar un proyecto en cualquier área, es necesario realizar una planeación detallada de todos los recursos humanos, económicos y técnicos que se requieren, además de determinar el tiempo necesario para terminar dicho proyecto. Es necesario también, prefigurar los requerimientos para el uso y las condiciones de distribución de los productos del proyecto.

La realización de un software educativo, o dicho de otra manera, la generación de una aplicación de las computadoras al aprendizaje y a la enseñanza, es un ciclo con cuatro etapas: 1) Uso del software; 2) Planeación; 3) Desarrollo y 4) Producción. A continuación se describen las características generales de cada una de estas etapas, de manera que pueden ser utilizadas como referencia para otros proyectos, y más adelante se describe cada una de estas etapas pero ya de manera específica para este proyecto.

### Uso del software

Cuando se desarrolla una aplicación educativa de la computadora es necesario determinar que uso se le va a dar. Si va a ser curricular, es decir, que el uso de la aplicación diseñada va a formar parte del plan de estudios o si va a ser utilizada de forma independiente por los estudiantes.

Para el cumplimiento de los objetivos didácticos y educativos de un uso determinado de la computadora con fines docentes, es condición indispensable disponer de equipo de cómputo adecuado, de las instalaciones para alojar dicho equipo, y de un procedimiento que regule el acceso de los estudiantes a las instalaciones y al equipo. O bien, si se trata de un uso independiente, se debe proporcionar al estudiante las facilidades necesarias para que pueda beneficiarse del programa.

Dentro de Uso debemos especificar también el Modelo de Uso que va a ser utilizado para este software. Algunos modelos de uso pueden ser:

- a) **Individual:** Este modelo de uso se refiere a que el software va a ser instalado en cada computadora para ser utilizado de manera individual por cada estudiante. También se le conoce como modelo Uno a Uno.

- b) **En grupo:** Una computadora que tiene el software instalado será utilizada por un grupo de alumnos. En un salón de 40 estudiantes podemos utilizar únicamente 8 computadoras en lugar de 40, claro está que este modelo de uso deberá ser sustentado por las características y problemática específica del proyecto, ya que no es posible utilizar este modelo en todos los casos.
  
- c) **Por salón:** En este caso el software es instalado en una computadora la cual servirá como apoyo a todo un salón. Este modelo es el que se utilizó en el programa "Traveller" que se utilizó como ejemplo de una experiencia educativa en el tema 2 en la sección "Qué es un Software Interactivo". Para ese proyecto en particular fue posible utilizar una computadora para todo un salón de clases dadas las condiciones originales de dicho proyecto.
  
- d) **Por escuela:** Este modelo de uso es muy similar al anterior, exceptuando que solamente habrá una computadora por escuela, por lo que deberá hacerse un estudio detallado de los periodos en los que cada profesor puede utilizar la computadora, de manera que todos los salones puedan disfrutar de este apoyo. Para el ejemplo de "Traveller", es posible utilizar este modelo ya que los profesores de ese nivel en particular y de esa asignatura pueden turnarse el uso de la computadora, disminuyendo enormemente la inversión que la escuela debe hacer en computadoras. No es lo mismo gastar 30 mil pesos en un muy buen equipo de computo y sus periféricos para toda una escuela, que gastar 10 mil pesos por cada computadora de características básicas que utilizara cada alumno en un laboratorio con, tal vez, 20 máquinas.

Se explican estos diferentes modelos de uso ya que frecuentemente se piensa que cada estudiante debe tener a su disposición una computadora para el solo, por lo menos durante determinadas horas a la semana, teniendo como consecuencia que las autoridades de la institución educativa se rehusen a gastar tan elevadas cantidades de dinero, cuando en realidad con un poco mas de esfuerzo al desarrollar experiencias educativas más interesantes, el uso de la computadora en un modelo individual, puede ser el menos favorable. De nuevo, cada proyecto es diferente y la satisfacción de las necesidades educativas dependerá de diferentes modelos de uso para cada ocasión, simplemente no hay que olvidar que existen otros modelos de uso.

Un punto muy importante es el equipamiento de las áreas en donde el software va a ser utilizado. Con frecuencia se considera que estas condiciones se resuelven automáticamente, por sí mismas, y la consecuencia más directa de ello es que programas que han requerido conocimiento, aprendizaje, esfuerzo, recursos económicos y meses de trabajo, quedan inactivos con más frecuencia de lo que imaginamos, por falta de condiciones adecuadas para su uso.

## Planeación

Una vez que se determina el uso y se han caracterizado a los usuarios, se fijan los límites de tiempo, las fases que tendrá el proyecto, las tareas que debe realizar cada cual, que recursos se utilizarán, como se financiara el desarrollo del proyecto, etcétera.

## Desarrollo

En esta fase se hace uso del conocimiento y se "aterrizan" las ideas. El eje de esta fase es la elaboración de la maqueta del proyecto, que en este caso es el Prototipo del Software. La fase de desarrollo alimenta a la fase siguiente con un plan de producción que incluye toda la producción intelectual relativa al proyecto.

## Producción

En esta etapa es donde se realiza toda la recopilación del material para el proyecto, la creación de medios, la programación, depuración y compilación del programa así como su distribución.

A continuación se listan estas cuatro etapas para este proyecto en particular:

## Uso del Software

Se pretende desarrollar una aplicación (software) que podrá ser utilizada por los estudiantes de la asignatura de Hidráulica Básica de manera extracurricular y como apoyo complementario a los libros y a las prácticas de laboratorio que tiene a su disposición.

Cabe hacer notar que el software puede ser utilizado en las computadoras del laboratorio de Hidráulica, en otros laboratorios de cómputo de la facultad o bien, en alguna computadora particular a la que el estudiante pueda tener acceso. Tal vez cuando se haya sistematizado la producción de programas educativos en más asignaturas, y la calidad de los mismos este controlada, se puedan integrar al curriculum.

En el Tema 5, Evaluación del Prototipo, se menciona que para poder evaluar el prototipo y poder hacer ajustes y correcciones, es necesario que el software sea instalado en computadoras de uno o más laboratorios de la Facultad con el fin de poder recabar información directamente de los estudiantes que lo utilicen. Además, si se utiliza en las computadoras de la Facultad es posible grabar los archivos que contengan la información del desempeño de cada estudiante al estar utilizando el programa. Estos archivos permitirán crear una base de datos con la que posteriormente se puedan llevar a cabo análisis estadísticos muy importantes para los profesores responsables de esa área de la Ingeniería, como pudiera ser en este caso el área de Hidráulica.

El modelo de uso requerido para este software es un modelo Uno a Uno, aunque algunas de las partes que lo integran (como la parte de visualización) pueden ser utilizadas en el salón como apoyo a la clase.

La población a la que va dirigida este proyecto es a la correspondiente del 5º. Semestre de la carrera de Ingeniero Civil de la U.N.A.M. Como existe seriación obligatoria se da por hecho que tienen los antecedentes necesarios para cursar esta asignatura.

## Planeación

La planeación de este proyecto fue estructurada de tal manera que una sola persona pudiera desarrollarlo en el tiempo especificado y con los recursos disponibles.

Los recursos humanos con los que se cuentan son diferentes asesores para cada una de las disciplinas más importantes requeridas en un proyecto de este tipo como son: expertos en el contenido, labor desarrollada por la directora de esta tesis M.I. Adriana Cafaggi Felix; diseño gráfico (D.G. Antonieta Rodriguez), y para la planeación, digitalización de medios, la programación y la distribución final del software, el propio autor.

Los recursos materiales son escasos, debido a que no hay ningún patrocinio para la realización de este proyecto, sin embargo dos instituciones brindaron su apoyo permitiendo el uso de computadoras, scanners, programas y otras instalaciones. La Facultad de Ingeniería apoyó la realización de esta tesis al permitir y apoyar de manera activa la adquisición de material (información, fotografías y videos) en el laboratorio de Hidráulica. La Coordinación de Universidad Abierta y Estudios a Distancia (CUAED), apoyo con sus equipos de cómputo, instalaciones y asesoría en la parte técnica.

Cada uno de estos asesores tendrá a su cargo la supervisión y corrección de este proyecto, en el área en el que tienen más experiencia, sin embargo se escogieron estas personas como asesores ya que poseen experiencia en las demás etapas del desarrollo del software con lo que se logra un entendimiento global del proyecto por parte de cada uno de los asesores, haciendo más dinámico y eficiente el proceso de desarrollo, desde su parte de investigación previa, hasta la evaluación en campo del prototipo del software.

El tiempo que se especificó para la conclusión de este proyecto fue de 4 meses, aunque cabe aclarar que solamente se dedican 4 horas al día para su realización. En cuanto a los asesores, el tiempo que le dedican varía dependiendo de la etapa del proceso de desarrollo en la que se encuentre el proyecto.

## Desarrollo y Producción

Estas etapas del proyecto se analizan con todo detalle en el tema 5, Proceso de Desarrollo, en donde se explica cada etapa de desarrollo del proyecto y los aspectos más importantes que se deben considerar en cada una de sus partes, así como también se detalla el procedimiento operativo de la generación de los diferentes tipos de materiales digitales que van a ser utilizados en la programación del software.

## DEFINICION DE LA POBLACION OBJETO

La población objeto para el software interactivo de Hidrostática son todos los alumnos que cursan la asignatura de Hidráulica Básica del 5º. semestre de la carrera de Ingeniero Civil de la U.N.A.M., aunque no está limitado solamente a la carrera que se imparte en ésta universidad, puede servir de apoyo a las asignaturas equivalentes que se imparten en otras universidades de la república o de otros países en donde se incluya el tema de Hidrostática.

### Forma de Acceso

Ya que la utilización del software no es curricular, dependerá exclusivamente de los propios estudiantes el cuándo y donde utilizarlo, aunque es conveniente, por razones de evaluación del prototipo y del desempeño de los alumnos que utilizan este software, que se instale y se utilice en computadoras de la facultad, permitiendo de esta manera que se analicen los archivos que quedan almacenados en el disco duro de la computadora sobre del desempeño de cada estudiante que lo utilice.

### Cuantificación de los Usuarios Potenciales

En el actual semestre de la carrera de Ingeniero Civil, 98 II, se tienen aproximadamente 200 alumnos inscritos en la asignatura de Hidráulica Básica. El número de alumnos inscritos en esta materia varia de semestre a semestre pero en general es un número aproximado al actual.

Como se menciona en el párrafo anterior, el apoyo que brinda el programa no está limitado a la facultad de ingeniería de la U.N.A.M., pero esta fuera de los propósitos de esta tesis cuantificar todos los posibles beneficiarios de otras universidades en México y en el extranjero, por lo que solamente se limita la cuantificación a los 200 alumnos inscritos en esta asignatura cada semestre.

Si tenemos en cuenta que el contenido del tema de Hidrostática varia muy poco, en cada revisión que se hace del plan de estudios de la carrera, entonces podemos suponer una vigencia del programa de varios años. Para no exagerar, solamente se toman 5 años de vigencia del software, pensando en posibles mejoras o actualizaciones que se le hagan

después de esos 5 años, con lo que los beneficiarios potenciales nada más en nuestra universidad serían 1000 estudiantes.

## Intensidad de Uso

La intensidad de uso del software se refiere al tiempo que el usuario dedicará a la utilización de este programa en cualquiera de sus modalidades. Este tiempo es sugerido en el caso de material de apoyo no curricular, o claramente especificado para el caso en donde el software esta contemplado como de uso obligatorio en alguna práctica de laboratorio o en clase.

Se tiene contemplado que el alumno utilice el prototipo del software de 2 a 4 horas. El tiempo de uso varía dependiendo de las características individuales que presente cada estudiante, de esta manera, los estudiantes con mayores problemas por ejemplo en la visualización de modelos matemáticos podrán requerir más tiempo para repasar las gráficas y modelos, y los que tienen mayor dificultad para resolver problemas podrán utilizar más tiempo en la parte de asistencia en la resolución de problemas.

Un uso particular de este software podría ser el apoyo al profesor cuando empiece el tema de Hidrostática, ya que podría llevarse una computadora al salón con una pantalla de proyección y presentar la introducción al tema apoyándose en los modelos tridimensionales y diferentes perspectivas que nos ofrece el software. En este caso la intensidad de uso del software sería de una hora y media por semestre para los mismos 200 estudiantes.

Hay que recordar que éste es solamente el prototipo del software y de ninguna manera nos puede dar idea de la intensidad de uso de todo el programa completo, ya que para cada tema se pueden tener presentaciones de diversas formas, problemas y evaluaciones de diferentes niveles de complejidad con lo cual es imposible definir con exactitud el número de horas que un alumno puede utilizar el software completo.

## DECISION SOBRE EQUIPAMIENTO

Como se menciona en el objetivo del presente tema, generalmente se piensa que el equipamiento es una situación que se resuelve por sí misma con el tiempo, cuando realmente es uno de los factores más importantes a considerar si queremos que el software que se está desarrollando realmente se utilice y tenga un beneficio para la población a la que va dirigido.

En esta sección se trata exclusivamente el equipamiento necesario para la utilización del software en computadoras de la facultad, ya sea en el laboratorio de Hidráulica o en otro laboratorio de cómputo, aunque las características de los equipos son igualmente válidas para equipos externos a la facultad a los que el estudiante pueda tener acceso.

Con respecto al equipo necesario para la elaboración de software educativo, se puede revisar el tema 5 en la sección de Equipamiento, en el cual se enumeran y analizan las especificaciones que debe tener el equipo de desarrollo. Es conveniente aclarar que las características y especificaciones que deben tener los equipos de cómputo en donde se va a utilizar el producto terminado, son generalmente menos elevadas con respecto al o a los equipos en donde se este haciendo el desarrollo. Obviamente esta diferencia de características y especificaciones de los equipos impacta notablemente el costo de los mismos, siendo mucho más elevado el costo del equipo de desarrollo.

### Computadoras

Para poder utilizar el software interactivo que se presenta en esta tesis es necesario contar con una computadora PC compatible con procesador Pentium a 100 MHz. o superior (o el equivalente de otras marcas a este procesador), que cuente con 16 Mb. en RAM, tarjeta de sonido y bocinas, CD-ROM, y que tenga un espacio en disco duro disponible de al menos 10 Mb. Ya que el software puede ser utilizado directamente del CD-ROM, no es necesario grabar en el disco duro la totalidad del programa, sin embargo es necesario instalar el "player" (programa ejecutador) y otras partes básicas de la programación para que se tenga un desempeño óptimo.

Si se cuenta con computadoras que no disponen de unidad de CD-ROM es posible instalar el programa para que corra desde el disco duro de la máquina, sin embargo esta opción requerirá de un mayor espacio disponible de almacenamiento, ya que la totalidad del programa deberá estar grabado en el disco duro.

Otra posibilidad para el uso del software es que se utilicen computadoras que se encuentren en red (ver en el glosario: Red de Computadoras). Esta forma de uso se basa en una computadora central llamada servidor en el cual esta almacenado el programa, o bien, posee una unidad de CD-ROM desde la cual se puede ejecutar el programa, y diferentes computadoras conectadas a este servidor llamadas clientes que utilizan la capacidad de la red para acceder a los archivos que constituyen el software y que se encuentran almacenados en el disco duro del servidor, o bien, utilizar de manera remota la unidad de CD-ROM del servidor para poder correr el software en la computadora cliente. Una variante muy interesante de las redes de computadoras es la Internet (red mundial de computadoras) que permite ejecutar un programa en nuestra computadora que esta almacenado en un servidor en otra parte de la universidad, del estado, del país o del mundo entero, con lo cual la limitación física que pudiera existir en un laboratorio desaparece. Es posible acceder al programa desde la casa o desde cualquier otra parte si se dispone de una computadora que tenga un módem instalado y tenga contratado los Servicios de un Proveedor de Internet (ISP), o este conectado a una red de computadoras que tenga acceso a la red mundial. De esta manera los apoyos didácticos por computadora, realizados por la facultad de una universidad en la Ciudad de México pueden ser utilizados por cualquier persona de la misma ciudad o del interior de la república sin que implique mucho esfuerzo extra en la programación necesaria para este propósito. Es más, este tipo de programas pueden ser utilizados por otros estudiantes de otros países.

El prototipo del software interactivo de Hidrostática será distribuido en dos formatos digitales diferentes, en CD-ROM, para su utilización en una computadora individual o para las que están conectadas en redes locales, y en HTML, que permite que sea utilizado a través de la Internet a nivel mundial o de Intranets a nivel local y regional, al estar instalado en un servidor especial para la red global. Lo anterior es con el fin de mostrar las diferentes características de uso que presenta un método u otro, así como sus ventajas y desventajas. Las consideraciones especiales para desarrollar y distribuir un software en Internet o en Intranets, también son descritas en el tema 5, Proceso de Desarrollo en la sección de Herramientas de Autoría.

## Obsolescencia

Un aspecto crítico sobre el equipamiento es la rapidez con la que las computadoras se vuelven obsoletas. Quiero aclarar el término "obsoletas" ya que existen por lo menos dos ambientes en los que se puede utilizar esta palabra y que para fines prácticos significan diferentes cosas. En el aspecto comercial una computadora, (o equipo de cómputo en general), se vuelve obsoleta en menos de 2 años aquí en México, debido a que en ese periodo de tiempo han salido a la venta muchos nuevos modelos que incluyen los últimos adelantos en la tecnología y que devalúan rápidamente el equipo anterior. Además, los avances tecnológicos traen consigo una serie de adaptaciones de los programas que se van a utilizar en estas máquinas; los programas se vuelven más grandes en tamaño, con mayores demandas de rapidez del procesador y con mayores requerimientos de los periféricos. Estos programas por consiguiente tienen muchas limitaciones al ser ejecutados en modelos de computadoras anteriores a la fecha en la que fue lanzado al mercado dicho programa, y muchas veces sucede que los nuevos programas no funcionan en computadoras con 2 años de antigüedad. Esta velocidad con la que los equipos de cómputo se vuelven obsoletos no es comparable con ningún otro tipo de equipo en cualquier otra rama de la industria. En Estados Unidos el tiempo de obsolescencia del equipo de cómputo es menor, de 1 año a 1 año y medio dependiendo del equipo que se trate.

Por otro lado tenemos la obsolescencia del equipo para fines de uso. En este ámbito las computadoras pueden llegar a tener una vida útil mucho mayor a 2 años, aunque dependerá principalmente de la calidad en análisis sobre equipamiento que se haya realizado en el proyecto. Si un software cumple con las necesidades y no requiere ser modificado, o si las modificaciones no son lo suficientemente grandes como para requerir cambios en el equipo donde se está utilizando, entonces las computadoras y otros periféricos no tienen por que ser cambiados. Claro que esta decisión va muy relacionada con el aspecto económico, ya que frecuentemente se hacen actualizaciones de diferentes tipos de sistemas o equipos no porque ya no funcionen sino porque contablemente resulta conveniente gastar en la actualización y mantener los equipos dentro de precios de venta aceptables en el mercado. Hay que tomar en cuenta que el precio en el mercado de una computadora que fue comprada hace dos años no es mayor del 20 % de su costo cuando nueva (y eso sí es que encontramos algún incauto que la quiera comprar). Generalmente, dentro de instituciones educativas, ocurre que no se tiene dinero para llevar a cabo estas actualizaciones cada año (y muchas veces ni siquiera cada 3 años) por lo que el análisis de equipamiento resulta vital para poder utilizar el mayor tiempo posible los equipos y programas sin necesidad de grandes desembolsos, haciendo solamente gastos de mantenimiento que correspondan. Así pues nos

damos cuenta que la obsolescencia de las computadoras en el mercado no es exactamente igual que la obsolescencia en su uso.

Parte del análisis sobre equipamiento es el costo del mantenimiento de los diferentes equipos de cómputo, ya que frecuentemente se dejan a un lado estos costos por no ser tan importantes dentro del costo global de equipamiento, pero casi siempre sucede que por no considerarse estos gastos por pequeños que puedan parecer con respecto a otros, el equipo de cómputo queda inutilizable por no tener recursos para comprar por ejemplo, un cartucho nuevo de tinta para la impresora, o para cambiar un fusible del regulador de corriente, o para comprar un nuevo ratón o cambiar el teclado. Esto es parte del mantenimiento y tiene un costo que hay que prever para que el equipo funcione correctamente y sin interrupciones.

El software que se presenta con esta tesis ciertamente requiere características especiales en la computadora en la que se va a utilizar, pero éstas son ya un estándar, todas las computadoras de línea que se venden actualmente en el mercado tienen tarjeta de sonido con bocinas incluidas, unidad de CD-ROM, 16 Mb. en RAM y un disco duro de por lo menos 1.6 Gb. Pero desgraciadamente las computadoras que ya están en los laboratorios no poseen alguna o ninguna de estas características, por lo que es necesario hacer algunas adaptaciones al programa desde el diseño para que se pueda ajustar a equipos más antiguos aunque con ciertas limitaciones en su desempeño.

## Plataformas

En la actualidad la jerga computacional a invadido todos los sectores y ámbitos de nuestra sociedad; todos hablan de megabytes, megahertz, hipertexto, Internet, páginas web, e-mail, 10X, 24X, inyección de tinta, impresión láser, quemar un CD y una infinidad de términos más de los que muy rara vez se conoce su verdadero significado. Uno de estos términos es la Plataforma. Generalmente se utiliza ésta palabra como sinónimo de computadora, lo cual no es correcto. Una computadora es un artefacto que realiza cálculos, mientras que la plataforma va más allá de una simple máquina. La Plataforma se define como la utilización de un procesador con un sistema operativo en una computadora. Los procesadores son el equivalente al cerebro de las computadoras en donde se realizan todos los cálculos matemáticos, mientras que el sistema operativo es un programa lógico de instrucciones que permite el correcto funcionamiento e integración de todas las partes de una computadora para realizar una tarea. Existen diferentes tipos y marcas de procesadores y de sistemas operativos, cada uno de ellos con diferentes características y niveles de

desempeño. Por ejemplo, la plataforma más común en la actualidad es Intel - Windows. Esto significa que los procesadores que usan este tipo de computadoras son fabricados por la compañía Intel, la cual tiene en el mercado diferentes modelos de procesadores como el Pentium, Pentium MMX, Pentium Pro y Pentium II cada uno de ellos con diferentes niveles de desempeño que se mide en cuantas instrucciones por segundo puede realizar (de hecho se miden en millones de instrucciones por segundo). Por otra parte la computadora utiliza el sistema operativo de Microsoft para poder funcionar. Microsoft a su vez tiene diferentes sistemas operativos para diferentes niveles de usuarios y nichos del mercado, entre los que se encuentran MS-DOS, Windows 3.1, Windows 95, Windows 98 y Windows NT. Cualquiera de estos sistemas operativos funciona con cualquiera de los procesadores antes mencionados.

Hay que tomar en cuenta que existen varias compañías que fabrican procesadores de muy diferentes tipos. Intel no es la única compañía que fabrica procesadores ni Microsoft es la única compañía que elabora sistemas operativos.

Con todo lo anterior podemos ver que existe una gran variedad de plataformas que podemos lograr al combinar un procesador con un sistema operativo.

Debido a que el uso de plataformas Intel - Windows es la más difundida en la actualidad, el prototipo del software se programará y compilará de tal forma que pueda ser ejecutado en este tipo de plataformas. Existe un punto muy importante del proceso de desarrollo que me permite generar el código de un programa que posteriormente puedo compilar para diversas plataformas. Es decir, no se tiene que programar nuevamente todo para que pueda ser utilizado en una plataforma diferente a la que originalmente se tenía pensado, sin embargo es importante tener en cuenta ciertos aspectos técnicos a la hora del diseño del programa, para que dicha migración pueda ser efectuado con el menor esfuerzo posible.

Aunque en el caso particular del software de esta tesis no se ha contemplado la posibilidad de utilizar por ejemplo la plataforma PowerPc - Machintosh, es relativamente fácil crear una versión del software para esta plataforma. Tal vez para otros proyectos ésta posibilidad amplíe la población que puede beneficiarse del software, ya que esta plataforma es la segunda más utilizada por los estudiantes.

Los programas de autoría más recientes permiten crear diferentes versiones del programa para diferentes plataformas e inclusive para Internet. De hecho, los mismos procesadores de palabras pueden grabar los documentos en un formato especial (llamado

HTML) para que sean colocados en un servidor, y de esta manera cualquier persona que tenga acceso a la red pueda ver ese documento.

Internet no es una plataforma en sí misma pero si es un caso muy especial. Internet es una red mundial de computadoras que tiene un protocolo de transferencia de archivos llamado TCP IP. Este protocolo permite que diferentes plataformas conectadas a una red de computadoras puedan recibir y mandar información a otras plataformas iguales o diferentes en cualquier parte del mundo. Esto se logra con programas que traducen el tipo de información que maneja un sistema operativo particular a este protocolo y viceversa. Este tipo de "traductores" existen para cada plataforma que hay en el mercado por lo que crear un programa que pueda ser utilizado en Internet, casi asegura la universalidad de su uso.

Este documento por ejemplo, fue creado en un procesador de palabras (Word 97 para Windows) y fue convertido en un archivo HTML para ser puesto en un servidor de la red, para que cualquier persona interesada pueda leerlo y dar sus críticas y comentarios.

Aunque no es muy cómodo leer un texto muy largo en la pantalla de una computadora, ofrece la ventaja del hipertexto, que permite obtener más información relacionada con el tema o con una palabra en particular con solo hacer clic sobre ella. De esta manera si se conocen los términos se lee el texto sin interrupciones y si no, se puede obtener información detallada en el momento y regresar justo a la parte del texto que se estaba leyendo sin tener que "hojear" para poder encontrar la información detallada o específica y luego la hoja en la que nos habíamos quedado.

## Software

Después de haber tomado las decisiones sobre los equipos de cómputo con los que se va a equipar un laboratorio es necesario contemplar el presupuesto para la compra de software que va a ser utilizado en dichos equipos. Cabe aclarar que el software al que se hace referencia en esta sección no es el software que va a ser desarrollado por el profesor y su grupo de trabajo, sino el software que se debe instalar en cada computadora para que funcione correctamente y a su vez nos permita utilizar el software propio. Como ejemplo de este tipo de software tenemos a los sistemas operativos. Ya se han mencionado algunos sistemas operativos y sus diferentes versiones, así que solamente resta decir que el sistema operativo de una máquina es indispensable, sin el la máquina no puede trabajar, no puede correr ningún programa, es completamente inservible.

El costo del sistema operativo no debe ser menospreciado; aunque depende de la compañía que lo fabrica y la versión que queramos utilizar, el costo puede ser elevado (no menos de 100 dls. por computadora). Si pensamos que el laboratorio contará con 8 computadoras el costo nada mas por concepto de sistemas operativos suma 800 dls.

Existen otros programas, además del sistema operativo, que tal vez sea necesario instalar en las computadoras, como procesadores de palabras, hojas de cálculo, bases de datos o algún otro tipo de programas. Debe ser parte del análisis previo el determinar cuales programas deben estar instalados en que computadora para que el uso del laboratorio sea óptimo. No se debe pasar por alto la compatibilidad de los programas que necesitemos instalar en las computadoras con el equipo en sí, y tampoco debemos olvidar que algunos programas pueden no ser compatibles con otros.

Es muy importante cumplir con los aspectos legales del uso de los programas para computadora, ya que en la actualidad es penado y castigado el uso no autorizado de dicho software. En los últimos años pudimos darnos cuenta, por las notas en los diarios, de muchas compañías que fueron demandadas por parte de las compañías que elaboran los programas de computadoras, y las multas y sanciones ascendieron incluso a los millones de pesos. Y estas sanciones no son particulares de las compañías privadas, también fueron sancionadas diversas instituciones públicas y dependencias gubernamentales. Frecuentemente las sanciones se debían no a la falta de la licencia de uso del software, sino a un mal uso de dicha licencia. Para estar dentro del marco de legalidad en todo lo referente a licencias y derechos de autor es necesario hacer una investigación del software que queramos utilizar en nuestras computadoras previa a la compra.

Otro aspecto relacionado con las licencias de uso del software son las regalías que se deben pagar al propietario de los derechos de autor sobre los programas que queramos utilizar. Aquí la diferencia puede radicar en que el software pudo haber sido desarrollado por un grupo de profesores quienes tienen derecho a que se les paguen regalías cuando se utilice su programa. De nueva cuenta, la investigación previa de quienes tienen los derechos sobre un material, y si hay que pagar o no regalías, es de suma importancia.

Como último punto sobre el software, es importante señalar que todo programa, al igual que los equipos, tiene cierta vigencia. La vigencia de un software propio es un poco más difícil de evaluar que la vigencia de un software de una compañía comercial. Las compañías que se dedican a la programación y comercialización de software generalmente son las que marcan la pauta sobre la vigencia y obsolescencia de los programas. Cada vez que la

compañía de software (u otra de la competencia) saca al mercado una nueva versión con nuevas características y mejoras a las anteriores, el software anterior pierde valor, tanto comercial como práctico. Pierde su valor comercial porque ya no nos será posible vender el programa al mismo precio al que lo compramos para actualizarlo a la última versión (aquí sucede lo mismo que en los equipos de cómputo), y pierde cierto valor práctico ya que las nuevas versiones de los programas permiten realizar un mismo trabajo en menos tiempo, y frecuentemente sucede que nos permiten realizar algunos trabajos que antes no se podían hacer con las versiones anteriores.

Para el caso del software que nosotros elaboramos resulta un poco más difícil predecir y determinar cuando perderá su vigencia, cuando se volverá obsoleto. Por supuesto que si el contenido del software cambia (por ejemplo, si el temario de Hidráulica Básica cambiara) el software pierde vigencia, pero de no caducar el contenido, el programa puede ser utilizado durante muchos años. Dependerá de que se elabore una nueva versión del mismo tema en la que se incluyan mejoras o nuevas funciones para que el software pierda su vigencia.

## ADMINISTRACION DE LOS EQUIPOS Y COSTOS

La administración de los equipos debe contemplar los siguientes puntos:

1. Admisión de Usuarios
2. Turnos
3. Seguridad de archivos y Software
4. Respaldo de Información
5. Previsión de Riesgos

Debido a que el software que se presenta en esta tesis es un material de apoyo a los alumnos y profesores de hidráulica básica y no está incluido en su curriculum, no tiene caso hacer un análisis de cómo debería ser la admisión de los alumnos a los laboratorios de cómputo ni que turnos deberían instaurarse para el uso del programa. De igual forma, hablar con detalle de los procedimientos de seguridad tanto del equipo como del software instalado en él, resulta fuera de lugar para el propósito de este trabajo. En general, los puntos a considerar en la administración de los equipos son bien cubiertos por cualquiera de los laboratorios de cómputo de la facultad de ingeniería, por lo que en caso de necesitar más información a este respecto se puede consultar con el encargado de dicho lugar.

Al igual que la administración de los equipos, la cuantificación de los costos al implementar un nuevo laboratorio de cómputo están fuera del alcance de este trabajo, por lo que únicamente se mencionan los puntos que se deben considerar:

1. Personal
2. Equipamiento
3. Adaptación
4. Mantenimiento
5. Redes

De cualquier forma se puede revisar la bibliografía de esta tesis en donde se señalan algunos libros en donde se puede obtener más información con respecto a la administración de los equipos y los costos de implementación de un laboratorio de cómputo.

## Tema 4

### HIDROSTATICA: PROCESO DE DESARROLLO DEL PROTOTIPO

#### Presentación

La información que se presenta en este tema ha sido recopilada durante más de 4 años de los diferentes grupos de alumnos que asistieron al diplomado "Usos Educativos de la Computadora" que se impartían en el que hasta Febrero de 1997 fuera el Centro de Investigaciones y Servicios Educativos en la UNAM. Como alumno del primer diplomado que se impartió en ese centro, y posteriormente como profesor encargado de varios módulos en los 7 siguientes diplomados, me fue posible adquirir una gran cantidad de información de primera mano acerca de la problemática que tiene cada una de las etapas de desarrollo de un software, vista desde los propios ojos de los profesores encargados del desarrollo de software educativo.

En este tema se presenta de manera resumida lo que considero pueden ser los aspectos más importantes durante el proceso de desarrollo, tanto en la parte conceptual de diseño, como en la parte operativa de la programación y de la adquisición y manipulación de medios.

Este tema esta dividido en 4 subtemas a saber:

- 1) Etapas del Proceso de Desarrollo
- 2) Herramientas de Desarrollo / Herramientas de Autoría
- 3) Diseño de Interfaz
- 4) Diseño Gráfico.

En el primer subtema se presenta un panorama general de las diferentes tareas que conforman desarrollo de un software. El segundo subtema nos presenta una gama de herramientas computacionales con las cuales es posible generar aplicaciones de mediano grado de complejidad sin que sea necesario ser un programador de computadoras experimentado y conocedor de complicados lenguajes de programación. El tercer subtema aborda un aspecto fundamental y frecuentemente descuidado en el desarrollo, el diseño de interfaz, que es aún más importante cuando el software a desarrollar tiene una intención

educativa. Por último, pero de ninguna manera menos importante, tenemos el diseño gráfico de nuestro software. El diseño gráfico es mucho más que solo escoger una combinación de colores para el fondo de nuestra pantalla y algún tipo de letra para el texto, como podremos analizar.

En el primer y tercer subtemas, se hace referencia a dos artículos escritos por el Maestro Manuel Gándara, "El Proceso de Desarrollo de Software" y "La Interfaz con el Usuario: Una Introducción para Educadores". Ambos artículos están contenidos en el libro que sirve como apuntes del diplomado antes mencionado y que lleva el mismo nombre. (ver bibliografía). Aunque la información contenida en cada subtema fue específicamente recabada por el experto del área para el módulo que tenía bajo su responsabilidad en el diplomado, los demás integrantes del grupo de docentes, y en buena medida, todos los alumnos de cada uno de los diplomados, hicieron aportes invaluable para la versión final que fue adoptada en dichos cursos, en la cual me baso.

## Etapas del Proceso de Desarrollo

### ¿Qué es el Desarrollo?

Podría parecer que el desarrollo es, simplemente, la creación de un programa nuevo para computadora. Pero no es nada simple evaluar bajo que condiciones es recomendable desarrollar un software nuevo y en bajo que otras no. Para llegar al punto en donde nos encontramos ahora, el desarrollo, es indispensable haber realizado un análisis de necesidades educativas, haber detectado la problemática en dichas necesidades para luego poder ofrecer una solución basada y respaldada en otra investigación que la valide. Hay que tener en cuenta siempre que se empiece un nuevo proyecto, las diferentes alternativas que existen al desarrollo de software. Se ha mencionado con anterioridad que otros medios de comunicación pueden ser mejor solución a una problemática educativa que la computadora, de la misma forma, el desarrollo puede no ser la solución óptima. Baste recordar que es posible modificar programas para utilizarlos en nuevo ambiente y contexto para el que fueron creados, y es posible dar un nuevo uso (cuando se diseña una experiencia educativa) a software cuya finalidad original era muy diferente a la que ahora se le puede dar. Es posible traducir programas de otros idiomas e incluso adaptarlos del español que se habla en España o en otro país de Latinoamérica al que se habla en México, pues aunque parezca una tontería, muchos problemas han surgido al tratar de usar programas que fueron realizados para lugares e idiosincrasias diferentes. Una simple palabra puede ser la diferencia entre comprender el contenido del programa y convertirse en una ofensa para el usuario. A este proceso de adaptación de un programa es lo que se le conoce como Localización del software y es una excelente alternativa al desarrollo, aunque claro está, no siempre es factible.

En general, se puede justificar el desarrollo de un software nuevo cuando:

- No existen soluciones a la problemática disponibles
- Las que existen no cubren las necesidades detectadas
- Se puede competir contra soluciones existentes y mejorarlas, aunque solo sea en precio y accesibilidad.

Cuando el desarrollo se justifica entonces es necesario comprender todas las diferentes etapas que lo constituyen para que podamos evaluar el proyecto en su totalidad. Es necesario que tengamos una estimación de los recursos necesarios para el desarrollo del

software, tanto en equipo, programas, instalaciones, recursos económicos, tiempo y recursos humanos. Cada etapa del desarrollo tiene diferentes requerimientos de cada uno de ellos.

Una situación bastante común a todos los diplomados que se dieron en el CISE se presentaba cuando se llegaba al módulo de desarrollo. La gran mayoría de los hasta entonces altamente motivados profesores, veía con desilusión que el proyecto que pretendían estaba más allá de las posibilidades propias y de la institución a la que pertenecían, ya fuera por falta de recursos económicos, falta de tiempo o falta de recursos humanos. Muchos otros simplemente no sabían ni comprendían la magnitud del proyecto que tenían en mente hasta ese momento, pero después de que analizaban las diferentes etapas del desarrollo todo les era más claro, sino más fácil. Esto se menciona con la finalidad de que la persona que quiera emprender un desarrollo de software debe hacer una cuantificación de todos los recursos necesarios para terminar el proyecto, ya que frecuentemente en los mismos diplomados nos encontrábamos con proyectos inconclusos por falta de una visión total a priori del proyecto.

El desarrollo incluye no solamente la programación, sino también la selección de contenidos, estrategias de uso, e incluso la documentación de los programas.

Según nos dice Manuel Gándara en su artículo "Desarrollar o no Desarrollar: He ahí el dilema"<sup>1</sup> :

"... originalmente no había diferencia entre desarrollar y programar un software, dado que los programadores profesionales normalmente asumían el conjunto de tareas asociadas al desarrollo. Con el avance y la progresiva sofisticación del cómputo, sin embargo, es evidencia que algunas de estas tareas involucran habilidades no necesariamente en informática, como la de escribir la documentación ( los manuales que acompañan a los programas ) en lenguaje claro y accesible, o la de diseñar la mecánica de interacción y uso del programa ( la llamada "Interfaz del Usuario" ). Por ello, las grandes empresas empezaron a diferenciar y distinguir estas tareas, y a adoptar el término "desarrollo" para el proceso en su conjunto, en el que participan diferentes especialistas, con distintas áreas de responsabilidad, y a emplear el término "programación" o "codificación" para describir la tarea de los programadores en sentido estricto.

Esto nos indica claramente que el desarrollo en la actualidad es un proceso complejo que debe ser llevado a cabo por un grupo interdisciplinario.

---

<sup>1</sup> Usos Educativos de la Computadora. p 19.

A continuación se listan las etapas del proceso de desarrollo según lo escribió en su artículo el maestro Manuel Gándara<sup>2</sup> (con algunas modificaciones) y después se describen cada una de ellas a manera que el lector pueda tener una idea clara de la relevancia así como de los puntos críticos que existen en cada una de ellas.

Más adelante se integra la información de cada una de estas etapas para el proyecto de esta tesis.

#### **Etapas del Desarrollo de Software:**

- 1. Diseño (detección de necesidades educativas)**
  - Definición Del Usuario y del Contexto**
  - Selección de Herramientas de Desarrollo**
  - Selección de Plataforma (desarrollo y entrega)**
  - Elaboración de una Primera Especificación**
  - Elaboración de Prototipos**
  - Determinación Final de Requerimientos**
- 2. Instrumentación**
  - Lineamientos de Diseño y Uso de Recursos**
  - Diseño de Interfaz**
  - Diseño Gráfico**
  - Elaboración de Pseudocódigo**
  - Elaboración de Código**
- 3. Obtención / Creación de Materiales**
- 4. Integración de Medios**
- 5. Depuración y Prueba Piloto**
- 6. Entrega**

Al observar detenidamente la lista podemos darnos cuenta que el nombre y el orden de las diferentes etapas del desarrollo varían un poco con respecto a como se presentaron en esta tesis, aunque son exactamente lo mismo. No importa que nombre se les dé (de hecho cada autor las nombra distinto), lo importante es que cada una de ellas esté presente en nuestro proyecto.

---

<sup>2</sup> Idem p 161.

## Diseño

La etapa de Diseño a la que se refiere esta lista es equivalente al tema 1 de esta tesis "Hidráulica Básica: Problemática Educativa" en donde se hace un análisis de las necesidades educativas y se propone una solución a la problemática.

## Definición Del Usuario y del Contexto

La primera parte de esta segunda etapa fue tratada ya en el tema 1, en donde se describen las características de la población a la que va dirigido el software. A partir de este momento se describen cada una de las diferentes acciones que componen esta segunda etapa de manera específica para este proyecto.

## Selección de Herramientas de Desarrollo

La selección de herramientas de desarrollo es fundamental para la elaboración de un software, ya que frecuentemente el desarrollo se empieza al revés, primero se selecciona la plataforma y luego las herramientas con las que se va a realizar el software.

En realidad el procedimiento debe ser a la inversa, primero debemos escoger las herramientas que vamos a necesitar para cumplir todos los objetivos que planteamos en la solución a nuestro problema educativo y después en base a ellas, seleccionar la plataforma. En la actualidad resulta más fácil hacer un programa que abarque diferentes plataformas de lo que era hace no más de 5 años. Ahora es posible programar una aplicación en una Machintosh que va a ser utilizada en computadoras PC basadas en Windows y viceversa. Y lo que es más, se pueden hacer versiones para Machintosh y PC a partir del mismo código y distribuir las en un mismo CD-ROM. Claro está que se deben hacer ciertas consideraciones de diseño previas y tomar ciertas precauciones en la programación, pero con muy poco esfuerzo se logra abarcar 2 de las principales plataformas con solo realizar una programación del software.

Es necesario recordar que nuestras necesidades educativas son las que mandan sobre cualquier aspecto de diseño y programación, y aunque pudieran existir ciertos impedimentos

técnicos para un proyecto específico, es posible realizar casi cualquier aplicación desde cualquier plataforma que se escoja.

En particular, para el Desarrollo del Prototipo del Software de Hidrostática, se usarán las siguientes herramientas para su programación:

Elaboración de textos:	Word 97
Digitalización y retoque de imágenes:	Photoshop 4.0
Digitalización y edición de sonido:	Sound Edit Pro
Animación 2D:	Director 6.0
Animación 3D:	Lightwave 5.0
Elaboración de páginas Web:	DreamWeaver 1.0 y Visual Page
Programación:	Authorware 4.0 y Director 6.0

Estos son los programas principales para el desarrollo de un software, pero existen muchos otros programas que intervienen en la elaboración que son utilerías o herramientas secundarias que nos facilitan algunas partes del trabajo, como podrían ser los programas para compactación y respaldo de archivos, programas antivirus, visualizadores de páginas Web, etc.

La herramienta más importante de las que se mencionaron arriba es Authorware, ya que ésta es la que nos permite hacer la programación del prototipo, integrando los diferentes elementos como texto, fotografías, gráficas, animaciones, sonidos, etc., y también nos permite realizar las experiencias educativas necesarias para cumplir nuestro objetivo educacional.

A este tipo de herramientas también se les conoce como "Sistemas de Autoría" debido a que estos programas tienen integradas diversas herramientas que nos permiten crear una aplicación bastante compleja, de hecho es posible realizar el software completo con Authorware. Además, la mayor parte de la programación que se realiza en Authorware (y en otras herramientas de autoría similares) no requiere de un lenguaje de programación, ni de tener que memorizar diferentes comandos y sus respectivos argumentos, lo que si es necesario es tener una idea clara y ordenada de cómo queremos que nuestro software funcione.

Dada la importancia que tienen en el proceso de desarrollo, se incluye el apéndice "Lenguajes de Programación y Herramientas de Autoría" en donde se trata con todo detalle la diferencia entre los diferentes tipos de lenguajes de programación y los diversas herramientas de autoría.

## Selección de Plataforma (desarrollo y entrega)

Las herramientas listadas arriba pueden ser utilizadas tanto en la plataforma Machintosh como en las PC compatibles (Intel/Cyrix/AMD - Windows) por lo que la plataforma de desarrollo podría ser cualquiera de estas dos.

El desarrollo del prototipo se realizará en la plataforma PC compatible debido a que se disponen de los programas de autoría para esta plataforma. Las características de la computadora o computadoras para el desarrollo son completamente diferentes a la de las computadoras en donde va a ser utilizado el prototipo o el software final. El desarrollo de un software requiere equipo de cómputo mucho más especializado como se puede observar en la siguiente lista de características:

	Equipo Para Desarrollo	Equipo para Uso Características Mínimas
Procesador	Pentium II	486 a 80 MHz.
Memoria RAM	64 Mb	16 Mb
Disco Duro	4 Gb	*
Tarjeta de Gráficos	128 bits /2 Mb. VRAM	VGA
CD-ROM	24 X	Recomendable
Módem	33.6 Mbps	Recomendable
Tarjeta de Sonido	16 bits c/tabla de sonidos	Recomendable
Unidad de Respaldo	RCD-ROM / Jazz /Magneto óptico	No aplica

Cabe aclarar que esta configuración de los equipos, sobre todo los de desarrollo, cambian tan rápidamente que es casi imposible tener actualizada esta tabla por más de un año. En cuanto al equipo en donde se va a utilizar el programa final, se debe tener en cuenta que sus características pueden variar grandemente dependiendo de los requerimientos de la aplicación que se quiera ejecutar en él. Si la aplicación tiene pocos requerimientos entonces el nivel de la computadora será muy bajo (por supuesto que programas sencillos funcionarían sin ningún problema en computadoras de mayor especificación), pero si por el contrario, el software que desarrollamos necesita gran capacidad de procesamiento de la máquina, gran

calidad en las gráficas, utiliza sonido como parte fundamental de la interfaz o necesita ser instalado desde un CD-ROM, entonces las características y especificaciones de las máquinas en donde se va a utilizar se elevan proporcionalmente. Es tarea del desarrollador determinar cual es el nivel de requerimientos mínimo que necesita o es conveniente tener para su software.

El asterisco en el rubro de disco duro en la computadora de uso significa que el espacio en disco duro necesario para correr el programa dependerá únicamente del tamaño del programa, así, si un programa mide 3 Mb. entonces solo se necesitará ese espacio para almacenarlo, pero si el programa tiene fragmentos de video digitalizado, o muchos sonidos o una gran cantidad de fotografías y animaciones, necesitará mucho mayor espacio de almacenamiento en disco duro o tal vez se haga indispensable poner como requerimiento que la computadora tenga una unidad de CD-ROM para que el programa pueda ser ejecutado desde el disco compacto. Como podemos observar, los requerimientos van íntimamente relacionados con el software que desarrollemos.

Otro punto que merece mayores comentarios es la configuración del equipo de desarrollo. Resulta muy conveniente poder trabajar con una computadora que sea rápida y confiable, pero esto tiene un costo muy elevado que generalmente la institución educativa que pretende hacer un programa de cómputo no puede pagar, mucho menos si se ha llegado a la conclusión que para el proyecto se necesitan no una sino 2, 3 o tal vez más computadoras.

Aún si no se puede tener la computadora de marca con las mejores características que ofrezca el mercado, es posible hacer desarrollos de software, de hecho la configuración de la computadora en la que se realizará el prototipo de Hidráulica es algo menor a la propuesta y a probado en diversos proyectos ser lo suficientemente poderosa y confiable, aún cuando su costo en el mercado no excede los \$ 11,000.00. Haciendo una comparación, el precio de la computadora de marca para desarrollo propuesta un poco más arriba es de unos \$ 18,000.00, más de un 60 % sobre el precio anterior. Claro que existen diferencias entre las computadoras de marca y las que no lo son, pero si se conoce un poco de computadoras es posible mandar a armar una computadora con especificaciones y niveles de desempeño superiores a las computadoras de marcas transnacionales ampliamente conocidas y reconocidas.

Estas son las características de la computadora (sin marca) en la que se hará el prototipo:

	Equipo Para Desarrollo
Procesador	Pentium II
Memoria RAM	64 Mb
Disco Duro	2.0 Gb
Tarjeta de Gráficos	64 bits /2 Mb. VRAM
CD-ROM	24 X
Módem	33.6 Mbps
Tarjeta de Sonido	32 bits c/tabla de sonidos
Unidad de Respaldo	CD-ROM grabable

Ya que cada proyecto es diferente es posible desarrollar software en computadoras menos poderosas, pero no se recomienda que se compre una computadora nueva para desarrollo con especificaciones inferiores a las que muestra ésta segunda tabla.

### Elaboración de una Primera Especificación

Una vez que se han tomado las decisiones anteriores es necesario poner por escrito lo que será una primera especificación del proyecto, en donde se incluyan los objetivos del programa, el tipo de usuario y el contexto de uso esperado, las herramientas y la plataforma a emplear (incluyendo la especificación técnica al menos preliminar de los equipos como los requisitos de velocidad del procesador, cantidad de memoria RAM y almacenamiento, monitor etc.), así como el plan general que permitirá que los objetivos se cumplan.

Esta especificación servirá como base para los participantes del proyecto así como para la institución educativa que está patrocinando el proyecto, o en un caso más general, al cliente. También servirá como guía para poder determinar en forma preliminar el costo y la duración del proceso de desarrollo, ya que nos indica los insumos, tanto en equipo, software y accesorios como en recursos humanos necesarios.

## **Especificación del Prototipo de Hidrostática**

- **Nombre del Proyecto:** Prototipo de Software Interactivo de Hidrostática
- **Autor:** Oscar Alonso Silva
- **Objetivo:** Apoyar a la enseñanza aprendizaje del tema de Hidrostática dentro de la asignatura de Hidráulica Básica, al proporcionar los conceptos teóricos con una forma diferente de visualización tridimensional, apoyar a la solución de problemas con un "Asistente en la Resolución de Problemas" y sensibilizar al estudiante sobre las diferentes variables que intervienen en un problema al presentar un simulador.
- **Población Meta:** Alumnos del 5 semestre de la carrera de Ingeniero Civil de la UNAM, de la asignatura de Hidráulica Básica
- **Cuantificación de la Población Meta:** 200 alumnos aproximadamente por semestre.
- **Modelo de Uso:** Multimodal.  
Modelo de Uso uno a uno cuando se utiliza por el alumno. Modelo de uso por grupo cuando el profesor lo utiliza como apoyo a su clase.
- **Forma de Acceso:** Extracurricular.
- **Intensidad de Uso:** De 2 a 6 horas para el módulo de Hidrostática, en el modelo uno a uno.
- **Herramienta de Desarrollo:** Authorware Professional 4.0
- **Plataforma de Desarrollo:** PC Compatible. Intel - Windows
- **Descripción del Hardware:** Procesador Pentium 166 MMX, 64 Mb memoria RAM, Aceleración de Gráficos de 64 bits con 2 Mb de memoria VRAM, disco duro de 2.0 Gb., tarjeta de sonido Sound Blaster AWE32 de 32 bits, CD-ROM 24x, monitor color ultra VGA, módem de 33600 bps.

- **Descripción del Software:** Sistema operativo Windows NT, Authorware Professional 4.0, Director 6.0, Photoshop 4.0, Word 97, Sound Edit Pro, Lightwave 5.0, DreamWeaver 1.2.
- **Plataforma para su Uso:** PC Compatible. **Requerimientos:** Computadora PC compatible 486 DX4 @ 80 MHz o superior, (Pentium MMX recomendado), 16 Mb en memoria RAM, 10 Mb. en disco duro, CD-ROM y tarjeta de sonido recomendados.
- **Aspectos Técnicos**
  - **Profundidad de Color:** 8 bits (256 colores)
  - **Resolución de la Pantalla:** 800 x 600 pixeles
  - **Imágenes:** Color, alta resolución en formatos GIF y JPEG
  - **Sonido:** Monoaural, 22,050 KHz, 16 bits.
  - **Objetos Tridimensionales:** Archivos 3dwf (3d windows meta file) para Quick Draw
  - **Video:** 8 bits, baja resolución, formato AVI

- **Diseño de Interfaz:** El programa tendrá una interfaz gráfica que se basa en una metáfora de un menú para seleccionar el tema o la parte del software que se quiera revisar y una metáfora de libro para la exposición del contenido teórico. La presentación del contenido estará dividida en 4 partes, la primera muestra los conceptos teóricos, la segunda permite usar un simulador que resuelve ejemplos o problemas y la tercera parte ayuda al usuario a resolver problemas.

La navegación dentro del programa se lleva a cabo mediante gráficos con funciones de botones que permiten pasar de pantalla en pantalla, de un tema a otro tema, o de una parte a otra dentro del programa completo. Además existirán botones para acceder al glosario, a los créditos del programa y para salir.

## **Diseño de Interfaz**

Hay muchas diferentes definiciones de lo que se llama interfaz, de hecho hay muchos autores que la llaman "interface" , lo cual desde mi punto de vista es incorrecto. La palabra en inglés de la que deriva es "interface" que literalmente significa "entre caras". Una traducción

de cara al español es faz, por lo que muchos autores que defienden el correcto uso del español la llaman interfaz. La palabra en plural "interfaces" es traducida al español como interfaces.

"Una interfaz es la superficie de contacto de un objeto. El mundo está llena de ellas: el picaporte es la interfaz entre la mano y la puerta... Una interfaz es una superficie de contacto. Refleja las propiedades físicas de las partes que interactúan, las funciones que deben desempeñarse y el equilibrio de poder y control entre ellas. La interfaz computadora/humano es la superficie de interacción entre estos dos agentes. El diseño correcto de la interfaz al usuario debe poner el poder en manos del humano"

Esta definición fue tomada de Laurel & Mountjoy, 1990, y fue adoptada por el proyecto Usos educativos de la Computadora en lo que fue el Centro de Investigaciones y servicios Educativos de la UNAM. Como alumno y profesor del diplomado del mismo nombre, me baso en esta definición para el desarrollo de los programas de computadora.

El diseño de interfaz es uno de los aspectos de mayor importancia en la elaboración de un software, más aún cuando se va a utilizar para la educación. Hasta hace unos pocos años (menos de 10) las compañías de software más grandes del mundo no tomaban en cuenta el diseño de interfaz en las etapas de planeación de su software. Esta situación a cambiado radicalmente en los últimos años, y ahora hay un equipo especializado desde las primeras etapas de la planeación hasta la depuración de los programas comerciales. Claro que esto tiene un costo muy elevado de producción para dichas compañías, pero a la larga, tiene una retribución mayor ya que los usuarios que se sienten cómodos al utilizar el software y tienen un mayor y mejor desempeño con él, compraran más productos de esa misma compañía.

## Diseño Gráfico

El diseño gráfico al igual que el diseño de interfaz no debe ser menospreciado ni pasado por alto. La correcta planeación, elaboración e integración de todos los elementos gráficos y de diseño que constituyen un programa desembocan en un uso agradable y eficaz del programa. El diseño gráfico nos guía en la utilización de colores que debemos utilizar para un proyecto y tema determinado. De igual forma evita que la pantalla este excesivamente cargada de gráficos o elementos que puedan distraer la atención del usuario de lo que debería ser el objetivo principal en este caso: aprender.

Existen una variedad de reglas simples que podemos seguir para obtener un software estético y funcional. Apple, la compañía de computadoras, fue una de las primeras en resaltar la importancia tanto del diseño de interfaz como del diseño gráfico en un software, y editó un libro en el cual se listaban los lineamientos de interfaz que debía cumplir un programa.

Lo más importante en un proyecto, como ya se mencionó antes, es contar con diferentes expertos para cada área. Se debe tener un experto en contenido, tanto como un programador y tanto como un diseñador gráfico y un experto en interfaz. El experto en interfaz se puede contratar por horas como un asesor, pero el diseñador gráfico debe ser parte del equipo de desarrollo desde el principio hasta el fin. Generalmente se subestima la labor de un diseñador y pensamos que somos capaces de desarrollar la totalidad de los gráficos, fondos, placas, botones, fotografías y demás elementos necesarios para el programa. El simple hecho de escoger los colores adecuados para la imagen de fondo en el software parece muy fácil, pero la verdad es que la experiencia indica lo contrario. De 97 profesores que han tomado el diplomado Usos Educativos de la Computadora, solamente 5 fueron capaces de elaborar los elementos gráficos de forma adecuada (incluyendo la selección de colores que usa su programa). Lo curioso es que en un principio 92 personas se creían capaces de elaborar ellos mismos los contenidos y diseños gráficos. Pero, ¿cómo sabemos cuando el diseño gráfico y los colores están bien y cuando no?. Existen diferentes pruebas que se hacen a los usuarios de un programa que miden su desempeño y el aprendizaje. Colores demasiado intensos y saturados no ayudan al aprendizaje. Textos con letras muy pequeñas y con colores contrastantes cansan la vista. Al final el usuario es el que determina si el conjunto de la interacción con el programa fue agradable y fructífera o no.

## Elaboración de Prototipos

Para un proyecto determinado puede ser necesario realizar diversos prototipos en donde se prueben diferentes herramientas de autoría, o alternativas de diseño gráfico o diseño de interfaz a fin de poder hacer una evaluación a priori de las ventajas y desventajas de cada alternativa. Para esta tesis solamente se realizará un prototipo y es el que se anexa a esta tesis.

## **Determinación Final de Requerimientos**

Los requerimientos finales para el uso del software deberán ser especificados al término del proyecto completo, ya que no es posible conocer de ante mano las especificaciones del equipo que serán necesarias para que el programa funcione correctamente. En algunos proyectos sucede que al terminar la aplicación completa la configuración y requerimientos del equipo de cómputo en donde va a ser utilizado, cambian drásticamente, casi siempre se elevan las especificaciones, por lo que se deben puntualizar las modificaciones a la entrega del software.

Para el caso de esta tesis la determinación final de los requerimientos es la misma que la primera especificación.

## **Tema 5 EVALUACION DEL PROTOTIPO**

### **Presentación**

Este tema es uno de los más importantes en el desarrollo de software, ya que nos permite hacer correcciones y modificaciones al programa antes de que su utilización final.

La evaluación debe ser llevada a cabo por 3 grupos diferentes de personas, cada uno de ellos con diferente enfoque, para que la evaluación sea lo más completa posible.

El tema consta de 3 partes:

1. Evaluación del software por expertos del contenido
2. Evaluación por expertos de software interactivo
3. Evaluación en campo (o por usuarios finales)

La última de las partes de este tema no fue posible realizarla con mucha profundidad dentro de este trabajo debido a los tiempos que requiere la instalación del programa en diferentes computadoras de diferentes laboratorios de la facultad, así como el tiempo necesario para coordinar el uso de dicho programa por los alumnos, y recabar la información pertinente de ese uso. Sin embargo si se realizó una prueba piloto con un grupo de 26 alumnos de Hidráulica Básica del semestre en curso para poder recoger información de los que serán los usuarios finales.

## Evaluación Por Expertos del Contenido

Al decir evaluación, no sólo me refiero a una calificación que los usuarios dan al software, sino que además, entrega datos sobre fallas actuales o probables en la programación y contenido. Al hacer una revisión general del programa por personas ajenas a su desarrollo, surgen errores obvios y otros no tanto, que incrementan notablemente la calidad del software cuando estos se corrigen.

De esta forma, los expertos en el contenido tienen un papel fundamental en la calidad del programa, ya que detectan fallas, incongruencias o errores potenciales.

Para este software en particular se realizó una sesión de evaluación con 7 profesores de la Facultad de Ingeniería, de los cuales 3 pertenecen al área de hidráulica. Los demás tienen los conocimientos necesarios para realizar una evaluación profunda del programa aún cuando en la actualidad estén más involucrados en otro rama de la ingeniería. Los resultados de esta revisión señalaron 3 errores muy importantes en la programación referente al contenido. Uno de ellos fue la inconsistencia a lo largo del programa sobre como se mide el ángulo  $\theta$  que forma la superficie libre del agua con el plano en el que se encuentra la compuerta sumergida, (ver prototipo). Aunque obvio para el programador, los usuarios encontraron ciertas dificultades en la notación y ejes de referencia en dichas gráficas, lo cual generaría más dudas a los alumnos, en lugar de ser una ayuda.

Otro error importante que se detectó fue que las fórmulas con las que el software calcula la fuerza que ejerce el líquido sobre la compuerta en la parte del simulador y en la de solución de problemas, requiere de ciertos límites de entrada en sus valores, es decir, los valores que pueden tomar cada una de las variables que constituyen la fórmula no pueden, por razones prácticas, ser cualquier valor, sino que tienen que estar acotadas, de lo contrario pudiera suceder que los valores que arrojará el programa pudieran estar matemáticamente correctos pero sin ningún sentido en la realidad.

Algunos otros errores se encontraron en algunas pantallas referentes a las unidades. Estos errores generalmente son errores de "dedo" como se les llama comúnmente. Al escribir con el teclado de la computadora algunas veces se oprimen 2 teclas en lugar de 1, o bien una tecla por otra. Son muy fáciles de corregir, pero de no hacerlo puede echar a perder todo el trabajo realizado con el software ya que le restaría credibilidad.

Todos estos errores fueron corregidos en la versión del prototipo que se entrega junto que este trabajo escrito.

## Evaluación por Expertos en Software Interactivo

Identificar quienes son expertos en software interactivo resulta una tarea más difícil que la evaluación del programa. En la actualidad existen un sinnúmero de personas que se dicen expertas en software interactivo y en software educativo, sin embargo y tristemente, los conocimientos que utilizan para la elaboración y evaluación de dichos programas son los mismos. Se basan en manuales de referencia o guías de usuario de los lenguajes de programación o herramientas de autoría para determinar que está bien y que no en un programa. No es que esto sea completamente malo, pero la evaluación de un software debe ir mucho más allá, sobre todo cuando el objetivo del mismo es ayudar al aprendizaje.

Para la parte de programación, interacción (interactividad) y usabilidad, me referí al grupo de expertos del que hasta hace un poco más de un año fuera el Laboratorio de Usos Educativos de la Computadora del Centro de Investigaciones y Servicios Educativos de la UNAM. En la actualidad dicho laboratorio existe con el mismo nombre y en el mismo lugar pero forma parte de lo que ahora se llama Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia.

En este laboratorio existen expertos en psicología, pedagogía, diseño gráfico y programación, que me ayudaron en la evaluación de cada una de estas áreas en el prototipo.

Al tener acceso a este grupo de expertos desde la planeación del prototipo, me fue posible identificar algunos problemas anticipadamente, pudiendo cambiar el diseño y efectuar algunas correcciones incluso antes de que pasaran.

Los psicólogos Miguel Enciso y Leobardo Rosas, revisaron diseño de interfaz y usabilidad, mientras que la diseñadora gráfica Antonieta Rodríguez, se encargó de la revisión del diseño y formato general. La revisión de la programación fue efectuada con ayuda de Enciso y Rosas.

Una ayuda extra en la parte de usabilidad y programación, vino por parte de los alumnos que están cursando el diplomado Usos Educativos de la Computadora que se imparte en el laboratorio. Como alumnos, me ayudaron con comentarios y críticas acerca del uso y el diseño, aunque sus conocimientos en hidráulica no les permitieron hacer una evaluación del contenido.

Los principales errores o deficiencias que se corrigieron fueron en cuanto a la "navegación" en el programa, es decir, como voy de una parte a otra del programa para revisarlo, sin perderme. Se añadieron letreros de ayuda en los diferentes botones del

programa que indican para que sirve cada uno de ellos. También se corrigieron algunos puntos en las ayudas, lo cual facilitará a los nuevos usuarios de computadoras el uso de este programa.

Esta evaluación, fue realizada con anterioridad a la evaluación por parte de los expertos y de los usuarios finales, y es grato decir que dichas correcciones propuestas por los expertos del laboratorio así como por los alumnos, propiciaron un uso casi automático y sin problemas por parte de los profesores de la facultad y de los alumnos. El "casi", se explica en la siguiente parte de la evaluación.

## Evaluación en Campo (por usuarios finales)

Una vez hecho las correcciones señaladas por los expertos en software y por los expertos en contenido se paso a una evaluación por parte de un grupo de Hidráulica Básica. Este grupo constó de 26 alumnos.

De esta sesión con los alumnos surgieron muchos comentarios y críticas positivas para mejorar el programa. Algunos de estos comentarios y sugerencias no pudieron ser tomados en cuenta para esta versión del prototipo por falta de tiempo o de recursos (o ambos), sin embargo se tienen anotados para el caso que se continúe con el desarrollo del software completo de hidráulica básica.

Los alumnos señalaron inquietudes sobre el tamaño del prototipo. Ellos querían ver más imágenes y más ejemplos. En general les fue muy fácil usar y revisar el contenido del programa y solo algunos tuvieron duda de cuando seguir adelante y cuando esperar a ver si aparecía en pantalla más información. Este error en la programación, y digo error porque el usuario no tiene la obligación de saber o adivinar cuando tiene que hacer algo y cuando no, es responsabilidad del programador, se corrigió poniendo algunos letreros informativos en las pantallas en las que los alumnos tuvieron esa duda. De nuevo, estos errores son fáciles de corregir y ayudan notablemente a una experiencia positiva y completa del uso del programa.

Aún cuando ya se había revisado por lo menos 5 veces todo el prototipo, los alumnos fueron capaces de encontrar 2 o 3 faltas de ortografía, lo cual de nuevo, repercute en una mejor calidad del prototipo final.

De la evaluación en campo surgió un aspecto muy importante que no se había contemplado en el diseño ni en las especificaciones y requerimientos de uso de ese programa. Cuando se instaló el prototipo en las máquinas del laboratorio de cómputo de la División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodesta, pudimos observar que algunas computadoras dejaban de funcionar y teníamos que reiniciarlas. Esto fue debido a que con algunos modelos de computadora que tienen poca memoria RAM y además tienen instalados de manera residente programas antivirus y otros más que utilizan memoria, el programa genera un error y termina su operación. Esto ya fue reconsiderado en las especificaciones y requerimientos del sistema que se sugieren en el tema 4 .

## CONCLUSIONES

La elaboración de software no es una tarea ni fácil ni rápida, y requiere un mayor esfuerzo cuando el programa va a tener un uso educativo.

Fueron necesarias un poco mas de 330 horas para realizar el prototipo que se presenta con esta tesis, (sin contar con el tiempo necesario para la documentación del desarrollo). De este tiempo, más de un 75% se dedicó a la creación y edición de medios, es decir, digitalizar y retocar imágenes, tomar fotos digitales, elaborar modelos tridimensionales, introducir texto, hacer animaciones, etc. La integración de los medios en la herramienta de autoría y su programación, son sumamente difíciles y requieren de un gran conocimiento de programación, pero es la etapa del proceso de desarrollo que menos tiempo duro.

Aunque 330 horas puede parecer poco tiempo, si se toma en cuenta que el software que se presenta es sólo un prototipo, entonces podemos hacer una estimación de cuanto tiempo se necesita para completar el programa para todos los temas de la asignatura de Hidráulica Básica; tomaría más o menos 10 veces más tiempo.

El costo real de producción del prototipo es un poco difícil de calcular, ya que las asesorías y evaluaciones realizadas por los expertos de cada área, para este prototipo, no se cobraron. Además, casi todo el trabajo de creación y edición de medios, así como la programación fueron realizados por el autor. Si el prototipo hubiese sido desarrollado para un proyecto comercial su costo habría sido cercano a los 40,000 pesos. Esta cantidad incluye casi 150 horas de digitalización, elaboración y edición de medios, 50 horas de modelado y animación 3D, 100 horas de programación y depuración, y 30 horas de grabación, respaldo y otros. Este costo también incluye el diseño gráfico, las asesorías de los expertos en software educativo y el uso del equipo necesario para el desarrollo en parte proporcional.

Aún con lo difícil que es el desarrollo de un software educativo y los altos costos de producción, es necesario para toda institución educativa, actualizar las herramientas que ayudan a la enseñanza - aprendizaje y crear nuevas formas en las que el desempeño tanto de profesores como de alumnos, mejore. En la medida en la que estas nuevas herramientas sean utilizadas por más profesores y alumnos, la relación costo de producción - beneficio, será más favorable para la institución educativa y para el país en general.

## BIBLIOGRAFIA

### Bibliografía de la parte escrita

ALVAREZ MANILLA, BAÑUELOS MÁRQUEZ, GÁNDARA VÁZQUEZ, ENCISO SÁNCHEZ, ROSAS CHÁVEZ, RODRÍGUEZ RIVERA, ALCÁNTARA LÓPEZ, ALONSO SILVA

1996. *Usos Educativos de la Computadora*

Universidad Nacional Autónoma de México, México

NEGROPONTE NICHOLAS

1995. *Ser Digital*

Ed. Random House, E.E.U.U.

1998. Enciclopedia Encarta

Microsoft, versión en línea.

### Bibliografía del software

GILBERTO SOTELO ÁVILA

1989. *Hidráulica General Vol. 1*

Editorial Limusa, México

J. A ROBINSON, C.T. CROWE

1983. *Mecánica de Fluidos*

Nueva editorial Interamericana, México

ADRIANA CAFAGGI, NAVA MASTACHE, LÓPEZ

1998. *Guías de Prácticas del Laboratorio de Hidráulica*

Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., México

Apuntes del curso de Hidráulica Básica que imparte M.I Adriana Cafaggi

Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.

## GLOSARIO DE TERMINOLOGIA DE LOS MULTIMEDIOS

### Adaptación de un software

Es la modificación que sufre un programa cuando se quiere utilizar para un propósito diferente al que fue creado. Por ejemplo, un programa que originalmente fue desarrollado como un juego puede ser modificado (adaptado) para cumplir una función educativa en un ambiente escolar. Esta adaptación puede ser cambiar el programa, solamente cambiar la forma en que se usa o ambas.

### Antivirus

Es un programa que sirve para encontrar otros programas en la computadora llamados "virus", por su semejanza en comportamiento con los virus que nos afectan a los humanos. Estos "virus" de computadoras afectan el funcionamiento de programas previamente instalados, modifican y destruyen archivos o bien pueden hasta deshabilitar algunos periféricos. El software antivirus encuentra estos programas dañinos y los eliminan antes de que hagan daño o bien, algunas veces, reparan el daño causado por los mismos.

### Autoría

Ver Herramientas de autoría

### Bit

Contracción de dígito binario; unidad mínima de información que maneja una computadora. Equivale, en un sistema binario, a un uno o un cero (encendido o apagado).

### Browser

El software para navegar Red Amplia Mundial (World Wide Web) e inspeccionar el documentos HTML. Interpreta HTML y contenido de formatos. Ya que la mayoría de los sitios de la Red Mundial usa HTML y el HTML es fácil, la Red Mundial ha crecido rápidamente.

### Byte

En computación es una unidad de información que consiste de 8 bits; en el almacenaje y procesamiento de computadora, el equivalente de un carácter único, tal como una letra, un número, o una marca de puntuación. Debido a que un byte representa únicamente una cantidad pequeña de información, cantidades del almacenaje y memoria de computadora se dan comúnmente en kilobytes (1024 bytes) o los megabytes (1,048,576 bytes).

### CD-ROM

Por sus siglas en inglés Compact Disk Read Only Memory, que significan disco compacto de memoria únicamente de lectura. Es un dispositivo que se instala en una computadora para poder utilizar discos compactos ya sea de música o bien de información. Se caracteriza por la capacidad alta y el uso de óptica de láser en lugar de medios magnéticos para leer datos.

### Cliente

Se le llama cliente a una computadora conectada en una red de computadoras que utiliza información, programas y recursos (impresoras, módems, etc.) de un servidor. El servidor es una computadora generalmente de más

capacidad, que tiene almacenados la información y los programas, y que controla los dispositivos que requieren las demás computadoras clientes en la red.

#### Código

Como un sustantivo, un término genérico para las Instrucciones de programa, usadas en dos sentidos generales. El sentido primero refiere al código fuente, las de Instrucciones escritas por un programador en un lenguaje de programación. El segundo se refiere a las instrucciones de un programa que se convirtió desde el código original a las instrucciones que la computadora puede comprender. Código Fuente, Es un programa de computadora que una persona es capaz de entender ya que tiene declaraciones escritas en un de alto nivel o lenguaje ensamblador a diferencia del código de objeto, que se diseña para que la máquina lo pueda entender.

#### Comando

En un lenguaje de programación de computadoras un comando es una acción que debe ejecutar la computadora. En este sentido un comando puede requerir además, una serie de "parámetros" que son instrucciones adicionales de cómo debe ejecutar dicha acción.

#### Compactación de archivos

Una forma de reducir el tamaño de un archivo, es decir, de disminuir el espacio requerido para almacenarlo, es utilizar un programa que compacte archivos. Generalmente es necesario compactarlos cuando queremos transportarlos de una computadora a otra, ya que hasta hace poco, el medio típico para transportar archivos estaba limitado a 1.4 Mb únicamente, que es la capacidad de un disco de 3 ½ pulgadas. Los programas compactadores utilizan algoritmos que eliminan de una forma sistemática y predecible, información repetida o secuencias de información similares en el archivo original, reduciendo así su tamaño, y posteriormente utilizan el algoritmo en forma inversa para restituir la información que se había eliminado. Existen dos formas de compactar archivos, la llamada compactación sin pérdida y la compactación con pérdida. En la primera el programa que compacta el archivo se asegura que pueda restituir el 100 % de la información que contenía originalmente el archivo. En la segunda, el programa determina, basándose algunas veces en los deseos del usuario, la cantidad de información que debe eliminar para reducir el tamaño. Generalmente es posible eliminar una considerable cantidad de información sin perder la calidad del archivo, sobre todo en archivos de imágenes. La compactación con pérdida permite obtener una mayor compactación del archivo, teniendo como resultado un archivo de menor tamaño.

#### Compilar / Compilador

Cualquier programa de computadora que transforma un conjunto de símbolos en otro siguiendo un conjunto de reglas; usualmente, un programa que traduce el código original de un programa escrito en un lenguaje de alto nivel en el objeto codifica con anterioridad a la ejecución. El código de objeto es código máquina ejecutable o una variación de código máquina.

#### Computadora Personal

La computadora personal o PC, frecuentemente refiere a la línea de computadoras personales de IBM. PC compatible se refiere a una computadora que puede correr los mismos programas que una Computadora Personal de IBM.

#### Correr (ejecutar)

Cuando se esta trabajando con un lenguaje de programación o una herramienta de autoría es necesario probar si la programación efectuada hasta ese momento funciona como se planeó o no. Para ello es necesario pasar del modo de programación al de ejecución del programa. La forma común de ejecutar un programa se le nombra correr (run, en inglés).

#### Digital

Se dice comúnmente digital a la de información que se encuentra en forma binaria, ceros y unos, y que las computadoras pueden almacenar, procesar y enviar a otras computadoras o bien a otros equipos que convierten ese formato digital a otro analógico, por ejemplo una hoja de papel impresa.

#### Digitalizado

Es cuando cierta información se a convertido de su formato original a otro binario; de forma que las computadoras puedan almacenar y procesar dicha información. Existen diferentes equipos que se conectan a una computadora para poder digitalizar diferentes tipos de información. Para digitalizar imágenes, fotografías, páginas de libros o cualquier otro material impreso se utiliza un escáner. Para digitalizar audio (música, vos) y video, se necesitan una tarjeta de audio o de video, respectivamente, conectadas a la computadora.

#### Disket (disco)

Medio magnético de almacenamiento de Información digital. Existen diferentes tipos de discos con diferentes capacidades de almacenamiento que van desde 360 Kb para los discos de 5 ¼", hasta 120 Mb para los de 3 ½" de unidades super drive.

#### Disco Duro

Uno o más platos inflexibles revestidos con material que permite la grabación magnética de datos de computadora. Los discos duros proveen acceso más rápido a datos que los discos flexibles y son capaces de almacenar mucho más información. Porque las fuentes son rígidas, se pueden amontonar para que la unidad de disco duro pueda acceder más de una de plato.

#### DVD

Digital Video Disk, Disco de Video Digital. Es un disco compacto de apariencia similar a los discos compactos de música o cd-roms, pero que pueden almacenar hasta 15 veces más información. Uno solo de estos discos de video digital puede almacenar una película completa con buena calidad digital, y el audio original además de 4 o 5 doblajes a otros idiomas y subtítulos en todos estos idiomas. Utilizados para almacenar información de computadora, pueden almacenar hasta 9 gigabytes es decir 9000 megabytes o el equivalente a 15 cd-roms.

#### En línea

Se dice que se esta trabajando en línea cuando se tiene una conexión con una red de computadoras. Frecuentemente se utiliza esta expresión para indicar que se tiene funcionando una conexión con la red mundial de computadoras, Internet.

#### Estaciones de trabajo

Son computadoras muy poderosas, sin llegar a ser una supercomputadora. Las computadoras de la marca Silicon Graphics, por ejemplo, eran todas estaciones de trabajo hasta la legada hace unos cuantos años de sus modelos

"personales". Son computadoras sumamente costosas y requieren programas muy costosos también. Utilizan un sistema operativo llamado Unix que no es compatible con los sistemas operativos manejados por las computadoras personales.

#### Hardware

Es el equipo usado con una computadora, para tres funciones principales: entrada, salida, y almacenaje.

#### Herramientas de autoría

Son lenguajes de programación de alto nivel que ya no requieren necesariamente que el programador escriba con el teclado todas las acciones que debe realizar un programa. Estas herramientas permiten programar utilizando pequeños gráficos o iconos que tienen ciertos comandos preconfigurados. Su gran ventaja es para aquellos programadores principiantes o personas que no tienen bases de programación, y que quieren hacer sus propios desarrollos. Estas herramientas permiten la creación de programas sencillos y de nivel intermedio en muy poco tiempo y con poco esfuerzo en la capacitación para su aprendizaje.

#### Hipertexto

Sistema para presentar la información de texto de computadora, imágenes, sonido, y acciones se ligan juntas en un complejo, no-secuencial red de asociaciones que permiten que el usuario examine mediante temas conexos, sin considerar su orden actual. El término se acuñó en 1965 para describir documentos, presentados por una computadora, que expresa la estructura no lineal de ideas, a diferencia del formato lineal de libros, películas, y discursos. Los textos presentados por una computadora ofrecen una gran ventaja sobre los textos contenidos en libros en papel, y es la posibilidad de tener ligas automáticas a los pies de página, anotaciones, índice, glosario etc. Estas ligas automáticas permiten que cuando el lector de un clic sobre una palabra (previamente definida como hipertexto) la computadora busque y muestre la información ligada automáticamente, y con otro clic en alguna parte de la pantalla regrese al punto donde estaba antes. Una liga puede mostrarnos un texto que a su vez tenga otra liga, el programa de cómputo lleva un registro de cuales páginas han sido revisadas y desde cuales fueron llamadas, de tal manera que el lector siempre puede regresar al punto donde origino su búsqueda de manera sencilla.

#### HTML

HiperText Markup Language, Lenguaje de marcas de hipertexto. Archivos HTML tienen contenido para ser mostrado sobre una pantalla de información llamada de marcas o etiquetas que dirige el formato sobre la pantalla. HTML es la parte de Idioma Normalizado General de Etiquetas (SGML), que documenta los formatos para pantallas o papel. Algunas etiquetas en HTML interpretan comandos de ratón o teclado. El usuario podría dar clic sobre un icono (un cuadro que representa un comando) y así llamar otro que pedazo de software que muestre una ilustración o jugar con una grabación. Para poder ver información HTML es necesario tener un visualizador (browser) como Netscape o Internet Explorer.

#### Internet

Cualquier interconexión de redes de computadora, especialmente una interconexión global del gobierno, educación, y redes de computadora comerciales, disponible al público. Originalmente fue un proyecto militar estadounidense producto de la 2ª guerra mundial, que posteriormente paso al control de investigadores de algunas universidades y luego se amplió su uso a las poblaciones estudiantiles. A principios de 1996, la Internet interconectó más de 25 millones de computadoras en más de 180 países. En la actualidad, Internet es un grupo de redes en muchos países

del mundo y son tanto de origen público como privado. World Wide Web (WWW), FTP, Telnet, son algunos de los servicios que ofrece Internet. Los servicios de Internet incluyen la operación de una computadora desde una ubicación remota, transfiriendo archivos entre computadoras, y leyendo e interpretando archivos sobre computadoras remotas. El más nuevo y muy importante servicio de Internet es el protocolo de transferencia de hipertexto (http), que puede leer e interpretar archivos que contienen gráficas, sonidos, y video. Http es la base para la Red Mundial de Computadoras (WWW).

#### Internet service provider (ISP)

Ver Proveedor de servicios de Internet

#### Intranet

Es una red local de computadoras. Una compañía o institución puede crear una red de computadoras dentro de su organización que le permita compartir recursos computacionales y manejar información de manera rápida y automatizada. En algunos casos toda la información y programas de una intranet está centralizada en una computadora llamada servidor, que provee de esta información al usuario que la solicite (siempre y cuando dicho "cliente" o usuario, tenga permitido el acceso a dicha información o programas). De esta forma, el mantenimiento, respaldo, control y en general, la administración de la información esta controlada por una persona responsable de ello.

#### Laboratorio Virtual

Un laboratorio virtual es un laboratorio de cómputo que tiene instalado en sus computadoras, programas relacionados con el tipo de laboratorio que se quiera tener. Por ejemplo, para tener un laboratorio de química se pueden instalar en las computadoras programas de simulación de reacciones químicas, o controladores de equipos etc. Para un laboratorio de física será necesario tener programas de física. De esta forma un laboratorio puede tener diferentes funciones a diferentes horas.

#### Localización de un software

Es cuando a un programa de cómputo se le hacen modificaciones, generalmente al lenguaje, para que personas de un país diferente en el que se creó el software puedan usarlo de manera eficiente y adecuada. Como ejemplo podemos tomar un programa elaborado en España, para poder usarlo en México frecuentemente son necesarias ciertas modificaciones en el lenguaje (localismos) para que su uso no cause malas interpretaciones o incluso, llegue a ser ofensivo.

#### Look and feel

Se refiere a la vista y sensación global producto del uso del software. Como se ve y como se siente. Son términos subjetivos que tienen gran importancia en la interacción del usuario con la computadora y con el software.

#### Machintosh

Fue la primera computadora ampliamente comercializada que tuvo una interfaz gráfica. Su sistema operativo se basa en iconos y menús en lugar de comandos y texto. Su mayor aportación a la computación fue la facilidad de uso y de instalación.

#### Memoria

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

En la ciencia de computadora, circuitería que permite que los datos y las instrucciones sean almacenadas y recobradas. La memoria es de tipo memoria aleatoria de acceso (RAM), que puede leerse o cambiado por el usuario o computadora, o del tipo memoria de sólo lectura (ROM), que puede ser leído por la computadora, pero no alterada. La memoria RAM está en forma de circuitos microscópicos, o en los chips de la computadora, que radican sobre la placa de circuito principal de computadora. La memoria ROM puede también estar en forma de la chips de computadora, pero comúnmente esta en dispositivos externos que pueden almacenar permanentemente información tal como una unidad de discos compactos (CD - ROM) o un disco duro. La Información se almacena electrónicamente en una computadora en forma de dígitos binarios (una o cero) llamado bits.

#### Módem

Dispositivo que convierte señales digitales, usadas por computadoras, y señales analógicas que pueden transmitirse mediante líneas telefónicas. Para convertir una señal digital a una señal análoga, el módem genera una onda de transportador y la modula según la señal digital. Muchos módems rápidos usan una combinación de modulación de amplitud, donde la amplitud de la onda de transportador se cambia, y modulación de fase, donde la fase de la ola de transportador se cambia. El proceso de recibir la señal analógica y volver a convertirlo a una señal digital se llama demodulación. La palabra de módem es una contracción de sus dos funciones básicas: la modulación y demodulación.

#### Páginas WEB

Ver HTML.

#### PC / PC compatible

Ver Computadora Personal

#### Plataforma

Es una combinación de un procesador con un sistema operativo. Por ejemplo, la plataforma más utilizada actualmente es la llamada Wintel, que utiliza el sistema operativo Windows de Microsoft y el procesador de Intel. Existen cientos de combinaciones, y por lo tanto de plataformas, posibles.

#### Player (ejecutador)

Es un programa que ejecuta una versión compilada de un código fuente. La mayoría de los herramienta de autoría y los lenguajes de programación utilizan un player particular para ejecutar sus programas.

#### Procesador / Microprocesador

Circuito Integrado electrónico que funciona como la unidad central (CPU) de una computadora. Los microprocesadores se usan también en las Impresoras de computadora, automóviles, y aviones. En 1995 más de cuatro billones de microprocesadores se produjeron en todo el mundo. Los microprocesadores modernos contienen diez millones de transistores en un área no mayor al tamaño de un sello postal. La velocidad de los microprocesadores avanzados está sobre 300 megahertz (MHz) - sobre 300 millones de ciclos por el segundo - permitiendo unos billones de instrucciones de computadora por segundo.

#### Programa

**Sinónimo de software:** una sucesión de las instrucciones que pueden ser ejecutadas por una computadora. El término puede referirse al código fuente original o a la versión ejecutable. Un programa de código fuente incluye todas las declaraciones y archivos necesarios para la compilación o interpretación completa.

### **Proveedor de servicios de Internet (ISP)**

Es una compañía que renta el uso de sus computadoras para poder tener acceso a Internet. Sus computadoras están conectadas a la red mundial, por lo que al poder conectarnos en red con la computadora del proveedor de servicios, estamos conectados a la vez con la red mundial.

### **Publicar**

ES cuando se hace un programa de cómputo que puede ser distribuido en un disco, cd-rom o mediante Internet.

### **RAM**

Memoria de acceso aleatorio en una computadora. Esta memoria se basa en tarjetas que se insertan dentro de la computadora y contienen información que cambia como las funciones de computadora. Los contenidos tienen lugar temporalmente, no permanentemente almacenados, y pueden leerse o escribirse sin ninguna orden. La información en RAM es usada por el microprocesador conforme efectúa operaciones de programa.

### **Red de Computadoras**

Conjunto de programas de computadora y las conexiones físicas que vinculan computadoras. Los usuarios de red comparten archivos, impresoras, y otros recursos; envían mensajes electrónicos; y corren programas sobre otras computadoras. Una red requiere software de aplicación, software de red, y hardware de red. Los programas de software de aplicación permiten compartir información y recursos. Ellos pueden usar computadoras llamados servidores como controladores centrales, o las computadoras de red pueden enviar mensajes y pedidos directamente una a otra. Los programas de red establecen procedimientos para la colaboración de computadoras. Crean conexiones lógicas entre programas de aplicación, permiten que se compartan datos entre aplicaciones sobre tipos diferentes de computadoras, y controlan el flujo de los datos mediante las conexiones físicas. El hardware de red incluye cables o fibra óptica y un adaptador de red conectado a ellos que recibe datos y envía instrucciones y pedidos a otras computadoras.

### **ROM**

Memoria de sólo lectura en una computadora, Memoria que contiene instrucciones o datos que pueden leerse pero no modificarse. Para crear una ficha DE ROM, un diseñador abastece instrucciones o los datos al fabricante del semiconductor quien entonces produce uno o más fichas que contienen esas instrucciones o datos. En general el término ROM se usa frecuentemente para designar un dispositivo de sólo lectura.

### **Servidor**

Ver Red de Computadoras

### **Software**

Software es una palabra en inglés cuyo uso se ha difundido mundialmente para designar una serie de instrucciones contenidas en un programa lógico para ser procesado en una computadora. Aún cuando la palabra Programa Lógico de Instrucciones puede ser utilizada en español para el equivalente de Software, la palabra en inglés además de estar más difundida se refiere exactamente a eso.

### **Virus Informático**

Es un programa de cómputo diseñado para no ser fácilmente detectado y con la finalidad de alterar la información almacenada o procesada en la computadora.

#### **WWW, Red Ampla Mundial**

Sistema de computadoras y archivos mediante los cuales los usuarios pueden inspeccionar y trabajar recíprocamente con una variedad de información, incluyendo la revisión de archivos, recursos de biblioteca de una universidad, noticias, negocios, etc., y los programas de computadora, almacenados por todas partes. El WWW puede ser accesado por una computadora conectada a la Internet; mediante redes interconectadas de computadora; o mediante el Internet público, el consorcio global de redes interconectadas de computadora. El WWW se organiza para que los usuarios puedan moverse fácilmente entre documentos y llamar páginas de Red. Los usuarios generalmente navegan el WWW que usa una aplicación conocido como un browser, que presenta texto, imágenes, sonido, u otros programas. Las páginas de red contienen ligas que conducen al usuario directamente a otras páginas, usando direcciones llamadas Localizador de Recurso Uniforme (URL). Debido a que las páginas de Red se escriben usando el lenguaje de marcas de hipertexto (HTML), se pueden ser visualizar en cualquier browser, por lo que la Red ha crecido inmensamente desde su creación en 1989.