

# **SISTEMA DE APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN DIGITAL A TRAVÉS DE INTERNET (SIAD)**

**TESIS**

Que para obtener el grado de  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELÉCTRICA**

presenta

**Alfredo Ortiz González**

**M.C. Luis Rubén Rusiles Zamora**

**Director de Tesis**

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Agosto 2005



*A mi esposa Martha Luz*

# Agradecimientos

A Dios, por darme la oportunidad de haber llegado a este nivel del conocimiento.

A mi madre (*in memoriam*), porque gracias a su infinito sacrificio logré forjar mi carrera.

A mis maestros por su herencia cultural. Especialmente al M.C. Luis Rubén Rusiles Zamora por su asesoría.

# Resumen

El conocimiento y las formas en que se transmite de generación en generación es un tema muy interesante. La investigación de los modelos de enseñanza y evaluación de dicho conocimiento ha generado avances importantes, sin embargo estos últimos no han sido aplicados en forma paralela a esta investigación. Por ejemplo, en las instituciones educativas la evaluación se hace con intervalos muy amplios en los periodos de enseñanza, ésto ocasiona estrés en los alumnos por el temor de no aprobar los cursos. En esta forma de evaluación hay pocos indicadores que muestren los avances del cumplimiento del objetivo en el proceso de enseñanza. Por otro lado la variedad de los recursos didácticos ha aumentado pero su aplicación pertinente ha disminuido, la enseñanza y evaluación del conocimiento asistidos por computadora son un ejemplo de este fenómeno. Lo anterior ha motivado el desarrollo de una aplicación que además de representar un material didáctico de apoyo en las aulas, sea una herramienta de evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje. Esta aplicación la hemos denominado Sistema de Aprendizaje y Evaluación Digital a través de Internet (SIAD). Éste será una excelente ayuda para los estudiantes ya que les permitirá: trabajar autónomamente en sus estudios, presentar sus evaluaciones cuando lo juzguen conveniente, revisar su avance en el programa de estudios y cambiar el ambiente de trabajo. Con esta aplicación se tendrá la posibilidad de analizar si los objetivos del proceso de enseñanza se cumplen conforme a lo planeado. En este trabajo se muestra el modelado de la aplicación, se utilizan técnicas de diseño como los diagramas de flujo de datos (DFD) y el modelado Entidad Relación (ER) de bases de datos. Incorpora en la estructura de datos un modelo del conocimiento de referencia (MCR) en el cual se sitúa a cada alumno para obtener el modelo del conocimiento del estudiante (MCE). El MCE refleja el avance por alumno en los planes de estudio involucrados en el proceso enseñanza-aprendizaje y a través de él se pueden construir indicadores para observar si se cumplen los objetivos del proceso por alumno y en forma general.

# Abstract

Knowledge and the forms in which is transmitted from generation to generation is a very interesting theme. Research about teaching models and evaluation of acquired knowledge has generated important advances, nevertheless these have not been applied at the same rate as the theory develops. For example, in the educational institutions the evaluation is not performed frequently enough, causing stress in the students by fear to fail the courses. In this form of evaluation there is no indicators show the advances of the fulfillment of the objective in the learning process. On the other hand, the variety of the didactic resources has increased, while their application has decreased; computer assisted teaching and evaluation are an example of this phenomenon. The previous idea has motivated the development of an application that assist the teacher in the preparation of the teaching material and becomes an evaluation tool in the teaching-learning process. We called the application System of Learning and Digital Evaluation (SIAD). We believe this will be an excellent aid for the students since will allow them: to work autonomously in their studies, take evaluations when they judge the convenient, check their advance in the program of studies and to change their working environment. This application will give students the possibility to analyze if the course goals are being met. This work shows the modeling of the application; several design techniques were used, like Data Flow Diagrams (DFD) and the Entity Relationship Model (ER) of databases. SIAD incorporates a model of knowledge of reference (MKR) in which each student is situated to obtain the model of the knowledge of the student (MKE). The MKE reflects the advance the student has in the course program involved in the teaching-learning process and is through it that indicators can be built to observe if the student meeting his/her goals in the process.

# Contenido

Dedicatoria . . . . .	III
Agradecimientos . . . . .	V
Resumen . . . . .	VII
Abstract . . . . .	IX
Contenido . . . . .	XI
Lista de Figuras . . . . .	XV
1. Introducción . . . . .	1
1.1. Introducción . . . . .	1
1.2. Metas . . . . .	2
1.3. Objetivo . . . . .	3
1.4. Antecedentes . . . . .	4
1.5. Definición del problema . . . . .	5
1.5.1. Clasificación de la problemática en la docencia . . . . .	5
1.5.2. Formas de evaluación . . . . .	7
1.6. Conclusiones . . . . .	8
1.7. Descripción de capítulos . . . . .	9
2. Revisión del estado del arte . . . . .	13
2.1. Espacios Virtuales de Aprendizaje . . . . .	13
2.2. Implementación de enseñanza y evaluación asistidos por computadora . . . . .	15
2.3. Aprendizaje y evaluación de métodos matemáticos asistidos por computadora . . . . .	16
2.4. Centro para prácticas académicas de tecnología educativa . . . . .	17
2.5. Enseñanza y aprendizaje asistidos por computadora . . . . .	19
2.6. WebCT . . . . .	20
2.7. Otras aplicaciones en la evaluación asistida por computadora . . . . .	21
2.7.1. Referencias adicionales . . . . .	22
2.8. Conclusiones . . . . .	23
3. Diseño lógico del sistema . . . . .	25
3.1. Introducción . . . . .	25

---

3.2.	Características del sistema . . . . .	26
3.2.1.	Generales . . . . .	26
3.2.2.	Formas de evaluación . . . . .	28
3.3.	Modelo conceptual . . . . .	30
3.3.1.	Administración del sistema . . . . .	33
3.3.2.	Modelado del conocimiento . . . . .	39
3.3.3.	Tutorial . . . . .	42
3.3.4.	Evaluación de estudiantes . . . . .	46
3.3.5.	Seguimiento de estudiantes . . . . .	51
3.4.	Conclusiones . . . . .	53
4.	Diseño físico del sistema . . . . .	55
4.1.	Introducción . . . . .	55
4.2.	Estructura general . . . . .	56
4.3.	Herramientas de desarrollo . . . . .	57
4.4.	Acceso y operación del sistema . . . . .	58
4.5.	Estructura de la base de datos . . . . .	60
4.5.1.	Modelado ER de la base de datos . . . . .	61
4.5.2.	Modelado ER del conocimiento . . . . .	70
4.6.	Especificaciones de procesos . . . . .	75
4.7.	Conclusiones . . . . .	76
5.	Construcción del sistema . . . . .	79
5.1.	Introducción . . . . .	79
5.2.	Estructura general . . . . .	80
5.2.1.	El servidor de aplicaciones . . . . .	81
5.2.2.	El servidor web . . . . .	84
5.2.3.	El servidor de la base de datos . . . . .	84
5.3.	Integración de la aplicación . . . . .	85
5.4.	Conclusiones . . . . .	91
6.	Conclusiones . . . . .	93
6.1.	Conclusiones . . . . .	93
6.2.	Sugerencias para trabajos futuros . . . . .	95
A.	Especificaciones de procesos . . . . .	97
B.	Manual del usuario . . . . .	111
B.1.	Introducción . . . . .	111
B.2.	Operación del sistema . . . . .	112
B.3.	Entrada al sistema . . . . .	114
B.4.	Menú principal . . . . .	116
B.5.	Administración del sistema . . . . .	117

---

B.5.1. Mantenimiento de catálogos . . . . .	121
B.6. Modelado del conocimiento . . . . .	123
B.6.1. Modelo del conocimiento de referencia(MCR) . . . . .	123
B.6.2. Modelo del conocimiento del estudiante (MCE) . . . . .	125
B.7. Tutorial . . . . .	126
B.8. Evaluación . . . . .	129
B.9. Seguimiento de estudiantes . . . . .	132
Referencias	135

# Lista de Figuras

3.1.	Diagrama de contexto del SIAD . . . . .	31
3.2.	DFD de las funciones generales del sistema . . . . .	33
3.3.	DFD de la administración del sistema . . . . .	34
3.4.	DFD de la función de actualización de catálogos . . . . .	35
3.5.	DFD de la actualización del catálogo de usuarios . . . . .	36
3.6.	DFD del control de acceso de usuarios al sistema . . . . .	38
3.7.	Modelo del conocimiento de referencia (MCR) y del estudiante (MCE)	40
3.8.	DFD del modelo del conocimiento de referencia y del estudiante (MCR, MCE) . . . . .	41
3.9.	DFD para obtener el MCE para el tutorial . . . . .	42
3.10.	Plan de estudios para el alumno . . . . .	43
3.11.	Mapa de avance en el MCE . . . . .	46
3.12.	DFD de la función de evaluaciones . . . . .	47
3.13.	DFD de la función agregar preguntas y respuestas al MCR . . . . .	48
3.14.	DFD de la función generación de exámenes . . . . .	49
3.15.	DFD de la función calificación de exámenes . . . . .	51
3.16.	DFD de la función de seguimiento de estudiantes . . . . .	52
4.1.	Diagrama de la arquitectura del sistema . . . . .	56
4.2.	Entidades del sistema y sus atributos . . . . .	64
4.3.	Simbología utilizada en la representación de la base de datos . . . . .	65
4.4.	Diagrama ER del sistema . . . . .	66
4.5.	Relación entre el modelado ER y la normalización . . . . .	67
4.6.	Formas normales [Date93] . . . . .	68
4.7.	Reglas para normalizar un modelo ER . . . . .	69
4.8.	Diagrama de la base de datos . . . . .	70
4.9.	Modelo universal del conocimiento en la BD . . . . .	71
4.10.	Esquema del modelo de conocimiento de referencia . . . . .	72
4.11.	Diagrama ER del MCE . . . . .	73
4.12.	Diagrama ER para la generación de exámenes . . . . .	75

5.1. Modelo de sistema de una caja . . . . .	81
5.2. Programas del sistema y su ubicación en el servidor . . . . .	82
A.1. PSPEC para Accesar sistema . . . . .	98
A.2. PSPEC para Actualizar catálogos . . . . .	99
A.3. PSPEC para Registrar usuarios . . . . .	100
A.4. PSPEC para Asociar materias a planes . . . . .	101
A.5. PSPEC para Asociar temas a materias . . . . .	102
A.6. PSPEC para Asociar alumno a un plan de estudios . . . . .	103
A.7. PSPEC para Agregar contenido de temas . . . . .	104
A.8. PSPEC para Mostrar temas (Tutorial) . . . . .	105
A.9. PSPEC para Agregar preguntas a temas . . . . .	106
A.10.PSPEC para Agregar respuestas a preguntas . . . . .	107
A.11.PSPEC para Generar examen . . . . .	108
A.12.PSPEC para Calificar examen . . . . .	109
A.13.PSPEC para Mostrar mapa de avance . . . . .	110
B.1. Página principal del SIAD . . . . .	115
B.2. Menú principal del SIAD . . . . .	116
B.3. Registro de usuarios en el SIAD . . . . .	118
B.4. Registro de Alumnos en el SIAD . . . . .	120
B.5. Asociación de profesores con sus materias . . . . .	121
B.6. Inserción de materias al catálogo . . . . .	122
B.7. Inserción de planes de estudio al catálogo . . . . .	124
B.8. Asociación de materias con planes de estudio . . . . .	125
B.9. Agregado de temas a materias . . . . .	126
B.10.Asociación de materias con sus prerrequisitos . . . . .	127
B.11.Asociación de alumnos con planes de estudio . . . . .	128
B.12.Presentación de temas al alumno(tutorial) . . . . .	129
B.13.Inserción de preguntas a temas . . . . .	131
B.14.Inserción de respuestas a preguntas . . . . .	132
B.15.Elaboración de exámenes . . . . .	133
B.16.Examen de opción múltiple . . . . .	134
B.17.Mapa de avance en el MCE . . . . .	134

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Introducción

El proceso de enseñanza-aprendizaje en nuestra universidad, estado y en general en el país, se enfrenta a un problema fuerte que consiste en la rápida obsoletización de los métodos de enseñanza y la consecuente falta de certeza en el proceso de evaluación del conocimiento adquirido por los estudiantes, a través de dichos métodos. No obstante los grandes avances en investigación de modernos métodos de enseñanza a nivel internacional, nuestras instituciones dedican más tiempo al quehacer administrativo y político que a la función sustancial de investigación y enseñanza en sus aulas.

El presente trabajo se ha desarrollado con la idea de proporcionar una herramienta a los profesores, para facilitar la evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje llevado a cabo en las aulas, y que a los alumnos se les haga grato dicho proceso. Se trata de una herramienta sencilla, novedosa y fácil de operar, la cual con el simple hecho de conectarse a Internet y conocer la forma de trabajo de esta red, estudiantes y profesores pueden hacer uso de ella sin problemas. Con la puesta en marcha de esta aplicación se intenta contribuir de cierta manera a contrarrestar el problema mencionado anteriormente.

Muchos investigadores se han dado a la tarea de identificar los problemas pedagógi-

cos y psicológicos que un estudiante enfrenta, los cuales influyen de manera directa en su proceso de aprendizaje [Kasuga99]. Cada persona tiene una forma propia de aprender, se enfrenta a problemas específicos en su vida cotidiana y esto hace que sus estados de ánimo, condiciones sociales y de salud marquen de alguna manera su eficiencia en el proceso de razonamiento y por lo tanto, en su capacidad para retener y comprender los diferentes conceptos científicos que sus mentores le tratan de inculcar. Desde este punto de vista y tomando en cuenta la problemática a la que se enfrenta nuestra educación, nos hemos dado a la tarea de elaborar un proyecto cimentado en las herramientas computacionales actuales, que contribuya de alguna manera a generar un cambio radical en las formas de evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje.

La idea central es crear una herramienta atractiva que facilite el aprendizaje y elimine las presiones en el momento de la evaluación. “Independientemente de qué materia o materias cursen los estudiantes, la verdadera prueba del sistema educativo del mañana vendrá de su habilidad de emocionarlos con el máximo gozo del aprendizaje” [Dryden02].

El proceso enseñanza-aprendizaje tiene dos vertientes importantes, por un lado la formas de enseñanza del conocimiento tomando en cuenta las diferentes inteligencias de las personas a saber: lingüística, lógico-matemática, visual-espacial, musical, corporal-kinestésica, social, intuitiva [Dryden02] y por el otro la evaluación de dicho aprendizaje, de la cual ha surgido el presente trabajo.

## 1.2. Metas

Algunas de las metas que pretendemos alcanzar con este proyecto son las siguientes:

- **Construir una herramienta computacional orientada a profesores y alumnos que facilite la evaluación del aprendizaje.**

- **Hacer una herramienta diferente a las actuales en el sentido de que está desarrollada en español, se puede enriquecer y moldear a las necesidades de la institución y se adapta perfectamente a nuestro entorno educativo.**
- **Proporcionar una herramienta más para facilitar el aprendizaje de diferentes áreas del conocimiento.**
- **Facilitar la medición del conocimiento almacenando los resultados de las evaluaciones solicitadas por los alumnos y los temas estudiados por cada uno de ellos.**
- **Elaborar un “mapa” del conocimiento del alumno en el momento en que se necesite.**
- **Hacer énfasis en la naturaleza acumulativa, ligada e integral del conocimiento**
- **Contribuir con una forma más de enseñanza y evaluación del conocimiento.**
- **Revisar conocimientos sin presiones para el alumno.**

### **1.3. Objetivo**

Tomando en cuenta las metas anteriores el objetivo del presente trabajo es el siguiente:

Crear una herramienta de trabajo para profesores y alumnos que coadyuve en el proceso de evaluación del aprendizaje, facilite a los profesores el seguimiento de sus alumnos con el propósito de detectar fallos en algunas áreas específicas del conocimiento y a los alumnos les proporcione un medio más de aprender y de llevar a cabo las evaluaciones sin presiones de espacio y tiempo.

Con dicha herramienta se puede crear un entorno donde los alumnos, además del aprendizaje y evaluación, cuenten con una plataforma de asesoría por más de un profesor y del bloque de alumnos que toman las mismas materias que ellos, a través de foros de intercambio.

## 1.4. Antecedentes

Los antecedentes en este tipo de aplicaciones en nuestro medio son muy precarios. Los métodos de enseñanza no han evolucionado mucho, a lo más se llega a utilizar la computadora como un medio para proyectar imágenes en pantalla en lugar del tradicional pizarrón. La educación a distancia empieza a surgir como una opción más, pero parece ser que la divulgación de estos trabajos no ha tenido el alcance suficiente ya que las salas de conferencias se encuentran solas y muchos estudiantes no saben que existe esta opción.

Lo anterior ha ocasionado que la enseñanza virtual no haya alcanzado el auge que se hubiese querido ya que solo es accesible para los más cercanos al grupo de personas que lo llevan a cabo y se atreven a utilizar estos medios para su aprendizaje. La tecnología de las computadoras sigue siendo un herramienta que parece intimidar a muchas personas en nuestro entorno.

Respecto a los programas tutoriales ha habido muy pocos dentro del ambiente universitario nicolaita, uno de los trabajos de esta naturaleza es el desarrollado por el doctor Leonardo Romero Muñoz y un grupo de colaboradores, profesores y estudiantes [Muñoz96], éste es un modelo de enseñanza de la programación mediante un programa de computadora. En este programa se enfrenta el reto de hacer la programación agradable y enseñar las estructuras básicas de programación haciendo uso de un pequeño robot (Karel) al que le indicamos qué hacer mediante sencillas instrucciones. El objetivo primordial de esta aplicación es la de darle a los estudiantes una preparación previa al estudio de cualquier lenguaje de programación.

La referencia completa acerca del Robot Karel está en el libro “Karel the Robot: A Gentle Introduction to The Art of Programming” por Richard E. Pattis, Jim Roberts and Mark Stehlik. Este modelo ha sido programado ya en varias plataformas.

La parte de evaluación por computadora es aún menos favorecida con aplicaciones en este sentido. Hemos tenido contacto solo en la Facultad de Ingeniería Eléctrica con un generador de exámenes desarrollado por el M.C. Luis Rubén Rusiles Zamora [Zamora97] con el propósito de darles la facilidad a sus alumnos de evaluar los conocimientos recibidos en clase mediante este programa.

Esta situación nos ha hecho poner atención en este tipo de desarrollos, de tal manera que, en este trabajo se ha incluido información de algunas aplicaciones en Internet orientadas a la educación en línea, conocida como e-learning (ver capítulo 2), con el objeto de dar a conocer las características y formas de operar de éstas lo cual nos dará una idea de lo que debemos hacer en cuestión de desarrollo de software de esta naturaleza y no quedarnos a la zaga en la utilización de esta tecnología en el proceso enseñanza-aprendizaje.

## **1.5. Definición del problema**

El planteamiento hecho en la introducción de este capítulo acerca de la problemática que enfrenta nuestro sistema educativo, lleva a la conclusión de que el reto que enfrentamos en el desarrollo del proyecto es muy grande, las deficiencias de nuestro sistema educativo no pueden pasar desapercibidas.

### **1.5.1. Clasificación de la problemática en la docencia**

Los protagonistas del proceso enseñanza-aprendizaje son los profesores como transmisores del conocimiento, los estudiantes como receptores del mismo, el sistema administrativo que vigila los lineamientos escolares y en cada uno de ellos se refleja de algún modo el problema en el sistema educativo, así podemos notar lo siguiente en

nuestro entorno educativo.

**En los alumnos:**

- Estudiantes aburridos.
- Estudiantes distraídos o desinteresados por falta de motivación por parte del profesor.
- Conocimientos aislados, no existe ninguna liga entre temas que le brinde un panorama claro de lo que sigue al estudiante.
- Falta de autoestima o confianza en los estudiantes. Están estresados no disfrutan su aprendizaje. En el peor de los casos no aprenden.
- Ausentismo.

**En el conocimiento:**

- Conocimientos temporales, ocasionado por la falta de seguimiento del grado de aprendizaje de los alumnos.
- Educación sin continuidad, sólo se estudia para lograr pasar los exámenes.
- Formas de Enseñanza-Aprendizaje homogéneo, ocasionadas por la falta de métodos pedagógicos adecuados que hagan comprender a los profesores que hay diferentes formas de inteligencia en cada uno de sus estudiantes.
- Lenta o nula retroalimentación en la adquisición del conocimiento.

**En los profesores:**

- Falta de sentido común en la impartición y evaluación del conocimiento.

- Temas sin importancia con mucho tiempo dedicado y poca atención a los más importantes.
- Ausentismo.
- Entorno aburrido. Sin información previa.

#### **En los recursos materiales**

- Aulas mal acondicionadas
- Bibliotecas no actualizadas
- Espacios insuficientes en algunas escuelas y sobrados en otras
- Poca variedad en el material didáctico

Es inegable que Los problemas mencionados anteriormente impactan en mayor o menor grado en el proceso de aprendizaje de los alumnos y ésto se refleja en las evaluaciones que se llevan a cabo de dicho aprendizaje. Desde este punto de vista es importante tomarlos en cuenta para el planteamiento del presente trabajo.

#### **1.5.2. Formas de evaluación**

El otro talón de Aquiles del sistema educativo, es sin lugar a dudas el proceso de evaluación del conocimiento. Éste no es, por mucho, el adecuado para mostrarnos que nuestros estudiantes han logrado el nivel necesario en cada una de las materias que han cursado, ni siquiera representa un indicador de si ha logrado adquirir el suficiente conocimiento para hacer frente a las tareas que le esperan en su vida profesional.

De tal suerte que tenemos, desde un punto de vista particular, un producto deficiente para la demanda que representa el mercado de trabajo, que de por sí no es muy amplio, no digamos ya que estaremos en condiciones de exportar nuestro producto a los países del primer mundo, que esta tendencia de globalización empezará a exigir en el mediano plazo a nuestras instituciones de educación superior.

## 1.6. Conclusiones

Partiendo de todo lo anterior queda claro, que el sistema que se construya no debe ser uno más de los muchos que se han desarrollado y que pasan desapercibidos. Debemos tomar en cuenta que para revolucionar las formas de evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje se requiere una aplicación mucho muy versátil, novedosa, confiable, y que produzca tanto en estudiantes como en profesores un estado de ánimo de interés cada día mayor por lo que representa la adquisición por un lado y el legado por otro, del conocimiento.

Estas características y el hecho de que el sistema se utilizará en el ambiente de Internet, lo convierten en un elemento importante de la forma de enseñanza conocida como “educación en línea” [Rekkedal03] y más apropiadamente una aplicación “e-learning”, ambos términos derivados de lo que es la educación a distancia. De todo lo anterior se concluye que el sistema propuesto en el presente trabajo debe cumplir con lo siguiente:

- Trabajar en una plataforma orientada a Internet
- Almacenar algún modelo del conocimiento
- Permitir mostrar el contenido del conocimiento de tal manera que sea útil a los estudiantes en el aprendizaje del mismo
- Permitir que los estudiantes aprendan y se evalúen en forma autónoma
- Dar la oportunidad de modificar el contenido del conocimiento a los profesores enriqueciendo éste con sus respectivas contribuciones
- Situar a los alumnos en el contexto del conocimiento en el que se desenvuelven
- Permitir el almacenamiento de preguntas y respuestas del conocimiento contenido en el sistema

- Presentar varios tipos de exámenes a los estudiantes
- Presentar el avance del estudiante en el modelo del conocimiento en el que se sitúe
- Proveer la facilidad de dar seguimiento al proceso de evaluación en general

Con ésto se puede lograr que el sistema derivado del presente trabajo se convierta en una herramienta valiosa en la educación en línea y por lo tanto no sea una aplicación más que se pierda en nuestro entorno educativo.

## 1.7. Descripción de capítulos

Este trabajo se divide en 6 capítulos: Introducción, Revisión de estado del arte, Diseño lógico del sistema, Diseño físico del sistema, Construcción del sistema y Conclusiones.

En el Capítulo 1 se hace una introducción acerca del problema que ha llevado a desarrollar el presente trabajo, en qué se fundamenta, las metas que se pretenden alcanzar al llevarlo a cabo, el objetivo del mismo y además una semblanza de algunos trabajos que se han llevado a cabo con anterioridad acerca del tema en cuestión en nuestro entorno educativo.

En el Capítulo 2 se da un pormenor de algunas aplicaciones o proyectos desarrollados en torno a los temas “Computer aided assessment” e “e-learning” citando las fuentes de información principal y las características de cada uno de ellos. Se hace mención de las formas de enseñanza, evaluación y seguimiento del proceso utilizados por cada uno con el propósito de ir delineando las características que debe tener la aplicación derivada de este trabajo.

En el Capítulo 3 se definen las características generales que debe tener la aplicación propuesta. Se describen las formas de evaluación que el sistema puede llevar a cabo y por consiguiente los tipos de exámenes que se pueden elaborar mediante su utilización.

Se define el modelo conceptual del sistema en el cual se describe qué funciones lleva a cabo, los tipos de usuarios que lo pueden manipular y la forma en que se modela el conocimiento que contendrá la base de datos. También se hace una breve descripción de las funciones generales del sistema y cómo se han modelado haciendo uso para tal propósito de los diagramas de flujos de datos (DFD).

En el Capítulo 4 se describe la forma en que se diseña la construcción del sistema, las herramientas elegidas para llevar a cabo dicha construcción y el porqué de la elección de tales herramientas. Se especifica la forma en que se puede acceder al sistema y se describe de una manera general cómo se puede instalar de acuerdo al sistema operativo con el cual se vaya a operar (Linux o Windows). Se describe el modelado de la base de datos utilizando la técnica del modelado de datos relacionales y se detalla la estructura en la que se almacenan el MCR y el MCE así como aquella que sirve para reflejar el avance de los estudiantes en el MCR.

En el Capítulo 5 se describe en forma detallada la construcción del sistema, el modelo de aplicación que se llevó a cabo y los servidores que participan en el funcionamiento del mismo. Se mencionan los programas que la configuran así como los módulos de que forman parte y en qué sitio del servidor se localizan. Se especifica también cómo se integra la aplicación y se incluyen algunos segmentos de código con el propósito de mostrar la forma en que opera internamente, cómo se entrelazan los programas y cómo se hacen los llamados a los servidores de bases de datos y de aplicaciones.

En el Capítulo 6, se da un punto de vista acerca del estado que guarda el proyecto derivado del presente trabajo, los logros que se esperan obtener al ponerlo en marcha y algunos trabajos que se pueden llevar a cabo en un futuro para lograr el objetivo de llevar a nuestra comunidad la educación virtual como otra modalidad en el sistema educativo.

La tesis contiene además dos apéndices que muestran las especificaciones de procesos de las funciones más importantes del sistema y detallan la operación del mismo

con el propósito de completar la información del documento.

En el Apéndice A se complementa la documentación de cada función del sistema plasmada en el capítulo del diseño lógico del sistema con las especificaciones de procesos, esto es, la descripción general de lo que hace cada función sin llegar al detalle algorítmico de cada una de ellas.

En el Apéndice B se hace una descripción detallada de la forma en que se debe operar el sistema, desde su ingreso hasta el detalle de cada función. También se describe en lenguaje orientado al usuario final la forma en que se puede instalar de acuerdo a la plataforma que se vaya a utilizar para su funcionamiento.

## Capítulo 2

# Revisión del estado del arte

La línea de investigación para definir el modelo propuesto se orientó a los temas: “Computer Aided Assessment” e “E-Learning”, las fuentes primarias fueron en su totalidad extraídas de Internet y se presentan a continuación, mencionando las características generales de cada una de ellas.

### 2.1. Espacios Virtuales de Aprendizaje

Desarrollado por investigadores del Centro de Investigaciones en Computación (CIC) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), su objetivo fue desarrollar un software basado en Internet y tecnologías de agentes con un medio ambiente interactivo, automático, reconfigurable y flexible que soporta diferentes modelos educativos: individual, cooperativo y competitivo.

Representa una nueva manera de enseñanza a distancia, transmitiendo material educativo a través de Internet [Esquer00]. En este sistema se envía material personalizado a cada estudiante de acuerdo a una previa evaluación de sus conocimientos y sus metas. Este material se conoce como “POLlibros”.

Al manejar la educación mediante los llamados espacios virtuales se logra que los estudiantes no tengan que estar en el lugar en el que se imparte una cátedra en

especial y no necesariamente debe coincidir en el tiempo en que ésta se lleve a cabo.

Esta es la principal ventaja de la aplicación, ya que toma en cuenta e integra las formas de adquirir, transmitir, construir e intercambiar conocimientos con una gran cantidad de personas y grupos que comúnmente no tienen acceso físico a las fuentes convencionales de conocimiento, tales como libros, revistas científicas, escuelas, universidades, laboratorios, bibliotecas y profesores.

“El sistema tiene un núcleo constituido por cuatro depósitos de información denominados Espacios Virtuales de Aprendizaje sobre los cuales actúa una capa (colección de programas)” ([Esquer00]). Estos espacios son:

- Espacio de conocimiento
- Espacio de consultoría
- Espacio de experimentación y
- Espacio de colaboración

En estos espacios se desenvuelven tanto profesores como alumnos, por ejemplo un profesor puede formar sus grupos y programar sus evaluaciones. Por su parte el alumno puede preguntar a sus compañeros acerca de los trabajos comunes a través del correo o chat, ver sus calificaciones y presentar exámenes. Ambos pueden participar en foros de discusión, votaciones, consensos, teleconferencias, telejuntas utilizando para ello el NetMeeting.

Es importante señalar que el espacio del conocimiento los constituyen los POLlibros, que derivan del concepto de libro con la diferencia de que los capítulos se forman de diferentes maneras: documentos en procesadores de textos, presentaciones, video, audio, multimedia, entre otros. Dichos capítulos conforman la estructura del conocimiento en el sistema.

Página en Internet: <http://eva.cic.ipn.mx>.

## 2.2. Implementación de enseñanza y evaluación asistidos por computadora

Desarrollado por Scottish Higher Education Funding Council(SHEFC) forma parte del programa C&IT (identificado como scotCIT), para establecer la utilización apropiada de la Tecnología de las Comunicaciones y la Información en el trabajo cotidiano en las instituciones de educación superior escocesas.

Puesto que la utilización de la tecnología en el proceso de enseñanza tuvo un gran auge en Escocia en los últimos años, existe una amplia gama de herramientas para fortalecer dicho proceso. Ésto ha originado que la iniciativa en varios países del Reino Unido haya sido en el sentido de impulsar el desarrollo de la infraestructura y creación de materiales en línea para el uso de la tecnología en la enseñanza. En el desarrollo de los cursos se han tomado siempre en cuenta los Siete Principios de la buena práctica en la educación de los pregraduados, propuestos por Chickering y Gamson en 1987 [Chickering87]:

- Fortalecer la relación estudiante-profesorado
- Fortalecer el trabajo cooperativo entre estudiantes
- Fortalecer el aprendizaje activo
- Impulsar la retroalimentación
- Enfatizar el tiempo en las tareas
- Transmitir grandes expectativas
- Respetar las diversas inteligencias y formas de aprender

Estos principios se pueden reforzar haciendo uso de la tecnología, la forma de hacerlo se publicó en 1996 [Chickering96].

El proyecto consta de varios módulos, entre los que se encuentran el de la utilización de medios virtuales de aprendizaje en la enseñanza, aprendizaje y evaluación y el de desarrollo de evaluaciones asistido por computadora. El proceso de evaluación en estos casos se aplica, en primer lugar para determinar la efectividad del sistema educativo y en segundo para evaluar el aprendizaje.

Los tipos de evaluación que se llevan a cabo son: de opción múltiple, de respuesta cierto/falso, de razonamiento, respuesta múltiple, gráficos, respuestas en texto o números, asociativas, estadísticos, de simulación. En el proceso de evaluación se utiliza el paquete Question Mark para determinados casos, en otros se aplican cuestionarios desarrollados para reforzar el conocimiento (conocidos como: Self-Study quizzes for ESL students) los cuales se explican brevemente en la sección 2.7 y en algunos ejercicios se hace uso también de CASTLE toolkit (ver sección 2.5).

Página en Internet: <http://www.elicit.scotcit.ac.uk>.

### **2.3. Aprendizaje y evaluación de métodos matemáticos asistidos por computadora**

Desarrollado en el departamento de matemáticas de la Universidad del oeste de Australia, es utilizado para la enseñanza de un curso de cálculo intermedio.

La problemática que trata de resolver, en primer lugar, es que su sistema actual de tutorías no está trabajando adecuadamente.

La reducción de personal docente de planta y la disminución en la contratación han provocado una baja en la relación profesores-estudiantes y aumentado el trabajo llevado a cabo por el personal docente. Ésto ha llevado a una baja en la calidad de la enseñanza, medio ambiente de aprendizaje empobrecido y un uso inapropiado del personal académico, por mencionar solo tres problemas de los que surgió la necesidad de este proyecto.

El departamento decidió investigar el uso de las computadoras para disminuir

o corregir los problemas de las asesorías y sistemas tutoriales. El resultado de las investigaciones fue el CalMaeth.

La forma de interactuar de los estudiantes con el sistema es a través de bloques de hipercartas y foros. Cada estudiante tiene sus propias preguntas “aleatorizadas”, las cuales difieren casi solo por variaciones de constantes o funciones trascendentales.

Calmaeth es un sistema interactivo tutorial y de evaluación por computadora. Presenta a los estudiantes secuencias de problemas agrupados por tópicos y dentro de cada tópico las preguntas van aumentando su grado de dificultad conforme avanza el alumno. El sistema tiene la posibilidad de llevar la estadística de las respuestas de los alumnos y les presenta además un informe de cuál es su avance en los cursos.

La forma en que se presentan los exámenes es mediante una pantalla en la que en una parte de ella, aparecen las preguntas y en la otra el estudiante escribe su respuesta de acuerdo a un formato preestablecido. Estas respuestas pueden ser modificadas mediante un editor que provee el mismo paquete, cuando el alumno considera que su respuesta está completa la envía al sistema para su evaluación. En caso de tener alguna duda solicita asesoría a un consultor en línea y puede continuar con su evaluación.

Para las respuestas incorrectas el sistema envía una breve explicación del error al estudiante para su retroalimentación en el tema.

Página en Internet: <http://calmaeth.maths.uwa.edu.au>.

## **2.4. Centro para prácticas académicas de tecnología educacional**

De la Universidad de Warwick, atiende la necesidad de aminorar las cargas de trabajo en la asesoría de grandes cantidades de estudiantes de diferentes capacidades de aprendizaje y en aulas de gran capacidad.

Para este centro académico la asesoría en el salón de clases ha sido definida como: “un método simple utilizado para recuperar información oportuna y continuamente,

sobre qué tan bien están aprendiendo los estudiantes lo que les ha sido enseñado. El propósito de las asesorías en el salón de clases es proveer a tutores y estudiantes con información y habilidades necesarias para mejorar la efectividad de la enseñanza y la calidad del aprendizaje”.

La utilización de la evaluación asistida por computadora permite la recolección de datos y su análisis de tal manera que los profesores pueden utilizar los resultados ayudándose de algunos elementos adicionales para revisar el avance en el proceso enseñanza-aprendizaje. Esta continuidad y constancia en la retroalimentación de los estudiantes la han definido como “evaluación interactiva”. Con ésto la universidad de Warwick ha aprovechado las ventajas de la evaluación ayudada por computadora y fijado los objetivos de la misma.

En el modelo utilizado en la Universidad de Warwick se contempla que los estudiantes puedan contestar exámenes o cuestionarios y reciban inmediatamente su resultado y la interpretación de los mismos.

Para las evaluaciones de los alumnos se consideran varias formas de preguntas en la elaboración de los exámenes: opción múltiple, preguntas de múltiples respuestas, falso verdadero, relación preguntas respuestas, entre otras. Sin embargo la Universidad de Warwick no cuenta con un paquete de software que cubra todas estas expectativas, el que se ha utilizado es el Question Mark Perception, pero resulta demasiado caro, por tal motivo se recomienda el uso de una aplicación no comercial como CASTLE toolkit o un desarrollo propio.

Existen varios artículos acerca de la evaluación asistida por computadora, publicados en la Universidad de Warwick entre los cuales destacan los siguientes:

- An Experiment in Computer-Assisted Assessment ([Hawkes99])
- Computer-Based Submission and Assessment in BOSS ([Joy99])
- Supporting Computer-Based Assessment ([Bull99])

Página en Internet: <http://www.warwick.ac.uk/ETS/resources>.

## 2.5. Enseñanza y aprendizaje asistidos por computadora

CASTLE por su descripción en inglés, fue desarrollado con la finalidad de que los asesores y profesores de la Universidad de Leicester, encargados de diseñar los cursos, puedan crear en línea, exámenes interactivos sin necesidad de un conocimiento previo de lenguajes para el manejo de páginas web. Es una aplicación de software libre disponible para todas las instituciones de educación superior y que se anexó al proyecto TALENT (Teaching And Learning using Network Technologies), cuyo objetivo es reforzar el proceso enseñanza aprendizaje mediante el uso de tecnología web.

CASTLE está formado por varios módulos con los cuales se desarrollan los exámenes en línea. Los módulos son:

- Herramienta para crear exámenes
- Herramienta para modificar exámenes
- Creador de exámenes a dos columnas
- Motor para calificar

Incluye además la generación de exámenes en línea para los cursos de los estudiantes y monitoreo de su avance. La versión 2 incluye una bitácora que contiene las respuestas de los estudiantes, resultados y tiempo que los exámenes les toman. Tiene además la facilidad de agrupar exámenes en módulos y asignar estudiantes a estos módulos.

La herramienta que sirve para crear exámenes en línea lo hace a través de una área de texto disponible para ello. Este es siempre el punto de inicio para la elaboración de algún examen, una vez que éste ha sido creado en formato de texto básico, se puede modificar utilizando el módulo correspondiente, para mejorarlo incluyendo imágenes, audio y efectos especiales si se requiere.

Se pueden crear nuevos exámenes con el simple hecho de introducirlos a través de una forma web. También se pueden insertar en la forma aquellos que se encuentran en textos planos o de procesadores de texto. Con esto aquellos exámenes muy extensos se pueden pasar rápidamente del texto a uno en línea sin ningún problema. La forma de crear un examen es muy sencilla, en el área de texto proporcionada por la aplicación se introducen las preguntas y sus respuestas en un formato entendible para el módulo y se guarda en la base de datos.

Una vez almacenados estos exámenes también pueden ser modificados, agregando o quitando preguntas del examen. Para incluir imágenes y otros archivos multimedia, puede hacerlo refiriéndose a ellos con el archivo que quiera incluir simplemente con una URL absoluta.

Página en Internet: <http://www.le.ac.uk/castle>.

## 2.6. WebCT

WebCT inc, es el proveedor líder en el mundo de sistemas e-learning para instituciones de educación superior. Basado en el Lynnfield, Massachusetts, WebCT provee de un medio ambiente altamente flexible e-learning que fortalece las instituciones en el espectro educacional y la capacidad de alcanzar sus objetivos.

WebCT es muy apropiado para instituciones que quieren ampliar su campo educativo a la enseñanza virtual. Maneja dos líneas importantes:

- Sistema manejador de cursos
- Sistema académico empresarial

El manejador de cursos contempla un conjunto de herramientas para la enseñanza-aprendizaje que ayudan a la preparación, liberación y manejo de cursos dirigidos a los estudiantes.

Por su parte el académico empresarial es una plataforma e-learning construida para soportar cualquier estructura institucional. Para WebCT una institución educativa consiste de muchas comunidades, cada una con necesidades y expectativas particulares de su sistema e-learning, por esta razón provee un manejador de comunidades, un manejador de objetos de aprendizaje, un kit para desarrollo de software y uno para creación de reportes que se adaptan a las necesidades de cada institución.

Los estudiantes pueden seleccionar los cursos con los profesores que ellos quieran, pueden hacerles preguntas y tienen acceso a foros de discusión.

WebCT contiene además los llamados “e-packs” que son un conjunto de publicaciones digitales con contenido de cursos que pueden personalizarse a diferentes necesidades.

Página en Internet: [www.webct.com](http://www.webct.com).

## **2.7. Otras aplicaciones en la evaluación asistida por computadora**

En la evaluación asistida por computadora existen muchas aplicaciones, la mayoría de ellas de tipo comercial. En general manejan los tipos de exámenes de opción múltiple con diferentes modalidades cada uno de ellos y los hay para certificación en procesos especiales o para la evaluación en forma general. Ninguno tiene la posibilidad de ser adecuado a las necesidades propias de alguna institución. No dan la oportunidad de hacer un seguimiento del avance del proceso educativo de acuerdo a la estructura institucional y si lo hacen son demasiado caros para adquirirlos.

Enseguida se presenta una lista de los más comunes en Internet con sus respectivas direcciones como información adicional al estado del arte. Algunos de ellos son utilizados en varias instituciones a nivel internacional para sus evaluaciones y han sido agregados en sus proyectos de educación virtual.

- QuestionMark (<http://www.questionmark.com/esp/home.htm>)
- RapidExam (<http://www.xtremasoftware.com>)
- PMP Exam (<http://www.rmcproject.com/tets/pmp.htm>)
- ExamBuilder(<http://www.exambuilder.com:quicktour>)
- BlackBoard (<http://www.blackboard.soton.ac.uk>)
- TestPilot (<http://testpilot.sourceforge.net>)
- ExamsTutor (<http://www.examstutor.com>)
- CQuest (<http://www.cquestsoftware.com/CQLan.asp>)
- Question Generator  
([http://www.herts.ac.uk/ltdu/tutorials/question\\_generator/index.html](http://www.herts.ac.uk/ltdu/tutorials/question_generator/index.html))
- Create A Quiz (<http://pc-shareware.com>)
- Eduware (<http://www.eduware.com>)
- OnlineTesting (<http://www.onlinetesting.net>)
- Test Generator (<http://www.testshop.com>)
- BOSS Online Submission System (<http://www.dcs.warwick.ac.uk/boss>)

### 2.7.1. Referencias adicionales

- <http://www.unb.ca/naweb/proceedings/2003.PaperChappidietal.html>
- [http://www.herts.ac.uk/ltdu/technology/what\\_is\\_caa.html](http://www.herts.ac.uk/ltdu/technology/what_is_caa.html)
- <http://it.coe.uga.edu/itforum/paper80>

- <http://www.dau.mil/about-dau/docs/RM03.pdf>
- [http://www.anuies.mx/principal/servicios/publicaciones/revsup/res111/txt3\\_4.htm](http://www.anuies.mx/principal/servicios/publicaciones/revsup/res111/txt3_4.htm)
- <http://www.tltgroup.org/programs/seven.html>

## 2.8. Conclusiones

Esta es una muestra importante, de la gran cantidad de aportaciones que existen en Internet acerca de la enseñanza a través de computadoras y en todos los casos haciendo uso de sistemas de red, bases de datos y servidores web.

El presente proyecto ha tomado varias ideas plasmadas en las secciones anteriores, entre ellas:

- Espacios virtuales de aprendizaje
  - Darle la oportunidad al estudiante que presente sus evaluaciones en el momento que quiera y fuera de sus aulas
  - Clasificar el conocimiento en diversas áreas
- Implementación de enseñanza y evaluación asistidos por computadora
  - Darle la oportunidad al estudiante de ser asesorado por varios profesores de una misma materia fortaleciendo el contacto virtual con ellos
  - Fortalecer el aprendizaje activo y continuo
- Aprendizaje y evaluación de métodos matemáticos asistidos por computadora
  - Resolver el problema de tutorías con una herramienta dinámica y al alcance de todos
- Centro para prácticas académicas de tecnología educacional

- Hacer recolecciones de datos para su análisis y definir el estado del proceso educativo
- Manejar diversas formas de preguntas en los exámenes, por ejemplo opción múltiple, preguntas de múltiples respuestas, preguntas de falso verdadero y de relación
- Generar diferentes tipos de exámenes de una misma materia
- Enseñanza y aprendizaje asistidos por computadora
  - Ofrecer cursos en línea
  - Hacer monitoreo del avance de los alumnos
  - Mejorar el contenido de los cursos con la ayuda de los profesores, agregando imágenes, sonido, etc.
- WebCT
  - Hacer una herramienta institucional para el proceso enseñanza aprendizaje

El presente proyecto considera también una plataforma de desarrollo orientada a web, con la gran ventaja de que es una herramienta propia y en español, construida en base a necesidades de nuestro entorno y que puede ser adecuada en cualquier momento de acuerdo a los cambios que vayan teniendo los modelos educativos.

## Capítulo 3

# Diseño lógico del sistema

### 3.1. Introducción

La definición del problema que se enfrenta con este desarrollo (capítulo 1) y la revisión del estado del arte (capítulo 2) han dejado claro que se requiere de una herramienta que proporcione un ambiente orientado al ámbito de Internet. Con esto se pretende que el sistema se encuentre a disposición de cualquier persona que sea visitante de la red y tenga interés en el aprendizaje virtual.

En este capítulo se describe paso a paso el diseño de dicha aplicación, se utiliza la metodología de diagramas de flujo de datos (DFD) [Yourdon95] para la representación de cada una de las funciones del sistema y la metodología de diseño de bases de datos relacionales de la compañía Oracle [University96] en el modelado de la base de datos. En esta última uno de los pasos es elaborar una reseña de las necesidades de la empresa para resolver algún problema en especial, en la siguiente sección se hace tal reseña.

En vista de que el diseño de la base de datos se encuentra en la frontera entre el diseño lógico y la construcción, se explica el modelado en el capítulo que habla de la arquitectura y construcción del sistema (capítulo 4).

## 3.2. Características del sistema

### 3.2.1. Generales

Tomando en cuenta que la enseñanza de cualquier campo del conocimiento debe hacerse en base a las diferentes formas que tiene cada individuo en su habilidad particular de aprender, las cuales, según las investigaciones de diferentes neurolingüistas y pedagogos, se clasifican en: kinestésico, auditivo, visual y olfativo-gustativo [Sambrano00].

El modelo que se presenta en este trabajo proporciona la facilidad de incluir material de enseñanza orientado a este tipo de habilidades ya que para la evaluación resulta más complejo el poder elaborar exámenes con estas características. Se pueden lograr presentaciones orientadas a cada tipo de estudiantes dependiendo de las herramientas computacionales que se utilicen en la elaboración de los contenidos de temas para cada materia. Por ejemplo se pueden agregar a los contenidos imágenes, sonido o efectos especiales.

El sistema da la facilidad de presentar el contenido de cada tema de las materias a que se asocien los alumnos, que los profesores que imparten una materia los puedan asesorar y además que puedan solicitar sus evaluaciones cuando así lo quieran.

Se contempla en el sistema la elaboración de un programa de enseñanza para cada alumno en especial. Los programas de enseñanza se deben tomar como base para la presentación de los diferentes temas de un plan de estudios y para las evaluaciones de los alumnos.

Para elaborar un programa de enseñanza se debe tomar en cuenta lo siguiente: un plan de estudios lo conforman un conjunto de materias en especial, una materia a su vez consta de un conjunto de temas y subtemas. Por otro lado cada materia puede pertenecer a diferentes áreas del conocimiento, por ejemplo ciencias exactas, naturales, sociales, etc.

Los temas en un plan de estudios pueden organizarse en forma jerárquica. Esto

es, cada tema puede contener subtemas y a su vez cada subtema puede contener sub-subtemas. Ésto no indica forzosamente la secuencia de enseñanza ni de evaluación, éstas dependen de la relación entre los temas.

Dentro de la secuencia de temas en un determinado plan de estudios, cada tema tiene un peso con respecto al grupo de que forma parte. Esto es, entre todos los subtemas de un tema dan el 100 % del valor curricular del tema con respecto a la materia de que se trate. Lo mismo entre todas las materias de un plan de estudios, con la finalidad de ir creando un mapa curricular de un alumno y representar su avance en general, por materia, por plan de estudios o en un área del conocimiento.

Tanto para profesores como para alumnos es muy importante que conozcan el avance por alumno en cada plan de estudios de formas diferentes:

- Los temas revisados, o estudiados.
- Los temas aprobados.
- La cantidad de intentos por aprobar cada tema, o sea, el número de evaluaciones presentadas del mismo tema.

Para cada materia es necesario especificar la calificación mínima requerida para su acreditación y además si se trata de una materia práctica, teórica o de ambas características.

Se contempla en el sistema la posibilidad de definir un conjunto de materias pertenecientes a diferentes áreas del conocimiento, relacionadas entre sí mediante programas de enseñanza en particular. A esta organización y la información contenida en ella le llamaremos modelo del conocimiento de referencia (MCR). Además de poder definir este modelo, se puede ubicar a un estudiante en este universo, de acuerdo a la escuela en que se registre y la carrera que esté cursando, llamándole a este subconjunto, modelo del conocimiento del estudiante (MCE).

Se necesita sugerir a cada alumno aquellos temas que aún no haya aprobado y que además en el plan de estudios tengan un mayor peso específico para el avance curricular, aunque no forzosamente será lo que el alumno decida estudiar. Dependiendo de la relación entre ellos, habrá temas y materias que se podrán estudiar libremente al carecer de un prerrequisito, no así aquellos temas o materias que los tengan, éstos deberán ser mostrados al alumno hasta que haya acreditado el o los prerrequisitos respectivos. El modelo proporciona la posibilidad de especificar estas características de temas y materias.

### 3.2.2. Formas de evaluación

Para evaluar a los alumnos es necesario elaborar los siguientes tipos de exámenes:

1. De opción múltiple
2. De relación
3. De respuesta única
  - De respuesta específica
  - Cierto falso

Para mayor claridad a continuación se ejemplifican estos tipos de exámenes:

1. La pendiente de una recta se calcula:
  - a) Dividiendo el valor en X entre el valor en Y.
  - b) Multiplicando el valor en Y por el valor en X.
  - c) Dividiendo el valor en Y entre el valor en X.
2. Relacione las palabras de la izquierda con su equivalente de la derecha:
  - a) bird \_\_silla

---

b) house	--pájaro
c) car	--casa
d) chair	--carro

3. El seno de  $30^\circ$  es:

Para estos tipos de examen, se necesita almacenar un bloque de preguntas específicas con sus respectivas respuestas, también se requiere que de un examen de respuesta múltiple se puedan elaborar un número considerable de combinaciones, de tal manera que si un estudiante presenta un examen y enseguida lo intenta de nuevo, no se corra el riesgo de repetir el examen y facilitarle la tarea de aprobar la materia por varios intentos con el mismo examen.

Se necesita que las preguntas y respuestas estén relacionadas entre sí y además con el modelo del conocimiento de referencia. Se debe considerar un bloque de preguntas y respuestas bastante amplio para cada materia.

Se deben diferenciar los temas que se van a evaluar de aquéllos que no, ésto es, habrá temas que solo son agrupadores y por lo tanto no se califican, su evaluación se calcula de los subtemas que los constituyen.

Se pueden generar exámenes que contengan preguntas de un tema en especial que el alumno vaya a presentar y también al azar de otros temas del plan de estudios, prerrequisitos al que es el objeto de la evaluación. Lo anterior con el objeto de que el alumno ratifique sus conocimientos anteriores y no se centre exclusivamente en los últimos vistos, con ésto se logra que el estudiante tenga una formación integral en cada uno de los planes de estudio.

Para generar un examen se parte del modelo de conocimiento del alumno y se viaja a la base de las preguntas del tipo o los tipos que ese renglón del conocimiento acepta, generando así un modelo de examen de acuerdo a estos datos.

Es necesario presentarle al alumno su avance en el plan de estudios en el momento que decida presentar un examen, con el objeto de que mida sus tiempos en las eva-

luaciones y se dé cuenta si va a poder terminar todas las materias de dicho plan en el tiempo estipulado en el modelo de conocimiento de referencia.

### 3.3. Modelo conceptual

El acceso al sistema de enseñanza deberá ser controlado por medio de claves de usuario y contraseñas, para ello es necesario distinguir los diferentes tipos de usuarios con los que deberá contar.

El diagrama de la figura 3.1 esquematiza de forma general el sistema y la forma en que los diferentes usuarios interactuarán con él. En el diagrama podemos apreciar que existen cinco tipos de usuarios: administradores, directores, profesores, alumnos y visitantes, cada uno de ellos participa de manera diferente como muestran las flechas de la información que fluye del sistema a los usuarios y viceversa.

Para dar una idea más clara de este diagrama a continuación se describen las características principales de cada uno de ellos y las funciones que podrán realizar en el sistema.

- **Administradores.** Son los encargados del mantenimiento del sistema, tanto de la integridad de la base de datos como de la seguridad y el desempeño de la misma, así como del control de los accesos al sistema por los usuarios. Para llevar a cabo su labor estos usuarios cuentan con el programa manejador de la base de datos del sistema y con el software de programación para mantener los módulos que lo componen.
- **Directores.** Éstos son los encargados de la explotación de la información que contendrá el sistema, bien con propósitos estadísticos o de análisis cualitativo y cuantitativo de los programas de enseñanza, este tipo de usuarios normalmente forman las academias de las escuelas. Su herramienta de trabajo es exclusivamente el sistema y se pueden apoyar en los administradores cuando se requiera

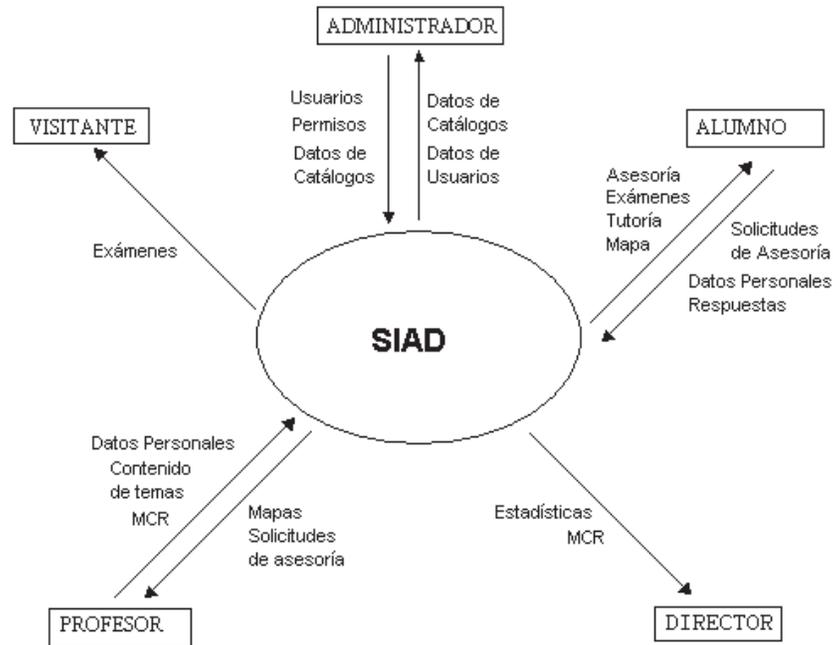


Figura 3.1: Diagrama de contexto del SIAD

de obtener información para la que el sistema no tenga módulos dirigidos a los usuarios.

- **Profesores.** Éstos se encargarán de revisar el avance académico de sus alumnos reflejado por el módulo de evaluaciones en base al modelo del conocimiento de referencia (MCR) y además podrán utilizar el módulo tutorial para introducir en el sistema el contenido de los temas de sus materias, y las preguntas y respuestas requeridas para las evaluaciones, como una ayuda extra para la enseñanza en el aula. Para ellos la herramienta de seguimiento de alumnos son los módulos del sistema y para la introducción de contenidos lo pueden hacer a través de archivos HTML.
- **Alumnos.** Como un gran porcentaje de este trabajo se enfoca a su beneficio, es-

tos usuarios deberán aprovechar el gran potencial que ofrece el sistema. Podrán acceder al conocimiento que el sistema alojará para tener un mejor aprendizaje y saber exactamente su avance en un determinado plan de estudios. Ésto se logra haciendo uso de las funciones de tutoría y evaluación que son la base principal del presente proyecto, éstas deben ser una extensión importante del aula y deben crear un ambiente agradable para el aprendizaje y de confianza para la evaluación de sus conocimientos, sin la presión del tiempo y las fechas únicas de evaluaciones del sistema tradicional.

- **Visitantes.** Estos usuarios podrán acceder al sistema con el propósito exclusivamente de conocerlo y tener una nueva experiencia en la modalidad de la enseñanza por computadora, podrán además hacer algún examen para revisar su grado de conocimientos en algún tema en especial, pero no tendrán acceso a planes formativos como los alumnos o de seguimiento como los profesores.

El siguiente nivel en el sistema lo constituyen las funciones que puede llevar a cabo, el diagrama de la figura 3.2 muestra dichas funciones y la forma en que los usuarios se relacionan con ellas. De acuerdo al diagrama las funciones generales son las siguientes:

1. Administración del sistema
2. Modelado del conocimiento
3. Tutorial
4. Evaluación
5. Seguimiento de estudiantes

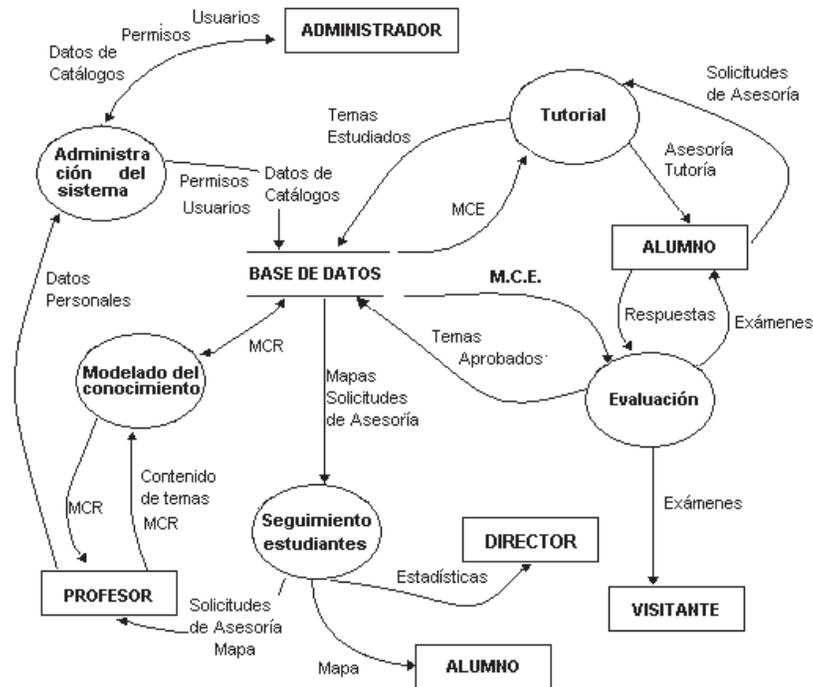


Figura 3.2: DFD de las funciones generales del sistema

### 3.3.1. Administración del sistema

La función que soporta la operación propiamente dicha del sistema es la de administración, ésta es llevada a cabo por los usuarios administradores quienes se encargan de que los servidores trabajen ininterrumpidamente, que la base de datos se mantenga sin daños y no se degrade, que los usuarios tengan los accesos en el momento que lo soliciten y que los módulos no contengan errores. Esta es sin duda la actividad que le da vida a toda aplicación que sirve a una comunidad de usuarios considerablemente grande. Para nuestro modelo el diagrama de flujo de la figura 3.3 esquematiza esta función.

En este diagrama apreciamos los módulos que componen la función que nos permiten la tarea de administrar en el sistema lo siguiente:

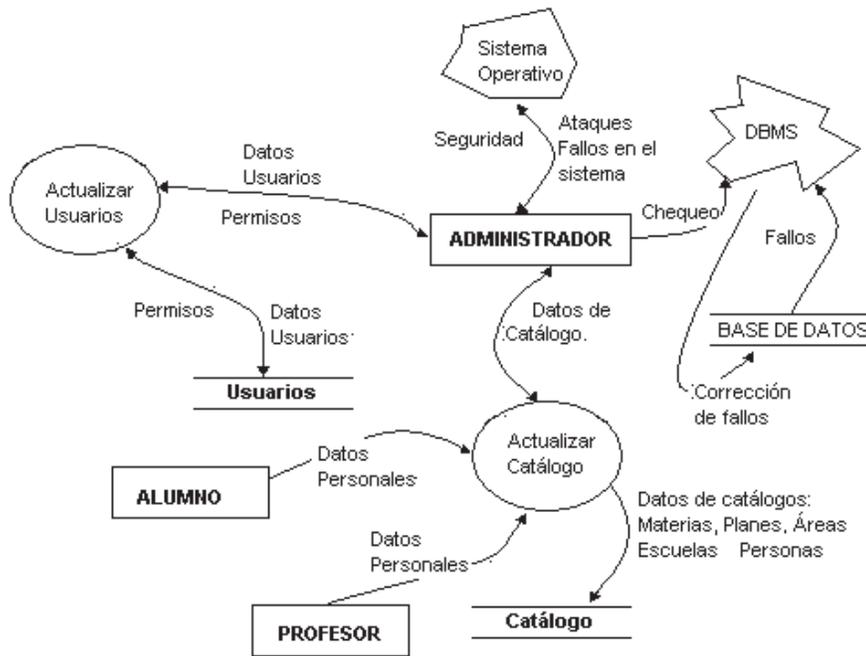


Figura 3.3: DFD de la administración del sistema

- Los catálogos principales
- Los usuarios y sus claves de acceso
- Los accesos al sistema

El mantenimiento a la base de datos y a los programas se hace directamente sobre el servidor web, en el cual también puede instalarse el servidor de bases de datos siguiendo el modelo de medios ambientes operativos dinámicos de una caja [Nguyen01], dicho mantenimiento se logra con las herramientas seleccionadas para la construcción.

### Mantenimiento de catálogos

Los catálogos son la parte de la base de datos donde se guarda la información general del sistema, ésta prácticamente no cambia. En los catálogos se almacenan los datos de las personas (alumnos, profesores y administradores), las claves de usuarios y sus permisos, las materias, las áreas del conocimiento y los planes de estudio. El catálogo de materias (con los contenidos de temas respectivos), el de planes de estudios y el de áreas del conocimiento constituyen el modelo del conocimiento de referencia (MCR). Al asociar un alumno con uno o varios planes de estudios se conforma el modelo del conocimiento del estudiantes (MCE).

En general el esquema de mantenimiento a los catálogos es el mostrado en la figura 3.4.

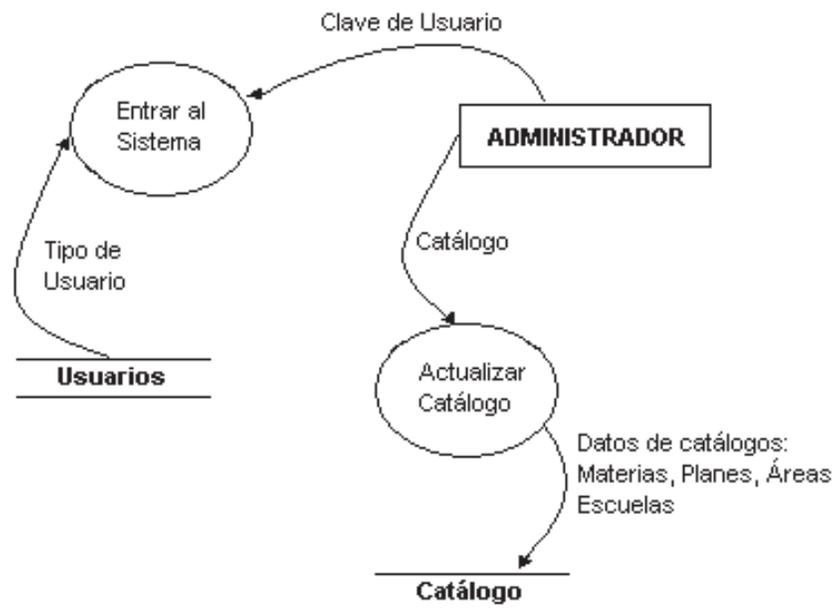


Figura 3.4: DFD de la función de actualización de catálogos

## Mantenimiento de usuarios y sus claves

El catálogo de usuarios representa una clase especial en el sistema, y su esquema de actualización cambia respecto al resto de catálogos ya que se requiere además de dar de alta sus claves soportar el mantenimiento de contraseñas. En el diagrama de la figura 3.5 se muestra la forma en que se da mantenimiento a dicho catálogo.

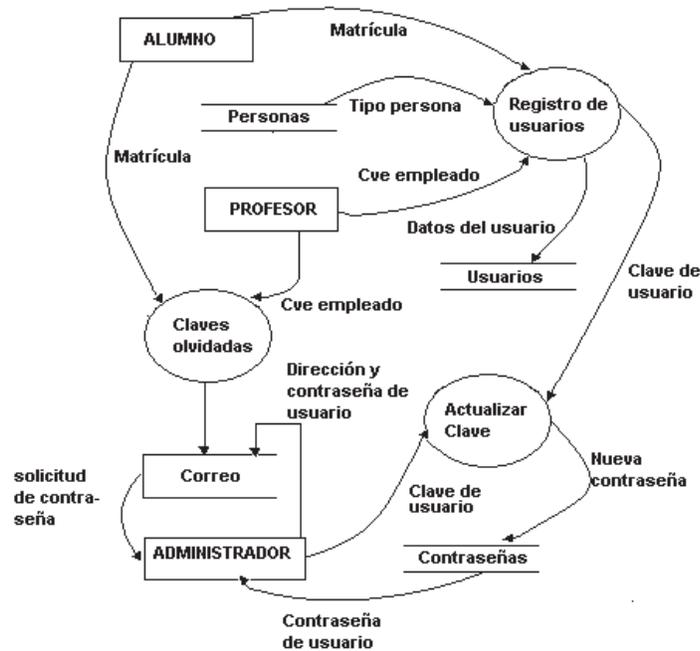


Figura 3.5: DFD de la actualización del catálogo de usuarios

Tomando en cuenta la forma en que se registran los usuarios en la mayoría de los modelos en Internet, se puede considerar que para dar de alta a los usuarios no es necesaria la intervención de algún director o administrador, ya que esta labor los distraería demasiado de sus actividades prioritarias. Por lo tanto se puede dejar a responsabilidad de cada usuario tanto su alta como el mantenimiento de su contraseña.

En caso de que se olvide por alguna razón la clave de acceso o contraseña, tendrá in-

gerencia el administrador para atender este tipo de situaciones.

El diagrama nos muestra la parte del módulo de administración que nos deja la información que necesitan el resto de los módulos, por ejemplo en el caso del catálogo de usuarios, se debe rescatar del estudiante o profesor (Personas) el tipo de persona para definir el perfil de usuario. Este dato se anexa al resto del usuario y se da de alta con su contraseña.

Si una persona que accede al sistema no está registrado en este catálogo, solo tiene derechos de uso como visitante.

En el caso de los usuarios profesores y alumnos, deberán registrar sus datos personales tales como nombre con sus apellidos, domicilio, teléfono, correo electrónico y número de empleado o alumno, de tal manera que pueda establecerse una comunicación entre estos a través de diferentes medios o incluso personal [Hamburg02]. Esto nos permitirá establecer una comunicación entre todos los usuarios mediante foros de intercambio de experiencias en el aprendizaje a distancia.

Los usuarios internos tienen, inmediatamente que se registran, acceso a la información haciendo uso del módulo correspondiente.

Un profesor por ejemplo (ver esquema de la figura 3.2):

- Introduce información referente al MCR mediante el módulo de modelado del conocimiento y
- Puede ver los avances de los estudiantes a través del módulo de seguimiento de estudiantes.

Un estudiante por su parte (ver esquema de la figura 3.2):

- Tiene acceso al sistema haciendo uso del módulo tutorial para estudiar los temas de las materias del MCE al que se haya dado de alta,
- Puede presentar las evaluaciones mediante el módulo de evaluación y
- Puede ver su nivel de avance con el módulo de seguimiento de estudiantes.

## Control de accesos al sistema

Una de las funciones más importantes en el sistema es sin duda el control de acceso de los usuarios al mismo. Si no se tiene cuidado en esto el sistema puede ser dañado por intrusos o por los mismos usuarios si no tenemos cuidado con el control de sus permisos de acceso a la información.

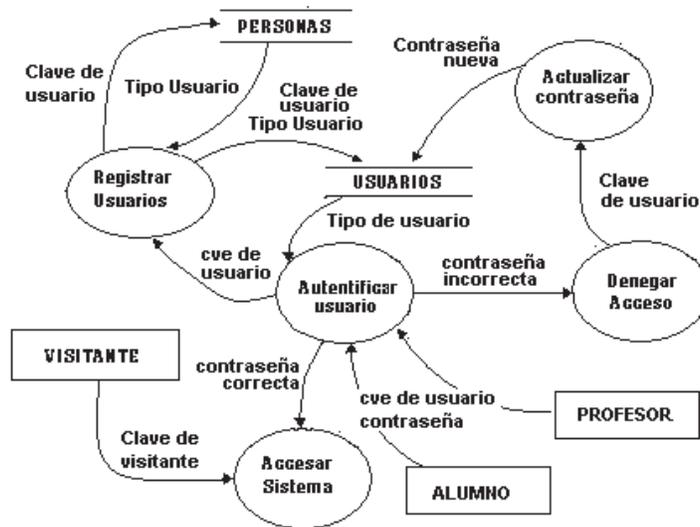


Figura 3.6: DFD del control de acceso de usuarios al sistema

La manera en que se lleva a cabo se muestra en el esquema de la figura 3.6. En el esquema se agrega una parte del mantenimiento al catálogo de usuarios, cuya inclusión se explica enseguida en la forma de interaccionar del módulo.

1. Un usuario intenta su ingreso al sistema haciendo uso del módulo “autenticar usuario”.

2. El módulo “autenticar usuario” verifica su clave y contraseña en el catálogo de usuarios para darle permiso de entrar o negárselo.
3. Si el usuario no está registrado se le propone que se registre y se transfiere el control al módulo “registrar usuarios”.
4. Si el usuario no se registra no podrá hacer uso del sistema, a no ser que intente entrar como visitante.
5. Si el usuario no da bien su contraseña se transfiere al módulo “actualizar contraseña”.

El registro de alumnos y profesores pueden llevarlo a cabo ellos mismos, aunque pudiese hacerse uso de la información oficial de la Institución y hacer el registro en forma masiva, esta labor la puede llevar a cabo alguno de los administradores de la BD del sistema con la autorización y supervisión del administrador de la BD institucional.

### **3.3.2. Modelado del conocimiento**

Este módulo representa la columna vertebral del sistema, en él se dan de alta los planes de estudio, las materias que componen un plan, los temas de cada materia y la asociación entre los temas de cada materia. Con esto queda creado prácticamente el universo del conocimiento de referencia.

Una vez que toda esta información es proporcionada al sistema, se puede obtener el modelo del conocimiento de referencia (MCR), por área del conocimiento, por escuela, por plan de estudios o por materia, según se requiera. Para un alumno también es posible obtener su modelo del conocimiento en este nivel de desglose. Cuando se asocia un estudiante a alguna escuela se hace también a un plan de estudios, lo cual lo ubica en ese momento en un subconjunto del MCR, este subconjunto representa el modelo del conocimiento del estudiante (MCE).

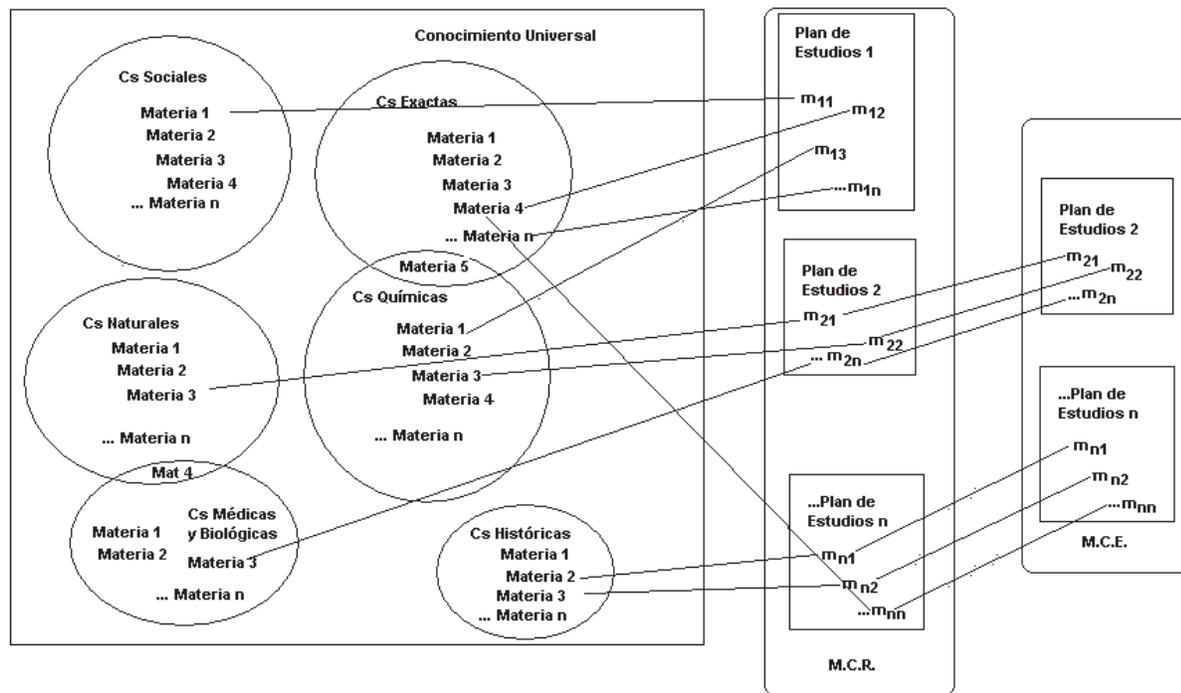


Figura 3.7: Modelo del conocimiento de referencia (MCR) y del estudiante (MCE)

El esquema de la figura 3.7 nos muestra la forma en que se conceptualizó el modelo del conocimiento. En esta figura se puede ver que el conocimiento universal lo forman los conjuntos identificados como áreas del conocimiento, tales como ciencias sociales, ciencias naturales, entre otras. Las áreas del conocimiento están formadas por un conjunto específico de materias. De este universo se hace un mapeo, mostrado en el recuadro del centro, conformado por planes de estudio, éstos se forman de las materias del conjunto universal del conocimiento, este subconjunto del conjunto universal del conocimiento es lo que se define como el MCR. En el extremo derecho de la figura tenemos un subconjunto del MCR, éste se forma al situar a un estudiante en aquella escuela o escuelas que ofrecen los planes de estudio extraídos del MCR y se conoce como MCE.

El MCE representa un modelo específico del conocimiento con fines formativos para la vida profesional de los alumnos. En general en nuestro entorno educativo un alumno sólo se asocia a un plan de estudios.

El MCR es el modelo del conocimiento extraído del conjunto universal en el que un alumno se desenvolverá, generalmente representado por alguna institución educativa.

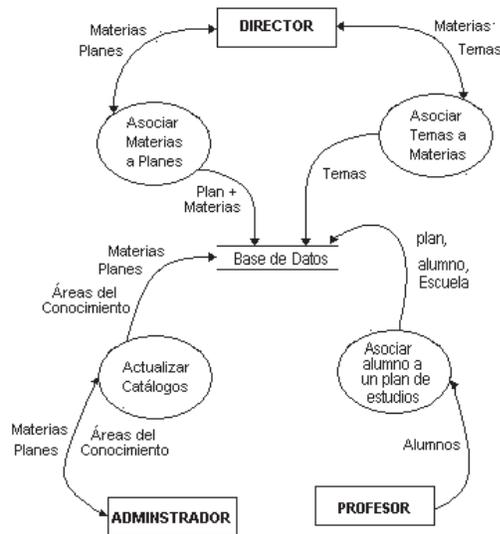


Figura 3.8: DFD del modelo del conocimiento de referencia y del estudiante (MCR, MCE)

El DFD para llevar este modelo a nuestro sistema es el de la figura 3.8. Las funciones que forman el Modelo del conocimiento de referencia son: “Actualizar catálogos” y “Asociar materias a planes”. En este diagrama aparece una función con la que se complementa el modelo a un nivel más fino aún: “Asociar temas a materias”, ésta es de gran utilidad en la introducción de los contenidos que le serán presentados al estudiante a través del módulo tutorial.

En el momento que los profesores dan de alta a sus alumnos en los planes de estudios existentes en la escuela o escuelas donde laboren (función “Asociar alumno a un plan de estudios” de la figura 3.8) se crea el MCE. Éste es la base para la

presentación de las lecciones al estudiante por parte del módulo tutorial y para la elaboración de los exámenes del estudiante por el módulo de evaluaciones.

### 3.3.3. Tutorial

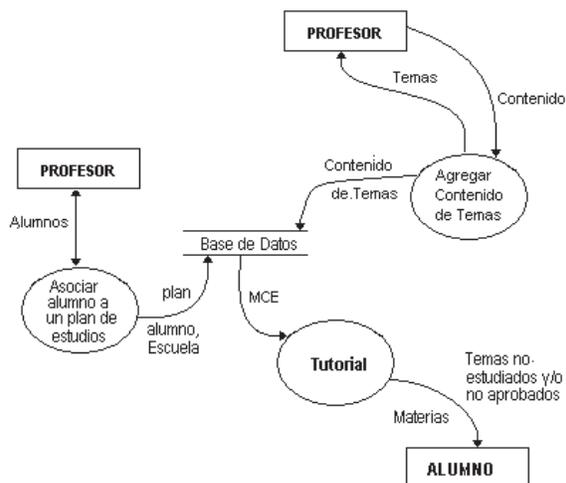


Figura 3.9: DFD para obtener el MCE para el tutorial

Situando un alumno en el MCR obtenemos su MCE, el diagrama de la figura 3.9 muestra la forma en que se logrará esta tarea. En el diagrama se han asociado los módulos participantes en la construcción del MCE, con la finalidad de mostrar el trabajo en general que se debe llevar a cabo para alimentar al tutorial, ya que éste finalmente utiliza la información que se deposita en la base de datos para efectuar su función.

Como se mencionó al inicio de este proyecto no se ha hecho mucho énfasis en la construcción de la parte tutorial por ser un trabajo conjunto con otro tesista y se deja la atención a los diferentes tipos de inteligencias a la tesis que aborda tal tema en el proyecto. En este trabajo sólo se ha hecho una función para que el estudiante tenga

acceso a los contenidos de los temas y pueda registrar aquéllos que vaya estudiando para que el módulo de evaluación le elabore los exámenes correspondientes.

En base a lo anterior, se explica enseguida el trabajo realizado al respecto.

El módulo tutorial sirve para que el alumno vaya estudiando cada uno de los temas que forman su MCE. Se le presentan los temas para su estudio y será responsabilidad de él mismo el trabajo de ir estudiando previamente los temas en que quiera evaluarse, de tal forma que una vez que esto suceda el módulo de evaluaciones lo tome en cuenta para generar el o los exámenes que sean necesarios para su evaluación.

La presentación de las materias y temas del alumno se hace en forma de tabla de contenido, y los subtemas que tengan asociados los apuntes de estudio para el alumno se presentan como ligas, al estilo del navegador, de tal forma que el alumno con el simple hecho de darle click a esta liga tenga a su alcance el contenido del tema. En la figura 3.10 se ejemplifica lo anterior:

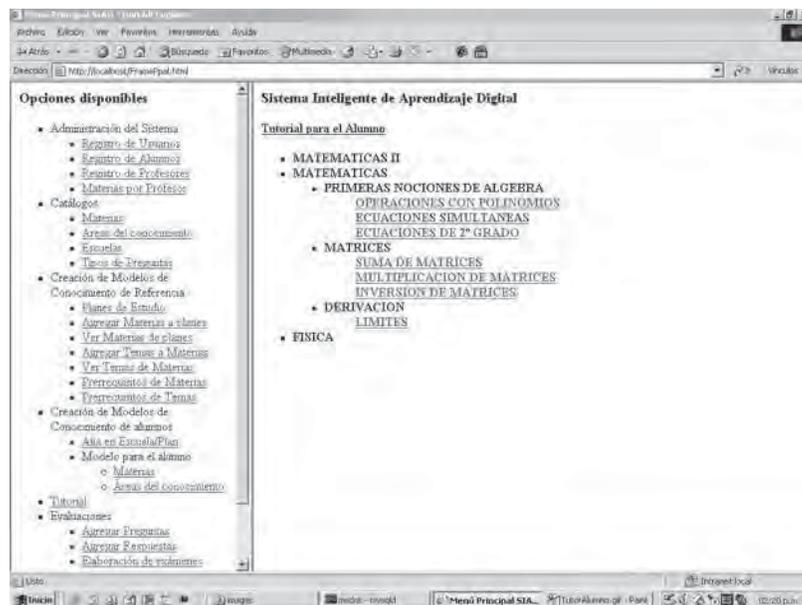


Figura 3.10: Plan de estudios para el alumno

Vemos en este ejemplo que el MCE lo configuran 3 materias: Matemáticas, Física

y Matemáticas II. Matemáticas tiene tres temas asociados a ella (Primeras nociones de Álgebra, Matrices y Derivación), de los cuales se muestran los subtemas en forma de liga. Cuando el alumno pase el ratón por encima del subtema le aparecerá la liga y ruta de acceso del archivo asociado con el mismo en la barra de estado del navegador. Al dar click se debe mostrar el archivo con el contenido del tema para que el alumno lo estudie y junto con el contenido, la opción de marcar el tema como estudiado, para que el módulo de evaluación lo tome en cuenta para su siguiente examen.

Por ejemplo, supongamos que el alumno escoge el tema de ecuaciones simultáneas, aparecerá un apunte como el siguiente:

### *ECUACIONES LINEALES SIMULTÁNEAS CON DOS VARIABLES*

*Una expresión general de un sistema lineal de dos ecuaciones con dos variables es:*

$$a_1x + b_1y + c_1 = 0 \quad a_1 \neq 0 \quad \text{o} \quad b_1 \neq 0$$

$$a_2x + b_2y + c_2 = 0 \quad a_2 \neq 0 \quad \text{o} \quad b_2 \neq 0$$

*Se dan a continuación dos métodos para resolver tales sistemas.*

- 1. Solución simultánea por sustitución. Se resuelve una de las ecuaciones para una de las variables en términos de la otra y se sustituye la variable por esta expresión en la otra ecuación. Ésta, junto con cualquiera de las dos ecuaciones originales, forma un sistema equivalente (propiedad sustitución de la igualdad).*

*Puesto que la ecuación obtenida por sustitución contiene una sola variable, podemos resolverla para ella. Ejemplo: Resolver el sistema:*

$$3x + y = 5$$

$$x - 2y = 4$$

***Solución:*** *Primero hemos de resolver una de las ecuaciones sea para  $x$  o para  $y$ ,*

y notamos que podemos evitar fracciones si resolvemos para  $y$  en la primera ecuación o para  $x$  en la segunda. Resolvamos la primera ecuación para  $y$  en términos de  $x$ . De ella obtenemos:  $y = 5 - 3x$

Ahora sustituyamos  $y$  por esta expresión en la segunda ecuación:

$$x - 2(5 - 3x) = 4$$

Dado que esta es una ecuación lineal de una variable, podemos resolverla para  $x$ :

$$x - 10 + 6x = 4$$

$$7x = 14$$

$$x = 2$$

...

El anterior es solo un ejemplo de lo que pudiese aparecer en una lección de un tema en especial. Dicho ejemplo es muy sencillo y no representa la forma estándar de presentación del contenido de temas, éste queda disponible a la habilidad del profesor el cual puede incluir material de otro tipo, como gráficas, imágenes, sonido o lo que crea conveniente para que los estudiantes se interesen por el tema [Paris03]. Todo material incluido en los apuntes queda supeditado a lo que el navegador puede interpretar para ser presentado al usuario final en Internet.

Al cerrar el documento del tema, éste será registrado en el MCE como estudiado, de tal forma que a partir de ese momento el alumno puede seleccionarlo para ser evaluado. Si considera que aún no asimila los conocimientos para presentar un examen debe simplemente salir del tema y regresar al sistema cuando lo juzgue conveniente para continuar su estudio o solicitar su evaluación.

Con el hecho de registrar los temas que el alumno ha estudiado, el mapa del conocimiento para ese alumno debe cambiar de aspecto. El mapa se elaborará utili-

zando tablas en donde los temas estudiados aparecerán en color amarillo, indicando que el alumno no ha presentado los exámenes respectivos, aquellos temas que no ha estudiado aparecerán en rojo, para darle un aviso de alerta en su plan de estudios, y finalmente, los temas que ha estudiado y logrado acreditar con los exámenes respectivos aparecerán en verde.

La figura 3.11 nos muestra el esquema propuesto.

MATERIAS	TEMAS			
Matena1	tema1	tema2	tema3	tema4
Matena2	tema1	tema2	tema3	tema4
Matena3	tema1	tema2	tema3	tema4
Matena4	tema1	tema2	tema3	tema4

Figura 3.11: Mapa de avance en el MCE

### 3.3.4. Evaluación de estudiantes

Es ésta la parte que presenta el principal reto en el desarrollo de este trabajo de tesis. Es aquí donde pretendemos dar un giro de 180° a los actuales modelos de evaluación, los cuales representan para los alumnos una encrucijada difícil de afrontar.

El esquema mostrado en la figura 3.12 nos presenta un panorama general de la forma en que se afronta este reto.

Por ser la función más importante de este proyecto es necesario explicar su funcionamiento hasta el nivel más bajo, para esto se describirá cada elemento. En el diagrama de la figura 3.12 aparece el módulo tutorial solamente para mostrar que

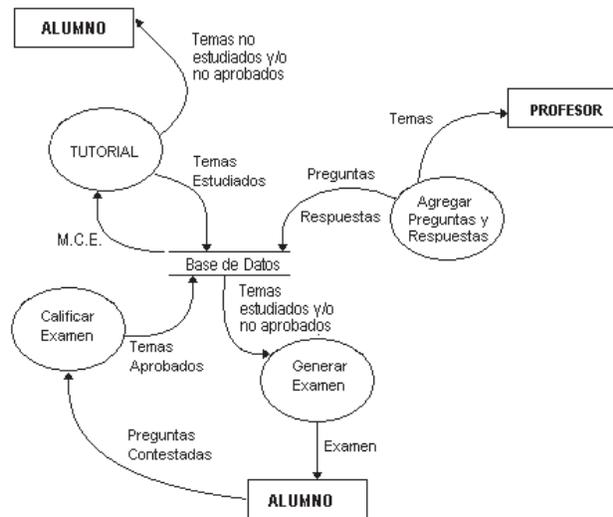


Figura 3.12: DFD de la función de evaluaciones

un alumno debe primero hacer uso de él para preparar sus temas y una vez que lo ha hecho entra en funcionamiento el módulo de evaluación propiamente dicho.

### Agregar preguntas y respuestas

Para que el alumno pueda tener información suficiente para presentar sus exámenes es necesario que se hayan dado de alta el MCR y el MCE, de tal manera que una vez hecha esta labor se debe complementar el MCR con las preguntas y respuestas necesarias en la elaboración de exámenes. Para esto se deben seguir los pasos esquematizados en la figura 3.13.

- Registrar las materias y asociarlas con una área del conocimiento, esto lo hacemos con el módulo agregar materias.
- Agregar los temas y asociarlos con cada una de las materias que existan en el catálogo.

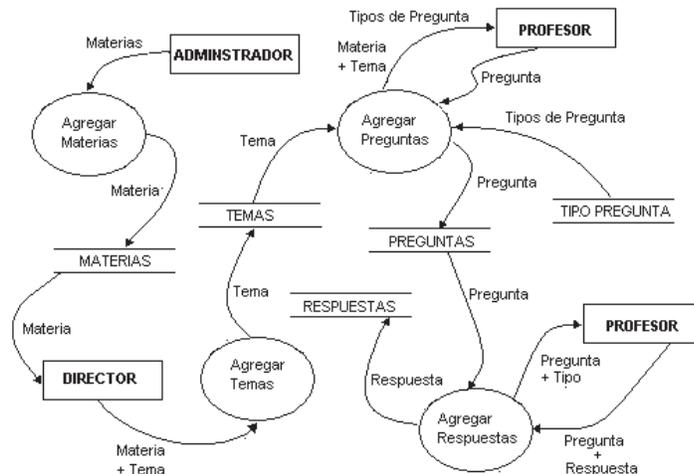


Figura 3.13: DFD de la función agregar preguntas y respuestas al MCR

Cuando este trabajo es llevado a cabo se tiene el nivel más fino del MCR en la base de datos y estamos listos para empezar a dar de alta la información para el tutorial y para el evaluador. Lo anterior lo haremos con las funciones: “Agregar contenido de temas” (ver figura 3.9), “Agregar preguntas” y “Agregar respuestas” del módulo de evaluación (ver figura 3.13).

Para agregar preguntas se debe escoger un tema en especial y teclear la pregunta y su tipo, solicitando al sistema la registre en la base de datos.

Las respuestas se agregan de acuerdo al tipo de pregunta, en este caso solo tendremos tres tipos: de respuesta única (numérica o cadena de caracteres fija), de relación y de opción múltiple. Para las dos primeras solo se deben ingresar respuestas correctas y para la última por lo menos una de las respuestas debe ser correcta para que el generador pueda mezclar y presentar varias combinaciones en exámenes consecutivos del mismo alumno.

## Generar Examen

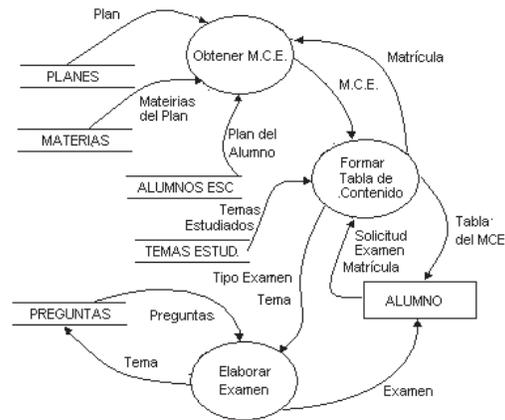


Figura 3.14: DFD de la función generación de exámenes

El diagrama de la figura 3.14 muestra los pasos a seguir para que a un alumno se le genere algún examen en el momento que lo solicite. En los párrafos siguientes se explica el proceso.

Una vez que el MCR está listo, los profesores pueden registrar a sus alumnos en los planes de estudios y con ello ubicarlos en el MCE, de tal forma que cualquier alumno que haga uso del sistema esté listo para repasar sus apuntes o bien para llevar a cabo sus evaluaciones.

El alumno puede solicitar exámenes en cualquier momento de aquellos temas que haya marcado en el sistema como estudiados. La única restricción para hacerlo la representan los prerrequisitos entre temas, esto quiere decir que solo se pueden elaborar exámenes de temas cuyos prerrequisitos ya hayan sido acreditados por el estudiante. Aquellos temas sin prerrequisitos quedan a la libre elección de los estudiantes.

La generación de un examen es muy sencilla, primero los temas deben contener un buen número de preguntas de tal forma que la función generadora de modelos de

examen tenga suficiente información para elaborar diferentes exámenes de diferente tipo y del mismo tema.

La generación se arranca cuando el alumno se conecta al sistema ejecuta el módulo de evaluaciones/generación de exámenes. Cuando se logra el acceso el módulo debe elaborar la tabla de contenido de su MCE y para eso envía la matrícula del alumno a la función “Obtener MCE”.

Hecho lo anterior se ubica la matrícula del alumno en la tabla que indica en qué plan se encuentra, y se recaban las materias del plan (MCE) con cada materia obtenida se enlazarán los temas de cada una de ellas. Se puede presentar el árbol del MCE o simplemente los temas que el alumno ha estudiado para que seleccione aquél del que requiere un examen y el tipo del mismo.

Con los datos de tipo de examen y tema se llama al módulo elaborar examen el cual obtiene las preguntas del tema en la base de datos y elabora el examen correspondiente para presentarlo al estudiante. En este momento el alumno debe contestar el examen y cuando termine debe solicitar que se califique para arrancar la función siguiente.

### **Calificar Examen**

La calificación del examen es un proceso muy sencillo, simplemente se reciben las preguntas y respuestas del examen presentado por el estudiante, se viaja a la base de datos con esta información y se comparan las respuestas contra las de la base de datos una a una para obtener el total de aciertos del estudiante y por lo tanto su calificación. Lo anterior se hace de acuerdo al esquema de la figura 3.15.

Los pasos para la evaluación, de acuerdo al esquema, son los siguientes:

- Del examen elaborado por la función “Elaborar Examen” se recibe el tipo y sus preguntas en la función “Presentar Examen Tipo”.
- El alumno contesta este examen y solicita ser calificado.

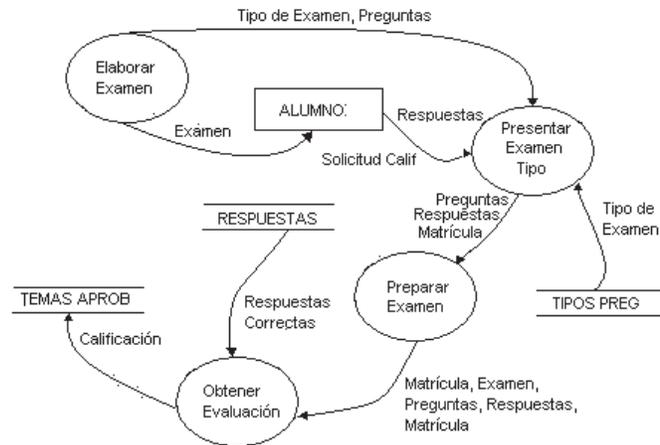


Figura 3.15: DFD de la función calificación de exámenes

- La función “Presentar Examen” recaba esta información y se enlaza con la función “Preparar Examen”, la cual reacomoda la información y la envía a la función “Obtener Evaluación”.
- Finalmente, la función “Obtener Evaluación” hace la comparación con las respuestas de la base de datos y registra el resultado si es aprobatorio en los temas aprobados, en caso contrario se puede anotar el intento de acreditar el tema por parte del estudiante en el tema en cuestión, si así se requiere para análisis posterior.

### 3.3.5. Seguimiento de estudiantes

El mapa presentado en la figura 3.11 es tan solo una de las herramientas que el sistema ofrece para el seguimiento de estudiantes, el sistema contiene mucha más información y se pueden elaborar otro tipo de reportes, los cuales enriquecerán esta información. El DFD del módulo es el mostrado en la figura 3.16.

Con este módulo se le da la facilidad a los profesores de que analicen el avance

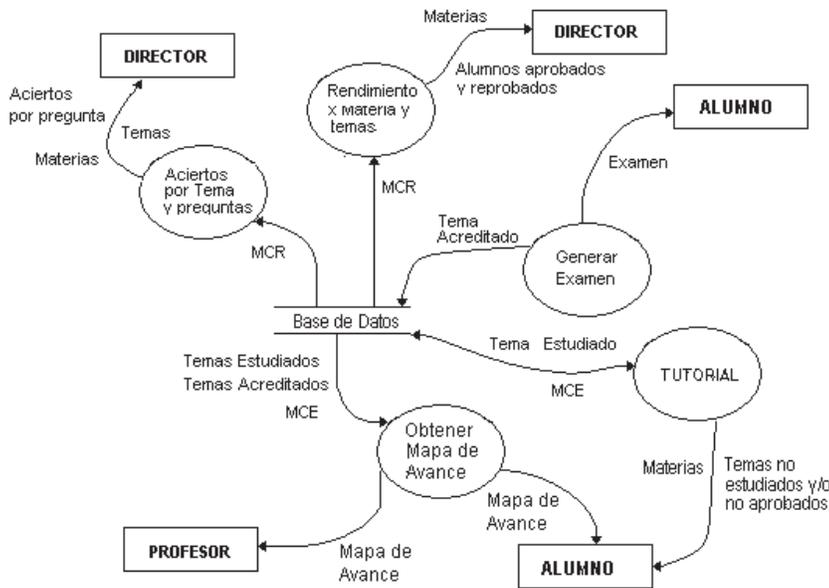


Figura 3.16: DFD de la función de seguimiento de estudiantes

de sus alumnos en cada una de las materias que imparten, así como sus evaluaciones. También es básico para que un alumno en especial revise su avance en el MCE y estime los tiempos para terminar correctamente sus estudios en todas las materias que debe acreditar.

Otros usuarios que pueden participar son los directores, éstos pueden obtener aquella información que servirá para hacer trabajo de planeación, por ejemplo al revisar los temas que son más reprobados, se pueden ajustar las preguntas o revisar los contenidos de los temas de estos bloques con el propósito de encontrar posibles problemas en los planteamientos o incluso en los mismos contenidos y corregir o ajustar lo que sea necesario.

## 3.4. Conclusiones

El diseño lógico del sistema, desde el punto de vista del desarrollo de aplicaciones, representa el modelo conceptual del mismo. Hasta aquí se han descrito las características deseables del sistema, derivadas del problema planteado en la introducción. En el modelo propuesto se han considerado además algunas características observadas en las aplicaciones descritas en la revisión del estado del arte. Aquí se ha descrito la propuesta de solución hasta el qué debe hacer la aplicación y qué funciones debe incluir para realizar la tarea de llevar el conocimiento a los estudiantes y generar las evaluaciones correspondientes. Por otro lado también se ha señalado que se puede almacenar información en el sistema de los resultados obtenidos por los estudiantes, hasta el nivel que se juzgue conveniente, con el propósito de evaluar el proceso enseñanza-aprendizaje.

# Capítulo 4

## Diseño físico del sistema

### 4.1. Introducción

El desarrollo de aplicaciones pasa por diferentes etapas a saber: ingeniería y análisis del sistema, análisis, diseño, codificación, prueba y mantenimiento, desde el punto de vista del ciclo de vida clásico de la ingeniería de software [Pressman93]. En el capítulo 3 se ha planteado el modelo lógico del sistema propuesto en este trabajo, en él se han definido las funciones básicas que debe llevar a cabo. Apegándonos al ciclo de vida clásico, en el presente capítulo se describen aquellos elementos del sistema derivados propiamente de la etapa del diseño: la estructura de los datos, la arquitectura del software, el detalle procedimental y la caracterización de la interfaz. Se inicia con la descripción de la estructura general lo cual define las herramientas de desarrollo necesarias y enseguida se plantea el diseño de la base de datos que almacenará la información del MCR, éste representa la parte más importante del sistema. Es en el MCR donde se basa en gran medida el funcionamiento del sistema puesto que de él derivan las funciones “Tutorial” y “Evaluación” las cuales son la mayor contribución de este trabajo al proceso de enseñanza-aprendizaje y evaluación del mismo apoyados en computadora.

## 4.2. Estructura general

En el esquema de la figura 4.1 se muestra la forma en que está construido el sistema. En este caso como los diagramas de flujo de datos no incluyen los modelos que utilizan Internet se utiliza la modalidad propuesta por la ingeniería de software para tal efecto [Braude03]. En esta figura se observa lo siguiente:

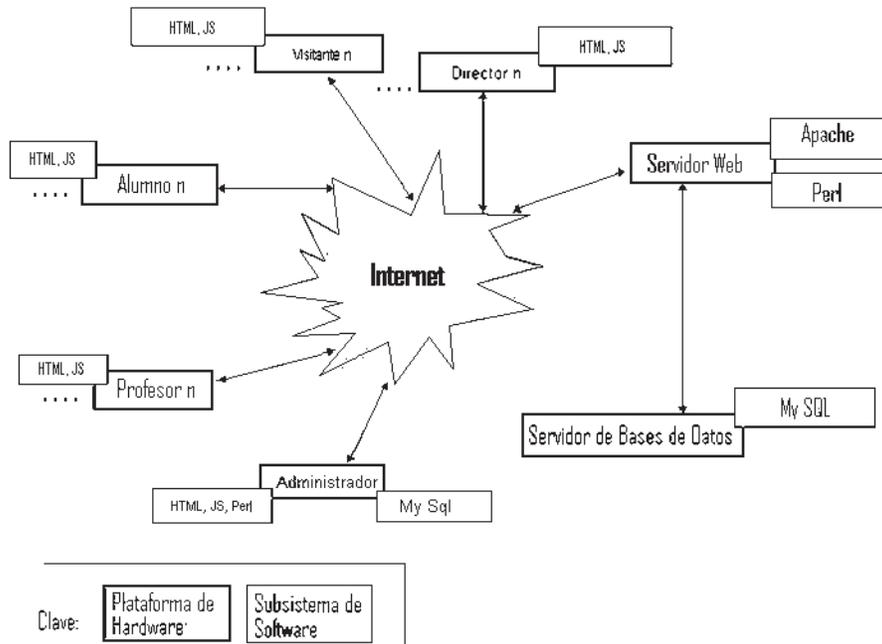


Figura 4.1: Diagrama de la arquitectura del sistema

- a) El software del sistema (html y perl) se encuentra residiendo en un servidor web Apache en la máquina servidora.
- b) La Base de datos (en MySql) se localiza en un servidor de bases de datos (puede ser el mismo equipo que el del software).

- c) La presentación a los usuarios (alumnos, profesores, directores y visitantes) se hace a través de html y Java Script [Orós02], utilizando el navegador instalado en cada uno de sus equipos personales, es decir de las máquinas clientes.
- d) El administrador puede manipular la base de datos y los módulos del sistema a través del software en que se construye éste (HTML, Java Script o Perl) [Tittel00] [Deep96] utilizando la red (como se muestra) o directamente sobre el servidor, si se conecta como usuario local a través de una terminal.

Los programas generales de navegación se localizan en el directorio principal del servidor web, en este caso Apache, y los restantes en el directorio que contiene la interface CGI para generar páginas dinámicamente [Deep96] y lograr la comunicación con el servidor de la base de datos.

### 4.3. Herramientas de desarrollo

La base de datos está construida con MySQL, un software de utilización libre y que permite manejar bases de datos del modelo relacional. Se ha optado por este software ya que es lo bastante robusto como para soportar el manejo de llaves foráneas, primarias e índices para facilitar las relaciones entre las diferentes tablas que configuran el modelo del conocimiento que se pretende construir.

Las páginas de navegación y entrada al sistema, así como la presentación del menú principal del mismo están construidas en el lenguaje para manejo de hipertexto HTML, utilizando cualquiera de los editores de texto disponibles en windows para su codificación y probando directamente su funcionamiento en el navegador explorer 2000 de Microsoft. Para el resto de las páginas del sistema, principalmente consulta, administración y navegación, se utiliza lenguaje Perl, ya que permite construir páginas web al vuelo mediante la interfaz CGI que además acepta el paso de parámetros entre el servidor y los clientes. Incluye también la interfaz DBI para la comunicación con

la Base de Datos.

Los accesos a la base de datos, tanto de consulta como de actualización se hacen en lenguaje SQL estándar, lo cual da la gran ventaja de la transportabilidad a cualquier otra plataforma de manejo de bases de datos relacionales, en caso de que se necesite hacerlo en un futuro.

## 4.4. Acceso y operación del sistema

Existe una página inicial del sistema, en ésta se presenta una breve semblanza del mismo, sus objetivos y orientación. Existe también un enlace a la página de la facultad e información adicional para los usuarios que tengan dudas acerca del manejo o detecten problemas en el mismo. Esto permitirá mantener actualizado el sistema y se podrá contar con la ayuda de los usuarios para irlo depurando continuamente. Esta página contiene también el punto de arranque del sistema, lo anterior mediante una liga a la página del menú principal del mismo.

Para instalar el sistema es necesario llevar a cabo los siguientes pasos:

- a) Configurar el servidor de web Apache en la computadora que hará las funciones de servidor de Internet.
- b) Instalar el software MySQL para el servidor de bases de datos.
- c) Crear la base de datos DBSIAP en el directorio donde se instaló el software Mysql, normalmente:

```
MySQL\Data
```

para windows y para linux se instala en el directorio de la aplicación y se configura el path de la base de datos en MySQL.

- d) Instalar el software del sistema: páginas html en el directorio:

```
c:\Archivos de programa\Apache group\Apache2\htdocs
```

los programas perl en el directorio:

```
c:\Archivos de programa\Apache group\Apache2\cgi-bin
```

en windows y en linux en los directorios

```
public_html  
public_html/cgi-bin
```

de la aplicación respectivamente.

- e) Configurar el servicio de Apache para que ejecute la interfaz cgi y los archivos de perl (extensión pl).

Después de la instalación se debe probar el servicio con las interfaces CGI y DBI. Si todo funciona se está en condiciones de arrancar el sistema.

Los pasos a seguir para tener acceso al sistema son los siguientes:

- a) Dar de alta a profesores, alumnos y administradores en el catálogo general de personas.
- b) Dar de alta las claves de usuarios y sus claves personales en el catálogo de usuarios, para poder definir los permisos de acceso.
- c) Configurar los permisos de cada usuario, de ser posible por paquete de usuarios, para controlar su navegación por el sistema.

Una vez llevados a cabo estos pasos cualquier usuario registrado en el catálogo podrá hacer uso de los módulos que lo integran. Como se mencionó existen 5 tipos de usuarios a saber (ver figura 4.1): administradores, directores, profesores, alumnos y visitantes. El esquema de la figura 3.1 muestra la forma en que estos usuarios interactúan con el sistema y en el apéndice B (Manual del usuario) se detalla la forma de interactuar con las funciones del sistema.

## 4.5. Estructura de la base de datos

Los sistemas comerciales para el apoyo del proceso enseñanza-aprendizaje (ver capítulo 2) contienen una gran cantidad de exámenes preelaborados con sus respuestas definidas, la única variedad que contienen es la forma en que éstos son presentados al estudiante. En la estructura de la base de datos de nuestro modelo se ha utilizado la forma más sencilla de representar el conocimiento en la Inteligencia Artificial, esto es el modelo del conocimiento relacional [Rich94] [Tanimoto95] con el objeto de elaborar exámenes a partir de esta representación. A esta forma de representación del conocimiento no se le había puesto mucha atención pero finalmente ha sido considerada y es ampliamente utilizada en experimentos de inteligencia artificial. “El modelo de bases de datos relacionales es particularmente bueno para manejar grandes colecciones de información regularmente estructurada” [Tanimoto95].

En esta primera versión no se ha llegado a un nivel muy profundo en el modelo del conocimiento, sin embargo se han dejado las bases para poder hacerlo en algun versión posterior en la cual se podrán utilizar las operaciones básicas del modelo relacional a saber: selección, proyección y reunión respectivamente para accesar y en un grado menor para inferir el conocimiento almacenado en la base de datos. “Estas operaciones pueden ser utilizadas en combinación con métodos de inferencia más poderosos (como la resolución en el cálculo de predicados) para lograr una combinación de inteligencia y eficiencia en un sistema basado en el conocimiento” [Tanimoto95].

Para lograr la estructura final del sistema se han aplicado las reglas para el modelado de datos y diseño de bases de datos relacionales sugeridas por el centro de educación de Oracle [University96] conocido como “Modelado ER de Bases de Datos Relacionales”. El modelo entidad-relación (modelo E-R) fue introducido por Peter Chen en 1976 [Kroenke96] y desde entonces ha sufrido varias modificaciones llevadas a cabo por el creador del modelo y otros investigadores del campo de las bases de datos. Los pasos sugeridos por Oracle para llevar a cabo el modelado, y seguidos en

nuestro proceso, son los siguientes:

- a) Elaboración de una reseña en la que se plantean las necesidades y requerimientos del sistema en general.
- b) Selección de las diferentes entidades(E) de datos que participan en la reseña.
- c) Identificación de los datos (atributos) particulares de cada entidad.
- d) Elaboración de un esquema general de las entidades(E) del sistema.
- e) Esquematización de las relaciones(R) entre cada entidad.
- f) Aplicación de las reglas de normalización al diagrama general.
- g) Depuraciones sucesivas, hasta obtener el modelo final.
- h) Transportar el modelo final al manejador de la base de datos con el que se construirá la estructura física que lo soportará.

#### 4.5.1. Modelado ER de la base de datos

De acuerdo a los puntos señalados en el párrafo anterior enseguida se continúa con el modelado de la base de datos hasta obtener el diagrama ER de la misma.

La reseña del sistema se ha reflejado en el planteamiento del problema de este trabajo (Capítulo 1). El paso b) señala que se deben seleccionar las diferentes entidades de datos que participan en la reseña. Antes de enlistarlas es necesario hacer una aclaración del concepto “Entidad” en el modelado ER. El centro educacional de oracle considera las siguientes definiciones de entidad [University96]:

- Un objeto de interés para el negocio
- Una clase o categoría de objeto
- Algo con nombre

- Un sustantivo
- Algo significativo acerca del cual el negocio necesita información

Aunque en nuestro entorno educativo el concepto negocio no se aplica es importante relacionarlo con el de “Escuela” o a nivel más general “Institución”.

Desde el punto de vista del diseño de bases de datos una entidad es algo que puede identificarse en el ambiente de trabajo de los usuarios de un sistema, algo importante para ellos en la aplicación que se va a desarrollar [Kroenke96]. Aplicando esto a nuestro modelo las entidades que se identifican en el planteamiento del problema son las siguientes:

- Alumnos,
- Profesores,
- Escuelas,
- Planes de Estudios,
- Exámenes,
- Áreas del conocimiento,
- Materias,
- Temas,
- Respuestas,
- Preguntas y
- Usuarios

Identificadas las entidades es necesario definir los atributos que las componen. Los “atributos”, llamados en ocasiones “propiedades” son los que describen las características de una entidad [Kroenke96]. El modelo ER contempla que las ocurrencias de una entidad tienen los mismos atributos y éstos pueden ser de valor único o múltiple, o bien compuestos.

El centro educacional de Oracle considera en el modelado de bases de datos relacionales las siguientes definiciones de atributo [University96]:

- Nombres utilizados para describir entidades
- Piezas específicas de información que necesitan ser conocidas

Además todas las entidades deben tener atributos o no lo serían [University96].

Así, los atributos identificados en cada entidad de las enlistadas anteriormente se esquematizan en la figura 4.2.

Las entidades pueden asociarse unas con otras en “relaciones” [Kroenke96]. Existen relaciones de diferentes grados, el “grado” de una relación lo define el número de entidades que se asocian a través de ella. Para nuestro modelo solo se contemplan relaciones binarias o de grado 2 [Kroenke96].

Para nuestro modelo se definieron las relaciones en la base de datos entre las diferentes entidades que la forman atendiendo a la nomenclatura que a continuación se describe. Dicha nomenclatura se ha tomado, por un lado, de las definiciones manejadas en Oracle [University96] y por otro, de los iconos representativos de la herramienta para diseño de bases relacionales ERwin [Inc97] de la firma Platinum Technology.

Desde el punto de vista de Oracle [University96] las definiciones de relación son las siguientes:

- Manera en que una entidad relaciona a otra.
- Reglas del negocio que unen negocios con necesidades
- Lo que un objeto tiene que hacer con otro



Figura 4.2: Entidades del sistema y sus atributos

- Nombre de asociación entre dos entidades.

El paso siguiente en el modelado ER propuesto por Oracle consiste en elaborar un diagrama con las relaciones entre las diferentes entidades participantes en el sistema. En este diagrama se muestran las asociaciones entre cada una de las entidades (relaciones) apeándose a la simbología mostrada en la figura 4.3. En ésta se muestran, a la izquierda el símbolo utilizado en el diagrama y a la derecha la descripción de dicho símbolo.

Con esta nomenclatura como base y atendiendo a la reseña del proyecto el diagrama inicial resultante se muestra en la figura 4.4.

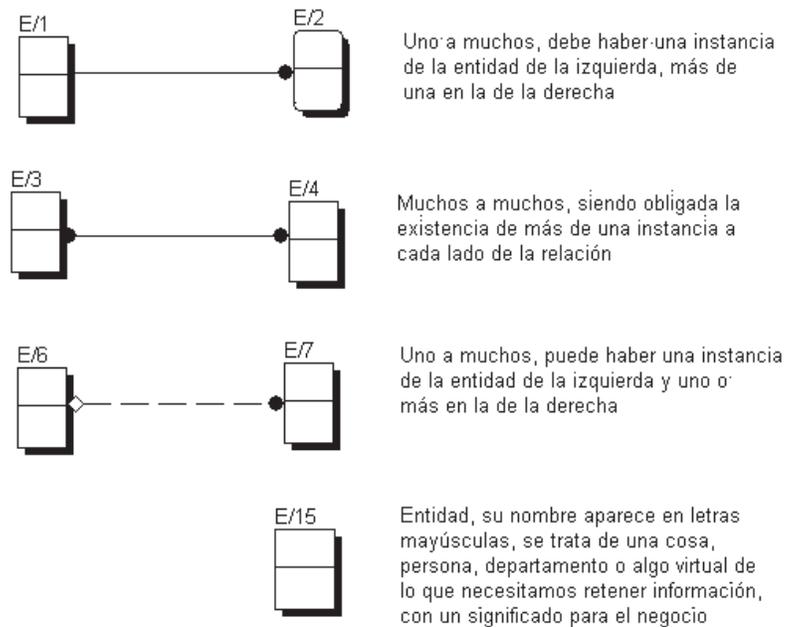


Figura 4.3: Simbolía utilizada en la representación de la base de datos

En este diagrama se observan varias relaciones de muchos a muchos, por ejemplo el caso de que un profesor imparte una o varias materias y a su vez una materia es impartida por uno o más profesores. Lo anterior implica un proceso de normalización de la información. Al aplicar esta metodología aparecen nuevas tablas en la estructura de la base de datos que sirven precisamente para romper este tipo de relaciones.

“El proceso de normalización se deriva del trabajo de Ted Codd, matemático de Cambridge, en los inicios de los 70’s. Él definió una serie de formas normales mediante las cuales los datos pasan a crear un conjunto de tablas relacionales. Mientras que académicamente existen un número considerable de formas normales, para nuestros propósitos tres son suficientes. Hay una extensión de la tercera forma normal

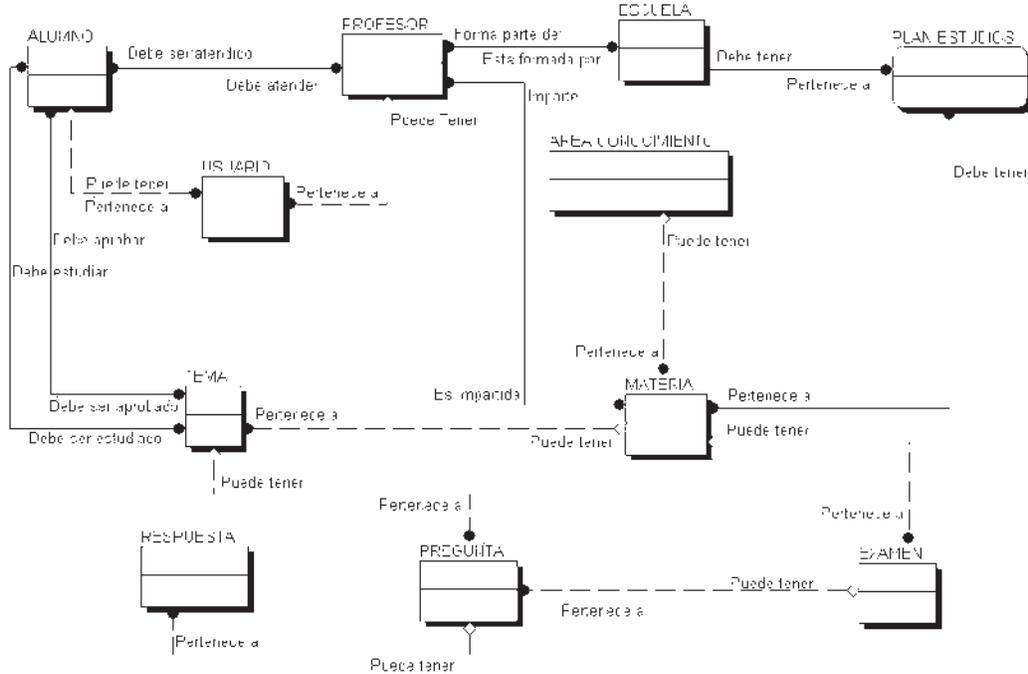


Figura 4.4: Diagrama ER del sistema

llamada Boyce/Codd o Tercera y media forma, la cual también se debe considerar” [University96].

La forma en que se relacionan el modelado relacional y la normalización se puede ver en el esquema de la figura 4.5 [University96].

La teoría de la normalización está basada en el concepto de formas normales. Se dice que una relación está en una forma normal particularmente si satisface cierto conjunto específico de restricciones.

En este punto es necesario aclarar el significado de relación para el proceso de diseño de bases de datos a partir del modelo relacional. Para el modelo relacional el concepto “relación” se traduce a lo que hasta ahora se ha venido manejando como

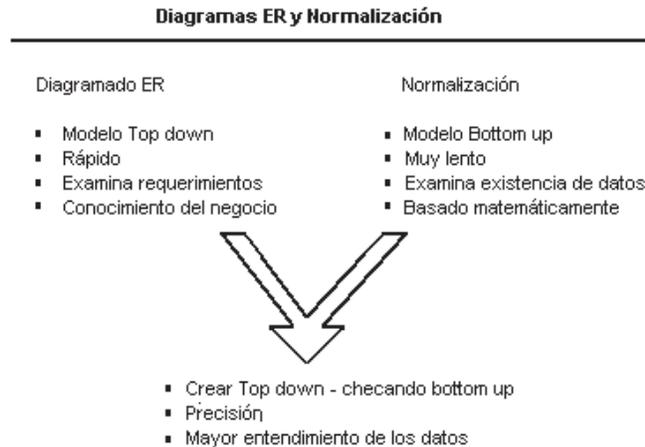


Figura 4.5: Relación entre el modelado ER y la normalización

“entidad” en el modelado ER de la base de datos. A su vez “entidad” se ve reflejada en la práctica en lo que conocemos como “tabla” en la base de datos final. Por lo tanto, en las definiciones siguientes de las formas normales, al mencionar “relación” nos estaremos refiriendo a “tabla” al aplicarlo a nuestro modelo de base de datos.

Las formas normales planteadas por Date [Date93] se muestran en la figura 4.6.

No se entra en detalles del proceso de normalización, solo se menciona la relación existente entre el modelado relacional y el proceso de normalización, ésto se traduce a las reglas de normalización utilizadas por Oracle y que se muestran en la figura 4.7. En esta figura aparecen las formas: 0NF, 1NF, 2NF, 3NF y BCNF las cuales se definen a continuación.

La forma ONF la representa el universo de las relaciones normalizadas y no normalizadas ver figura 4.6 [Date93]. Para una aplicación en especial se reduce a la recolección de información manejada en un proceso en especial dentro de un negocio, escuela o institución en nuestro caso [University96].

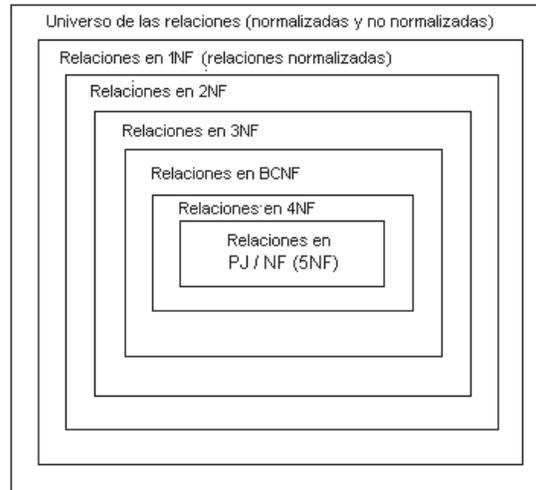


Figura 4.6: Formas normales [Date93]

De esta definición podemos observar que el diagrama mostrado en la figura 4.2 representa el conjunto de relaciones no normalizadas o en la forma 0NF para la base de datos de nuestro sistema. Las definiciones de las formas normales restantes son las siguientes:

“Una relación está en primera forma normal (1NF) si y solo si todos los dominios simples subyacentes contienen sólo valores atómicos” [Date93].

“Una relación está en segunda forma normal (2NF) si y sólo si está en 1NF y todos los atributos no clave dependen por completo de la clave primaria” [Date93].

“Una relación está en tercera forma normal (3NF) si y solo si los atributos no clave (si los hay) son: (a) mutuamente independientes, y (b) dependientes por completo de

la clave primaria” [Date93].

“Una relación está en forma normal Boyce/Codd (BCNF) si y solo si todo determinante es una clave candidata” [Date93].

En la forma normal BCNF interviene el concepto “determinante” éste se define como un atributo del cual depende funcionalmente (por completo) algún otro atributo [Date93].

• Recolectar y listar los datos sin depurar	0NF
• Eliminar grupos repetitivos	1NF
• Eliminar dependencias de llave parcial	2NF
• Eliminar dependencias entre datos	3NF
• Eliminar dependencias entre llaves	BCNF

Figura 4.7: Reglas para normalizar un modelo ER

El resultado del proceso de normalización se refleja en el esquema representativo de la base de datos mostrado en la figura 4.8. Como este diagrama sirve de punto de partida para la generación en forma física de la base de datos en el servidor, debe someterse a unas pruebas de desempeño antes de ponerla en producción.

En este diagrama se muestran los nombres técnicos que se han dado, tanto a las tablas resultantes del análisis de las entidades como a las diferentes columnas que las configuran, derivados de los atributos de cada entidad.

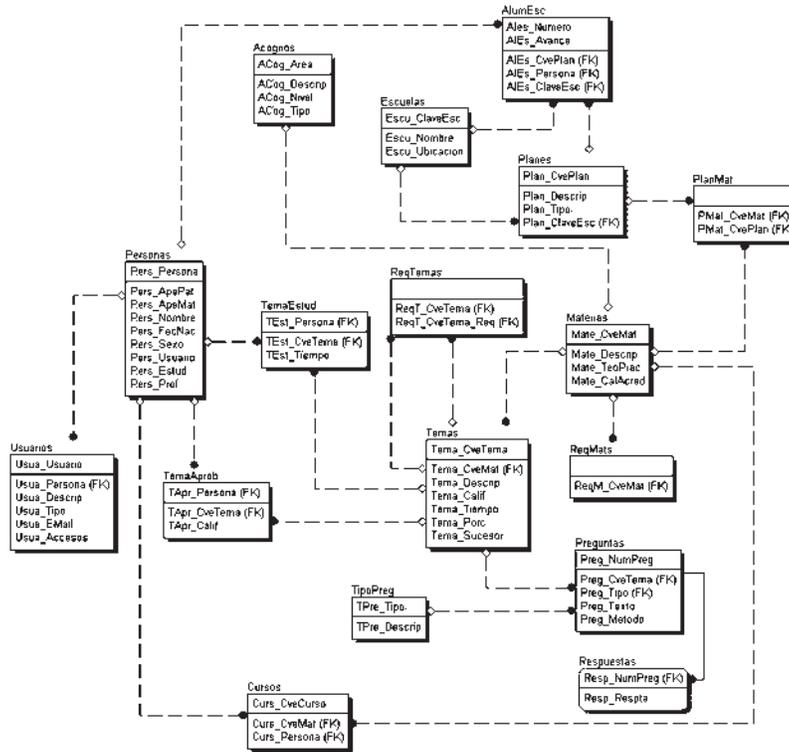


Figura 4.8: Diagrama de la base de datos

#### 4.5.2. Modelado ER del conocimiento

Es de vital importancia para el sistema, como se señaló en la introducción y en la descripción del problema a resolver, que sea capaz de manejar un modelo de conocimiento en general para varias áreas, materias, carreras y/o escuelas. De este modo se puede situar a los alumnos, en cualquiera de estos universos y evaluar si la función de docencia en la institución, se está llevando a cabo de la forma en que debiera y arrojando los resultados esperados.

Dicho modelo se puede extraer de la base de datos, haciendo las consultas adecuadas. Para ello es necesario identificar cómo se modela el conocimiento mediante las diferentes tablas que contienen la información referente a él.

Partiendo de la figura 4.8 se detalla la forma en que se identifican los niveles del modelo del conocimiento, y se señala qué tablas participan en el siguiente nivel, partiendo de lo general al detalle.

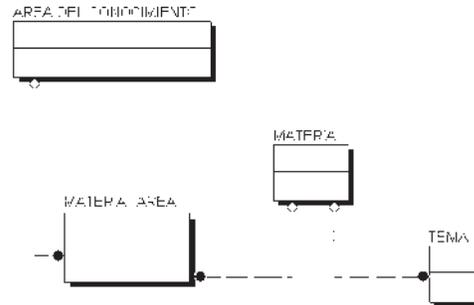


Figura 4.9: Modelo universal del conocimiento en la BD

El modelo del conocimiento universal en la base de datos se puede obtener de acuerdo a las tablas mostradas en la figura 4.9. En esta figura vemos que las materias en general se almacenan en la tabla materias, que una materia puede pertenecer a una o más áreas del conocimiento y que una área del conocimiento está formada por una o más materias.

El siguiente nivel en el modelo es el del conocimiento de referencia el cual se obtiene agregando a la figura 4.9 las tablas relacionadas con la escuelas, las carreras que se ofrecen en cada escuela, los planes de estudios para estas carreras y los prerrequisitos entre materias y temas por cada plan de estudios. Esto se plasma en el esquema de la figura 4.10 donde se muestran las tablas y las relaciones mencionadas.

Este esquema se traduce a lo siguiente:

- Un área del conocimiento puede estar formada por una o más materias
- Una materia puede tener una o más materias como prerrequisito
- Una materia puede ser prerrequisito de una o más materias

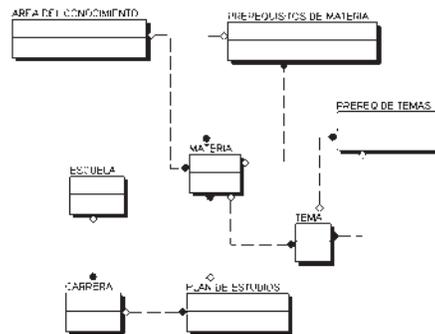


Figura 4.10: Esquema del modelo de conocimiento de referencia

- Una materia puede contener uno o más temas
- Un tema puede tener uno o más temas como prerrequisito
- Un tema puede ser prerrequisito de uno o más temas
- Una escuela puede tener (ofrecer) una o varias carreras
- Una carrera puede ser cursada con uno o más planes de estudio
- Un plan de estudios puede tener una o más materias

De la misma forma que se puede obtener el modelo del conocimiento a diferentes niveles, también lo debe ser para cada alumno que se da de alta en el sistema, de acuerdo a la información que introduzca al momento de hacerlo. Identificando a un alumno, podemos realizar varias consultas que nos mapeen su modelo de conocimiento de referencia y situarlo en algún nivel del conocimiento general, para observar su comportamiento con el resto de los alumnos de su mismo universo.

En el esquema de la figura 4.11 se muestra el modelo del conocimiento de referencia de un alumno (MCE).

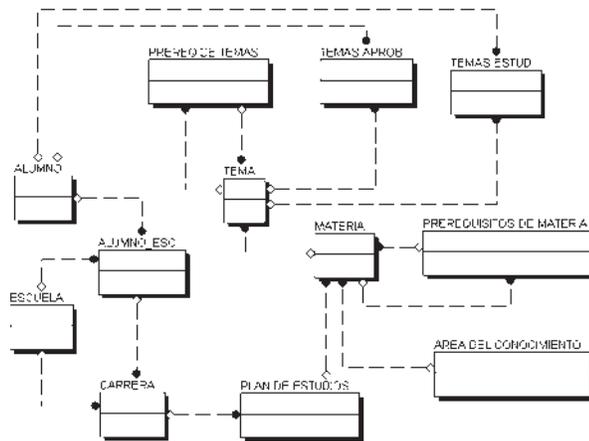


Figura 4.11: Diagrama ER del MCE

En este esquema podemos observar que el alumno se sitúa en el contexto general del modelo del conocimiento de referencia. Adquiere un subconjunto del universo en general mediante la tabla que lo ubica en una determinada escuela y carrera. Esto agrega algunas relaciones al MCR y nos conduce a un nivel de detalle por alumno:

- Un alumno puede estar en una o más escuelas, por lo tanto puede tener uno o varios planes de estudio.
- Un alumno puede tener un tema o varios estudiados y
- Un alumno puede tener un tema o varios aprobados

Con estas relaciones se puede obtener, mediante consultas no tan sencillas, información acerca del alumno, por ejemplo: cuáles son las áreas del conocimiento en que

se está formando, qué materias son las que debe estudiar y cuál es su avance en ellas, con qué planes de estudios se relacionan las materias que lleva, cuáles son los temas que ha estudiado, qué temas ha aprobado, qué calificaciones ha obtenido por tema, entre otras.

Toda esta información se puede utilizar para obtener indicadores acerca del proceso enseñanza-aprendizaje partiendo del modelo del conocimiento. Para ello se hace uso de las tablas que muestran el desempeño de los estudiantes en la carrera a la que se han dado de alta, éstas son las que contienen el registro de las calificaciones por tema aprobado o los intentos llevados a cabo para aprobarlos sin lograrlo.

Mediante el detalle de los temas del alumno, es con lo que se logra presentar, en el modelo tutorial, su plan de trabajo y en el de evaluación los temas pendientes de acreditar en el plan de estudios.

En el modelo del conocimiento del estudiante (MCE) y en el modelo del conocimiento de referencia (MCR), aparecen dos tablas muy importantes, que son los prerrequisitos tanto de materias, como de temas de cada materia. Es mediante estas tablas como se controla el avance del alumno en forma ordenada, con un cierto grado de libertad, el cual se lo da el plan de estudios.

El alumno puede estudiar o acreditar materias en cualquier orden, a excepción de aquellas materias o temas, que al configurar el MCR se considera que deban tener materias o temas anteriores indispensables para su comprensión (prerrequisitos).

A partir del modelo del conocimiento del estudiante (MCE) se le da al alumno la posibilidad de presentar los exámenes de aquellos temas que haya estudiado.

Si agregamos ahora al modelo del conocimiento del estudiante las preguntas y respuestas de los temas se puede elaborar un examen para el alumno, ver figura 4.12.

Estas dos tablas agregan las relaciones:

- Un tema puede tener una o más preguntas y
- Una pregunta puede tener una o más respuestas



definida en este capítulo sirven de punto de partida para desglosar el diseño físico de dichas funciones. Éste se hace siguiendo el mismo tenor que para el diseño lógico, de acuerdo a la jerarquía de funciones a saber: Administración del sistema, Modelado del conocimiento, Tutorial, Evaluación y Seguimiento de estudiantes.

En el apéndice A se enriquecen los diagramas con las especificaciones de procesamiento (PSPEC) para describir los procesos del modelo que aparecen en el nivel más bajo del refinamiento [Pressman93]. Con esto creamos las miniespecificaciones de cada función que sirven como primer paso para la creación de la especificación de requisitos del software que se utilizará en la construcción de la aplicación [Pressman93] (Capítulo 5).

Las especificaciones de proceso que se hacen no incluyen la descripción de los algoritmos de los procesos, se hacen en forma narrativa textual. Los algoritmos se intuyen de esta narrativa y se reflejan en los programas de cada función. En el capítulo 5 se muestran algunos segmentos de código que ejemplifican el resultado de interpretar la narrativa y generar el código que contiene el algoritmo respectivo.

## 4.7. Conclusiones

Con el trabajo desarrollado en este capítulo concluye el diseño de nuestra aplicación. En esta etapa tenemos todos los elementos para construir el sistema: herramientas recomendadas para el desarrollo, reglas generales de operación, funciones que debe ejecutar, estructura de la base de datos, filosofía de comunicación con el usuario final, normas de seguridad a contemplar y sobre todo el objetivo que se trata de lograr al poner a funcionar la aplicación.

A partir de este momento es posible generar el primer prototipo de la aplicación. Se debe poner a prueba tal prototipo con el propósito de encontrar algunas deficiencias que en el análisis y diseño no pueden ser previstas, no existe una aplicación de software que funcione perfectamente en el primer intento. Por lo general las aplicaciones deben

irse depurando sucesivamente conforme se va poniendo a trabajar cada una de las funciones que las componen.

En la etapa de pruebas pueden sufrir adecuaciones tanto la estructura de la base de datos como la interfaz final de comunicación con el usuario plasmadas hasta este momento. En una aplicación de esta naturaleza es recomendable la participación de un grupo colegiado que colabore en la operación inicial, de tal manera que tengamos un punto de vista diferente al de los desarrolladores para que el producto final se adecue perfectamente al entorno educativo donde va a ser utilizado.

# Capítulo 5

## Construcción del sistema

### 5.1. Introducción

La programación y la prueba normalmente comienzan, como pudiera esperarse, cuando termina la actividad de diseño. La fase de programación o implantación de un proyecto típico involucra la escritura de instrucciones en algún lenguaje de programación para implantar lo que el analista ha especificado y el diseñador ha organizado en módulos [Yourdon95].

Como ocurre con muchos proyectos de software el análisis diseño y programación se pueden realizar de manera paralela, el presente trabajo fue desarrollando en este tenor. En el capítulo 4 se plasmó el diseño físico, el cual es preámbulo a la construcción, en este planteamiento quedó definida al final del mismo, la estructura de la base de datos.

En este capítulo se hace la descripción de cómo fueron implementadas las funciones presentadas en el capítulo 3 diseño lógico y además cómo se llevó a cabo la creación del entorno de trabajo del sistema, servidor web, servidor de bases de datos y las herramientas de programación.

En el modelo físico quedó estipulado que las herramientas de programación son 3 a saber: el creador de páginas web HTML, el lenguaje de programación perl en que

se desarrollaron prácticamente todos los módulos y el lenguaje Java script para hacer los formatos más dinámicos y llevar a cabo algunos trabajos de validación. También se mencionó la necesidad de probar el funcionamiento adecuado de los servidores y las interfases de creación de páginas (cgi) y comunicación con el servidor de bases de datos (bdi). Al ir construyendo los programas es necesario hacer una parte de las pruebas del sistema (enfoque de pruebas ascendente), en este caso la prueba de un módulo en especial. La prueba final es la de integridad del sistema, y como el modelo está construido en el entorno de internet dichas pruebas deben ser enfocadas a este tipo de aplicaciones.

En las secciones siguientes se especifican cada uno de los elementos del sistema en forma detallada, con el propósito de que se conozca a fondo el mismo. Se continúa con la metodología "top down" para el desarrollo del capítulo como hasta ahora. De tal suerte que se inicia la explicación con la estructura general y se continúa con cada uno de los módulos integrantes del sistema.

## 5.2. Estructura general

El modelo de aplicación construido es del tipo que muestra la figura 5.1 el cual se conoce como de una caja [Nguyen01].

La figura 5.1 amplía la conceptualización mostrada en el capítulo 4 (ver figura 4.1).

Ahora en la figura 5.1 se esquematiza en dónde residen los componentes del sistema, el servidor de aplicaciones, el de bases de datos y el de web en un solo servidor físico (una caja) haciéndose la comunicación por medio de la red y mostrar los resultados de las consultas en los clientes. En base a esta estructura se detallan los componentes del sistema dedicando una sección a cada uno de ellos.

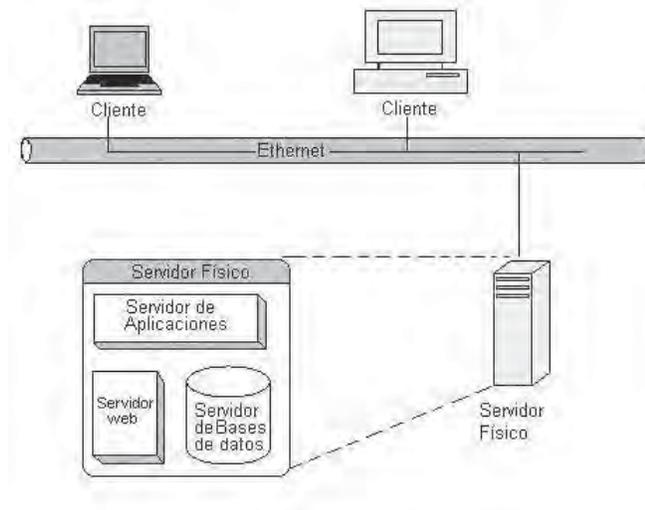


Figura 5.1: Modelo de sistema de una caja

### 5.2.1. El servidor de aplicaciones

Los lenguajes de programación son el vehículo de comunicación entre los humanos y las computadoras [Pressman93], mediante ellos se debe construir la interfaz de comunicación con el usuario final. Para tomar la decisión de qué lenguaje utilizar al construir una aplicación se deben tomar en cuenta lo siguiente:

- Las necesidades de información del usuario
- Los formatos de salida de los datos hacia el usuario
- Las características del lenguaje
- La plataforma en que se desarrolla la aplicación
- Las diferentes arquitecturas de datos que maneja el sistema
- La facilidad y claridad en sus codificación

En este caso la comunicación con el usuario es totalmente gráfica ya que se manejan formatos de salida de datos estandarizados como botones, cajas de texto, cajas de

selección, botones de selección y en algunos casos tablas formateadas para darle un mejor aspecto y claridad en los datos hacia el usuario.

Por tratarse de una aplicación en web se ha escogido al html que es el lenguaje de programación nativo de los navegadores de Internet y que provee los componentes suficientes para hacerle llegar los datos a los usuarios en su pc con los elementos mencionados en el párrafo anterior. El esquema de la figura 5.2 muestra la forma en que se estructuran los programas del sistema en el servidor de aplicaciones. Enseguida se explica dicha figura.

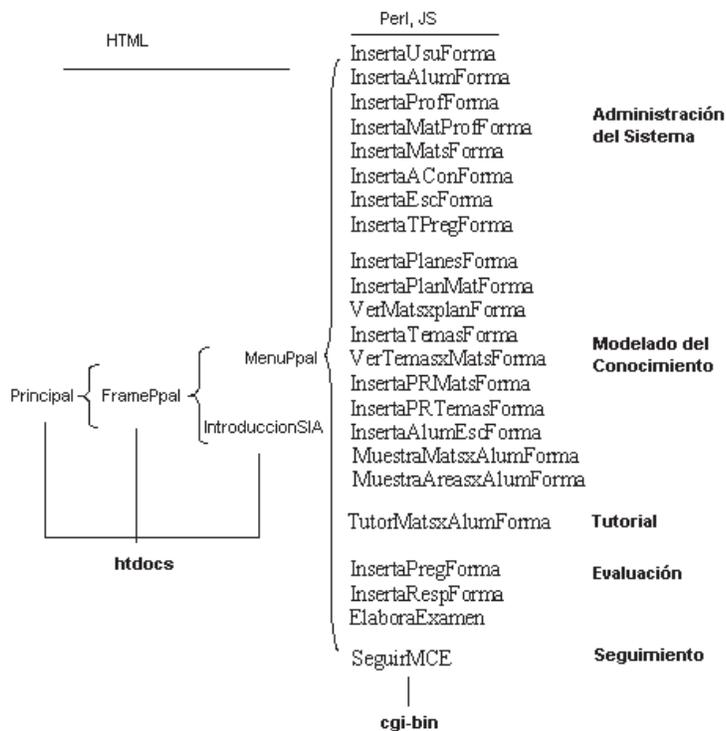


Figura 5.2: Programas del sistema y su ubicación en el servidor

- a) El servidor web en este caso Apache, tiene un directorio especial para alojar los archivos html identificado como “htdocs” ésto se señala en la parte inferior izquierda de la figura 5.2.

- b) El servidor web también incluye un directorio en el que se deben alojar, por lo general, los programas en perl identificado como “cgi-bin” señalado en la parte inferior central de la figura.
- c) En la parte superior de la figura 5.2 aparecen los encabezados que señalan el tipo de archivos que contienen los directorios especificados en la parte inferior, html para “htdocs”; Perl y Js para “cgi-bin”.
- d) Los programas Principal.html, FramePpal.html, MenuPpal.html son los encargados de la navegación en el sistema (ver figura 5.2). Como se ve en la figura, en el directorio que contiene a estos programas, también se ubica la página de explicación del presente trabajo: IntroduccionSIA.
- e) En el directorio cgi-bin del servidor de aplicaciones se ubican los programas que llevan a cabo las tareas finales, como el registro de los usuarios, los catálogos, el tutorial, etc. Éstos se han agrupado de acuerdo al módulo al que pertenecen, señalado en el extremo izquierdo de la figura.

Para construir los programas que llevan a cabo el trabajo detallado del sistema se ha seleccionado al lenguaje de programación Perl por las siguientes razones:

- Contiene la interfaz cgi para la generación de páginas html al vuelo
- Contiene la interfaz dbi para establecer la comunicación con el servidor de bases de datos, en esta caso MySql
- Maneja con mucha facilidad operaciones con cadenas, matrices y expresiones regulares
- Se pueden construir consultas parametrizadas a la BD con las variables de entorno

En la parte del cliente se ha aprovechado que el lenguaje HTML puede manejar funciones codificadas en JavaScript con el propósito de efectuar validaciones de la información que el usuario proporciona. Con ésto aseguramos que no entre basura a la base de datos por descuido en la introducción de los datos.

### 5.2.2. El servidor web

La aplicación está diseñada como un sistema web que se construye sobre un sistema cliente-servidor. En este tipo de sistemas se requieren por lo menos dos equipos para operarlo, uno llamado el servidor y otro llamado cliente. El servidor responde a las solicitudes de datos del cliente. La interfase de comunicación con el usuario se hace a través de un navegador web en la máquina cliente.

Como muestra la figura 5.1 uno de los componentes de la máquina servidora es el servidor web, para esta aplicación se ha seleccionado al software de utilización libre Apache para ocuparse de este servicio. Es a través de él que la aplicación establece la comunicación con los programas del sistema. Para que se pueda lograr esta comunicación es necesario modificar el archivo de configuración para que interprete los programas codificados en perl y Java Script además del directorio en que se encuentran ubicados, las líneas para hacerlo en windows son las siguientes:

```
ScriptAlias /cgi-bin/ "c:\Archivos de programa\Apache group\Apache2\cgi-bin"  
AddHandler cgi-script .cgi .pl ExecCGI .js
```

Este servidor también proveerá el servicio de las aplicaciones del sistema (ver sección 5.2.1).

### 5.2.3. El servidor de la base de datos

Como muestra la figura 5.1 otra de las divisiones de la máquina servidora es el servidor de bases de datos, para esta aplicación se seleccionó el software de utilización libre MySql ya que tiene las siguientes características:

- Es de uso libre
- Maneja el modelo relacional en el cual se basa el diseño de la base de datos del sistema
- Es compatible con el lenguaje perl a través de la interfaz dbi de éste
- Puede manejar llaves primarias e índices para mejorar las búsquedas de información
- Incluye las relaciones a través de llaves foráneas
- Genera secuencias automáticas
- Puede manejar el acceso a las bases de datos a través de contraseñas
- Tiene seguridad en las bases de datos de acuerdo a los perfiles de usuario

Para utilizar este software solo hay que entrar a Internet y bajarlo en el equipo que será el servidor e instalarlo.

### 5.3. Integración de la aplicación

Cómo se logra la ejecución de la aplicación y cómo se enlazan los programas respectivos se muestra con un ejemplo en particular. En este caso se presenta el segmento de código específico para cada paso en esta tarea y se toma como referencia la figura de los programas del sistema (figura 5.2) en el siguiente orden:

- a) Página principal (Principal.html)
- b) Frame principal (FramePpal.html)
- c) Menú principal (MenuPpal.html)
- d) Programas (InsertaUsuForma.pl, etc.)

## Página principal:

```

<!DOCTYPE HTML PUBLIC
  "-//W3C//DTD HTML 4.0 Transitional//EN"
  "http://www.w3.org/TR/REC-html40/loose.dtd">
<html>
<head>
<title>Página principal: Sistema Inteligente de Aprendizaje Digital (SIAD)</title>

...

<a href="mailto:aortiz@zeus.umich.mx">Ing. Alfredo ortiz González<br></a>
<a href="mailto:asalinas@hotmail.com">Ing. Aida Martini Salinas</a>.<br>

<a href="FramePpal.html">Entrar al sistema</a>
</body>
</html>

```

La estructura del programa principal es una hoja en HTML y la liga se hace a través de la referencia “Entrar al sistema” la cual enlaza al programa “FramePpal.html” (ver código) que muestra las funciones del sistema y la reseña del proyecto.

## Frame principal

Este nos muestra el menú principal y la reseña del proyecto utilizando para ello dos “frames”. En el de la parte izquierda se muestran las funciones del sistema haciendo referencia al programa MenuPpal.html y en el de la derecha la reseña del proyecto con la referencia IntroduccionSIAD.html, ésta servirá también como guía para la utilización del sistema. Su estructura es la siguiente:

```

<html>
<head>
<title>Menú Principal SIAD</title>
<frameset cols="30%,70%" rows="100%">
<frame src="MenuPpal.html" name="Menu1" id="MenuPpal"
  scrolling="auto" noresize marginwidth="10" marginheight="10">
<frame src="IntroduccionSIAD.html" name="Menu2" id="Menu2"
  scrolling="auto" noresize marginwidth="10" marginheight="10">
</head>
</html>

```

## Menú principal

Este programa es el que contiene la estructura general de las aplicaciones, los llamados se hacen a través de referencias y el acceso se define internamente de acuerdo al perfil del usuario, un segmento de su estructura es el siguiente:

```
<html>
<head>
<title>menú Principal SIAD</title>
</head>
<body bgcolor="gray" background="c:\Archivos de programa\Messenger\lvback.gif">
<h3>Opciones disponibles</h3>

<ul type=square>
<li>Administración del Sistema

<ul type = disc>
<li><a href="http://faraday.fie.umich.mx/~aortiz/cgi-bin/InsertaAlumForma.pl"
target="Menu2">Registro de Alumnos</a>

</ul>

<li>Catálogos
<ul type = disc>
<li><a href="http://faraday.fie.umich.mx/~aortiz/cgi-bin/InsertaMatsForma.pl"
target="Menu2">Materias</a><br>
</ul>

<li>Creación de Modelos de Conocimiento de Referencia
<ul type = disc>
<li><a href="http://faraday.fie.umich.mx/~aortiz/cgi-bin/InsertaPlanesForma.pl"
target="Menu2">Planes de Estudio</a><br>
<li><a href="http://faraday.fie.umich.mx/~aortiz/cgi-bin/InsertaPlanMatForma.pl"
target="Menu2">Agregar Materias a planes</a>
</ul>

<li>Creación de Modelos de Conocimiento de alumnos
<ul type = disc>
<li><a href="http://faraday.fie.umich.mx/~aortiz/cgi-bin/InsertaAlumEscForma.pl"
target="Menu2">Alta en Escuela/Plan</a><br>

<li>Modelo para el alumno
<ul type = circle>
<li><a href="http://faraday.fie.umich.mx/~aortiz/cgi-bin/MuestraMatsxAlumForma.pl"
target="Menu2">Materias</a>
<li><a href="http://faraday.fie.umich.mx/~aortiz/cgi-bin/MuestraAreasxAlumForma.pl"
target="Menu2">Áreas del conocimiento</a>
</ul>
</ul>
<li><a href="http://faraday.fie.umich.mx/~aortiz/cgi-bin/TutorMatsxAlumForma.pl"
target="Menu2">Tutorial</a>
<li>Evaluaciones
<ul type = disc>
```

```

<li><a href="http://faraday.fie.umich.mx/~aortiz/cgi-bin/ElaboraExamen.pl"
target="Menu2">Elaboración de exámenes</a>
</ul>
<li>Seguimiento de alumnos
</ul>
<p>
<a href="Principal.html" target="_top">Home</a><br>
</li>
</body>
</html>

```

## Los programas

Los programas en perl se han dividido en dos partes, en aquellos casos en que se requiere hacer alguna actualización a la base de datos, una para presentar los datos al usuario y solicitarle información y otra para hacer las actualizaciones requeridas a la base de datos. Un ejemplo es la mejor explicación:

```

#!c:/Perl/bin/perl

#-----#
# Nombre:   InsertaMatsForma          #
# Fecha:    07/02/2004                #
# Autor:    Alfredo Ortiz González   #
# Objetivo: Presenta el formato para introducir los datos de una #
#           materia en la tabla MATERIAS de la base de datos #
# Observaciones: >Utiliza la interfaz DBI, para comunicarse con #
#               el servidor de BD y rescatar los renglones de #
#               materias y áreas del conocimiento existentes #
#               >Presenta cada grupo en una ventana de selección#
#               >Solo se tomará la clave del segundo para poder #
#               asociar una materia al área en que se ubique #
#               >La clave seleccionada se identifica en el evento#
#               onclick con una función en javascript #
#               >Envía 5 cadenas de caracteres con los datos #
#               de la materia que consisten en lo siguiente: #
#               a) La clave de la materia (cvemat) #
#               b) El nombre de la materia (descrip) #
#               c) Tipo de materia (teoprac) #
#               d) Calificación mínima acred (cacred) #
#               e) Área en que se ubica (sÁrea) #
# Modificaciones: ninguna #
#-----#

use CGI;
$pagina = new CGI;
print $pagina->header;
print $pagina->start_html(-title=>'Menú Principal SIAD', -bgcolor=>"gray");
print $pagina->start_form(-action=>'InsertaMatsBD.pl');

print "<pre>";

```

```

print "<h4> Sistema Inteligente de Aprendizaje Digital</h4>";
print "<h4> <u>Catálogo de Materias</u></h4>";
print "</pre>";

use DBI;
$DSN = "DBI:mysql:database=dbsiap";
my $dbh = DBI->connect($DSN,"root","")
or die "No se realizó la conexión a la base de datos";

$sth = $dbh->prepare("Select acog_area, acog_Descrip from acognos");
$sth->execute();
while (@renglon = $sth->fetchrow_array())
{
    $cvearea[$j] = $renglon[0];
    $descarea{$renglon[0]} = $renglon[1];
    $j=$j+1;
};
$sth->finish;

$j=0;
$stmt = $dbh->prepare("Select Mate_CveMat, Mate_Descrip from Materias");
$stmt->execute();
while (@renglon1 = $stmt->fetchrow_array())
{
    $materia[$j] = $renglon1[0];
    $descmat{$renglon1[0]} = $renglon1[1];
    $j=$j+1;
};
$stmt->finish;

print "<pre>";
print " <h4>Materias: </h4><br><br>";
print " ", $pagina->scrolling_list(-name=>'sCveMat', -values=>\@materia, -labels=>\%descmat);

print " <br>";
print "Proporcione los datos para una nueva materia: <br>";
print " <br>";
print " Clave: ";
print $pagina->textfield(-name=>'cveMat', -maxlength=>10, -size=>12);
print "<br>";
print "Descripción: ";
print $pagina->textfield(-name=>'descrip', -maxlength=>50, -size=>50);
print "<br>";
print " Tipo: ";
print $pagina->textfield(-name=>'teoprac', -maxlength=>1, -size=>2);
print "<br>";
print " Calificación Mínima para acreditar: ";
print $pagina->textfield(-name=>'cacred', -maxlength=>5, -size=>5);
print " <br>";
print " <br>";

print "<h5>Área del conocimiento a la que pertenece: </h5>";
print " <br>";
print " ", $pagina->scrolling_list(-name=>'sArea', -values=>\@cvearea, -labels=>\%descarea);
print " <br>";
print " <br>";

print " Acción: ";
print $pagina->submit('action', 'Registrar');
print " ", $pagina->reset('Limpiar');
print "</pre>";

print $pagina->end_form;
print $pagina->end_html;

```

```

----Programa que inserta los datos en la tabla de materias de la base
de datos

#!/usr/bin/perl

#-----#
# Nombre:   InsertaMatsBD                               #
# Fecha:    31/01/2004                                   #
# Autor:    Alfredo Ortiz González                       #
# Objetivo: Insertar un registro de una materia en la tabla #
#           MATERIAS de la base de datos                #
# Observaciones: >utiliza la interfaz DBI, para comunicarse #
#               con el servidor de BD en MySql          #
#               >Recibe 5 cadenas de caracteres con los datos #
#               de la materia que consisten en lo siguiente: #
#               a) La clave de la materia (cvemat)      #
#               b) El nombre de la materia (descrip)    #
#               c) El tipo de materia (teoprac)         #
#               d) La calificación para creditar (cacred) #
#               e) El área del conocimiento (sArea)     #
# Modificaciones: ninguna                               #
#-----#

use CGI;
$pagina = new CGI;
print $pagina->header;

$cvemat = $pagina->param('cvemat');
$descrip = $pagina->param('descrip');
$tipo = $pagina->param('teoprac');
$calif = $pagina->param('cacred');
$area = $pagina->param('sArea');

print $pagina->start_html(-title=>'Resultado del registro', -bgcolor=>"gray");
use DBI;
$DSN = "DBI:mysql:database=dbsiap";
my $dbh = DBI->connect($DSN,"root","")
or die "No se realizó la conexión a la base de datos";

my $sth = $dbh->do("insert into materias values ('$cvemat','$descrip','$tipo','$area', '$calif')");
if ($sth) {
    print "<p>La Materia '$cvemat' ha quedado registrada en el sistema</p>";
}
else
    {print "ERROR '$sth' en la ejecución de la inserción";}
$dbh->disconnect;
print $pagina->end_html;

```

En el primer programa `InsertaMatsForma.pl` se presenta el formato para la captura de los datos de una materia. En éste la primera línea hace referencia al directorio en que se encuentra el compilador de perl para un ambiente windows, hace además el llamado al programa `InsertaMatsBD.pl` desde el encabezado de la forma para introducir los datos. El segundo programa es precisamente `InsertaMatsBD` y se puede notar en la primera línea que éste fue tomado de la versión para Linux con el propósito

de mostrar la diferencia en la codificación cuando se migra el sistema a este sistema operativo.

## 5.4. Conclusiones

En este capítulo se ha plasmado en forma general lo que es el trabajo final de construcción del sistema, el resultado de esta fase es el primer prototipo de lo que se propone en el presente trabajo como aportación al proceso enseñanza-aprendizaje asistido por computadora.

El código presentado ha sido recortado en algunos casos con el propósito de mostrar sólo la parte que ejecuta el trabajo central, sin hacer énfasis en aquellas partes de código que solamente son complementarias. No se ha incluido el código de todas las funciones puesto que la tesis no incluye la aplicación, sólo el modelado de la misma.

La construcción del sistema es la penúltima etapa en el ciclo de vida tradicional de una aplicación de software, de aquí en adelante el sistema es sometido a las pruebas integrales para llevar a cabo depuraciones sucesivas hasta obtener la versión final del mismo y ponerlo a funcionar para dar el servicio que se espera de él.

# Capítulo 6

## Conclusiones

### 6.1. Conclusiones

En el inicio del presente trabajo nos fijamos las siguientes metas:

- **Construir una herramienta computacional orientada a profesores y alumnos que facilite la evaluación del aprendizaje.**
- **Hacer una herramienta diferente a las actuales en el sentido de que está desarrollada en español, se puede enriquecer y moldear a las necesidades de la institución y se adapta perfectamente a nuestro entorno educativo.**
- **Proporcionar una herramienta más para facilitar el aprendizaje de diferentes áreas del conocimiento.**
- **Facilitar la medición del conocimiento almacenando los resultados de las evaluaciones solicitadas por los alumnos y los temas estudiados por cada uno de ellos.**
- **Elaborar un “mapa” del conocimiento del alumno en el momento en que se necesite.**

- **Hacer énfasis en la naturaleza acumulativa, ligada e integral del conocimiento**
- **Contribuir con una forma más de enseñanza y evaluación del conocimiento.**
- **Revisar conocimientos sin presiones para el alumno.**

La labor desarrollada para lograr alcanzar estas metas ha sido fructífera y se puede decir que se han alcanzado prácticamente el 100 % de ellas. Se ha construido una herramienta versátil y sencilla de utilizar dirigida especialmente a profesores y alumnos. Se ha modelado una herramienta diferente a otras en Internet y lo que es más importante: propia, que se puede moldear a nuestro gusto al momento de ponerla a funcionar. Esta aplicación será un recurso didáctico más, y sobre todo de gran ayuda en la función de transmitir el conocimiento, para los profesores. Para los alumnos representa sin duda algo novedoso y que al utilizarla tendrán un medio más para aprender y con la gran ventaja de que ahí mismo tendrán la respuesta de si han aprendido o no en el momento que quieran.

Para lograr este desarrollo se han hecho esfuerzos conjuntos entre el asesor de tesis, otro tesista y un servidor, además de aprovechar la experiencia de otros investigadores en el campo, con ésto se ha fortificado la tendencia a formar equipos de trabajo para la resolución de problemas y ha nacido la idea de aprovechar el gran potencial que tiene nuestra facultad para no trabajar aisladamente y generar proyectos de gran valía en el futuro.

Se ha adquirido la experiencia de conocer otras herramientas de desarrollo como son los lenguajes Perl, HTML, Java Script y sus interfases de comunicación entre ellos y con el manejador de bases de datos relacionales MySql para crear aplicaciones con la nueva tendencia hacia el ambiente de los navegadores web.

Por lo que respecta a la transmisión del conocimiento se ha tenido la grata experiencia de conocer nuevos enfoques y tendencias en los sistemas pedagógicos de

actualidad. Es grato saber que podemos cambiar nuestros métodos de enseñanza tomando en cuenta que debemos atender a las diferentes formas de inteligencia en la adquisición del conocimiento por parte de los alumnos.

Haciendo uso del presente trabajo esperamos colaborar a que se alcance la meta de revolucionar las formas de enseñanza y evaluación del conocimiento en nuestra institución o por lo menos en nuestra facultad y contribuir además con la reforma universitaria planteada en el proyecto general de la universidad. De esta manera es de suponer que el trabajo que se ha realizado no será infructuoso y que el esfuerzo realizado se verá premiado con el hecho de verlo funcionando en nuestro entorno educativo.

## **6.2. Sugerencias para trabajos futuros**

Este proyecto surgió de la inquietud de resolver un problema bastante fuerte y planteando metas muy ambiciosas. El hecho de crear una aplicación que en su primera versión resuelva este problema por completo hace que la magnitud de ésta nos rebase en recursos y en el tiempo. Por esta razón, en esta primera versión aún restan puntos que resolver, los cuales se plantean enseguida.

El presente ha sido un trabajo conjunto y se han planteado dos proyectos con él: el tutorial, a cargo de mi compañera Aída Martini, y el de evaluaciones que ha sido expuesto en esta tesis. De ahí que un trabajo a futuro es hacer la fusión de estos dos en uno solo y darle un potencial mayor aun.

La aplicación aquí expuesta se puede enriquecer con nuevas modalidades de evaluación lo cual representa un reto bastante interesante. Por ejemplo incluirle el modelo de exámenes parametrizados con respuestas calculadas en base e dichos parámetros, otro tipo de exámenes son los prácticos, por ejemplo elaborar un programa en algún lenguaje de programación y que el sistema sea capaz de definir si está bien construido sintácticamente hablando.

Por otro lado el hecho de ponerlo en marcha debe mostrar los puntos débiles del mismo y a partir de ahí reforzarlo y lograr su funcionamiento adecuado para que dé los resultados que se esperan.

# Apéndice A

## Especificaciones de procesos

Este apéndice se ha agregado para dar a conocer las especificaciones de procesos de las funciones más sobresalientes del sistema. Las especificaciones aparecen de acuerdo a la siguiente organización:

### a) Administración del sistema

- Accesar sistema (figura A.1)
- Actualizar catálogos (figura A.2)
- Registrar usuarios ( A.3)

### b) Modelado del conocimiento

- Asociar materias a planes (figura A.4)
- Asociar temas a materias (figura A.5)
- Asociar alumno a un plan de estudios ( A.6)

### c) Tutorial

- Agregar contenido de temas (figura A.7)
- Mostrar temas (tutorial) (figura A.8)

## d) Evaluación

- Agregar preguntas a temas (figura A.9)
- Agregar respuestas a preguntas (figura A.10)
- Generar examen (figura A.11)
- Calificar examen (figura A.12)

## e) Seguimiento de estudiantes

- Mapa de avance figura A.13

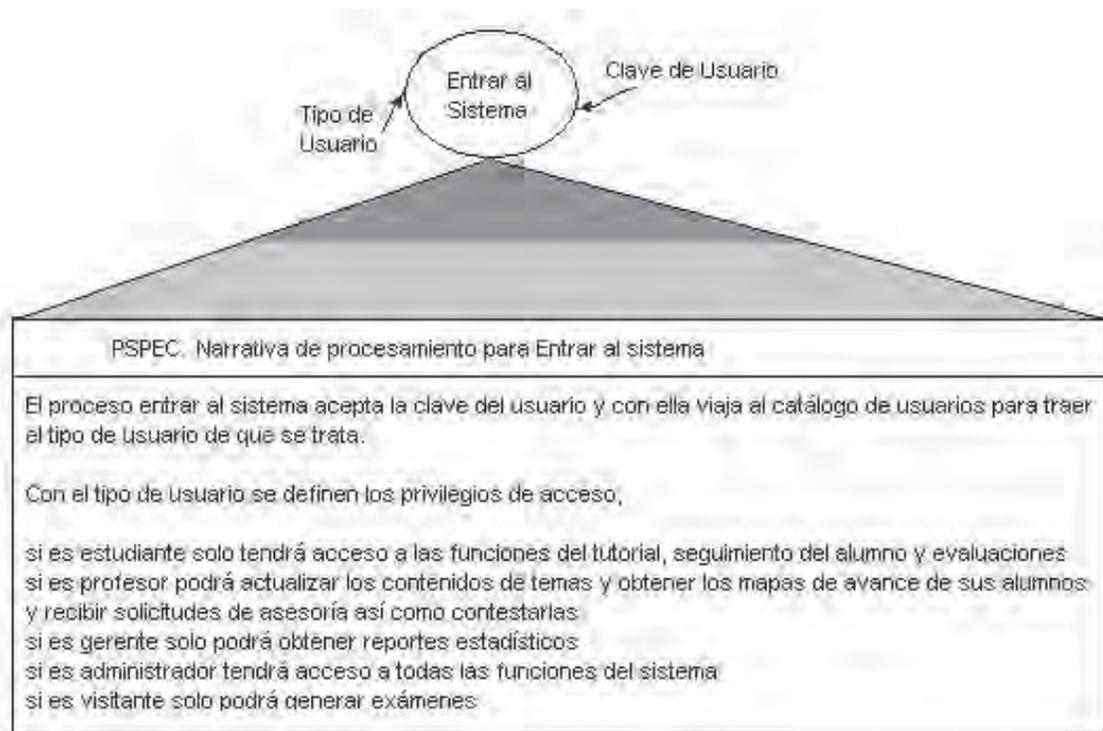


Figura A.1: PSPEC para Accesar sistema



Figura A.2: PSPEC para Actualizar catálogos



Figura A.3: PSPEC para Registrar usuarios

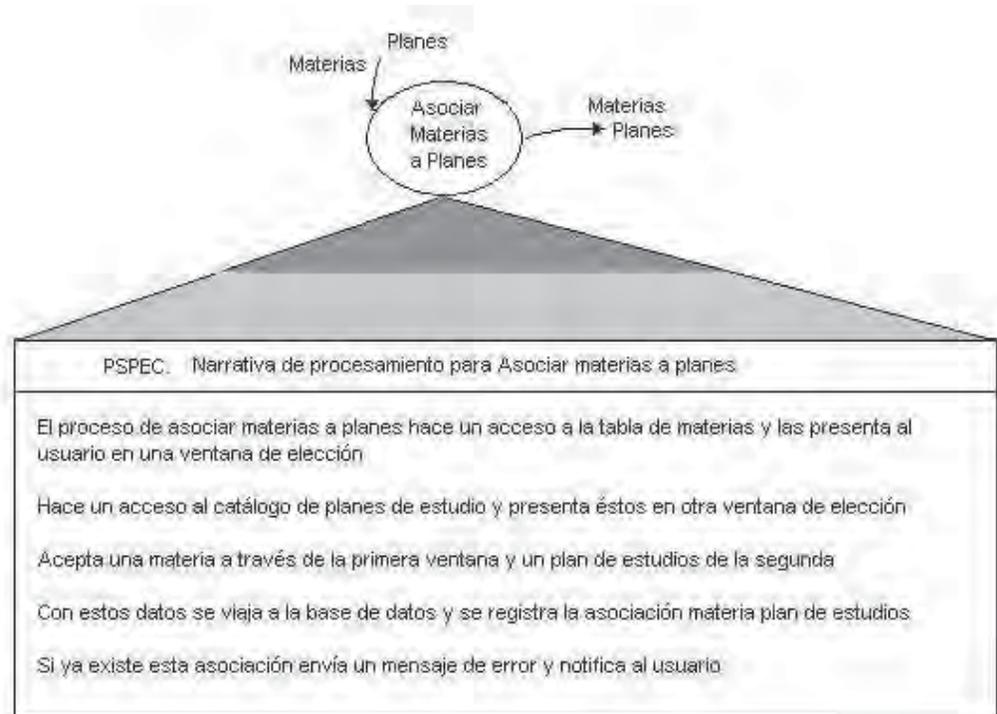


Figura A.4: PSPEC para Asociar materias a planes

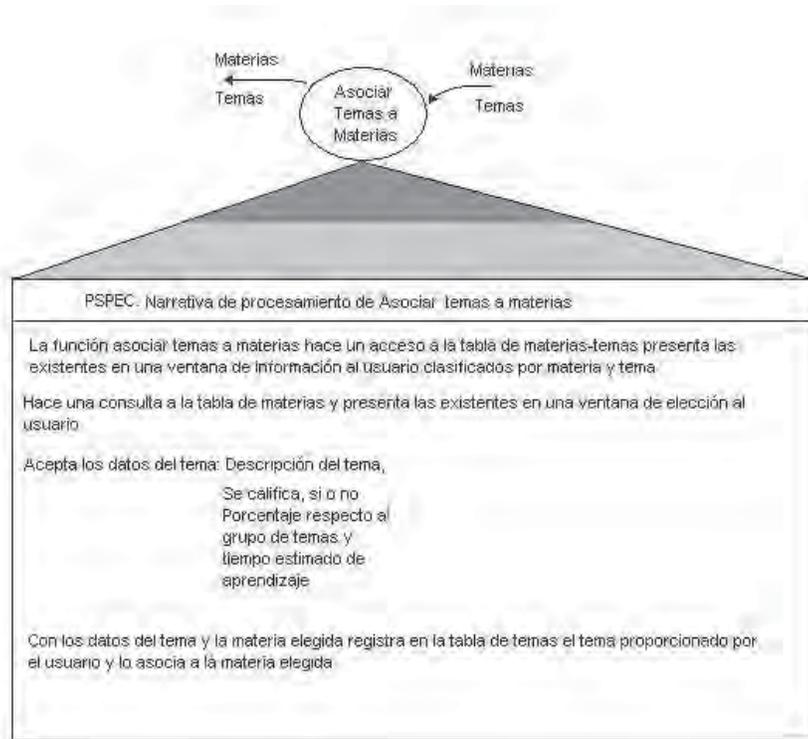


Figura A.5: PSPEC para Asociar temas a materias

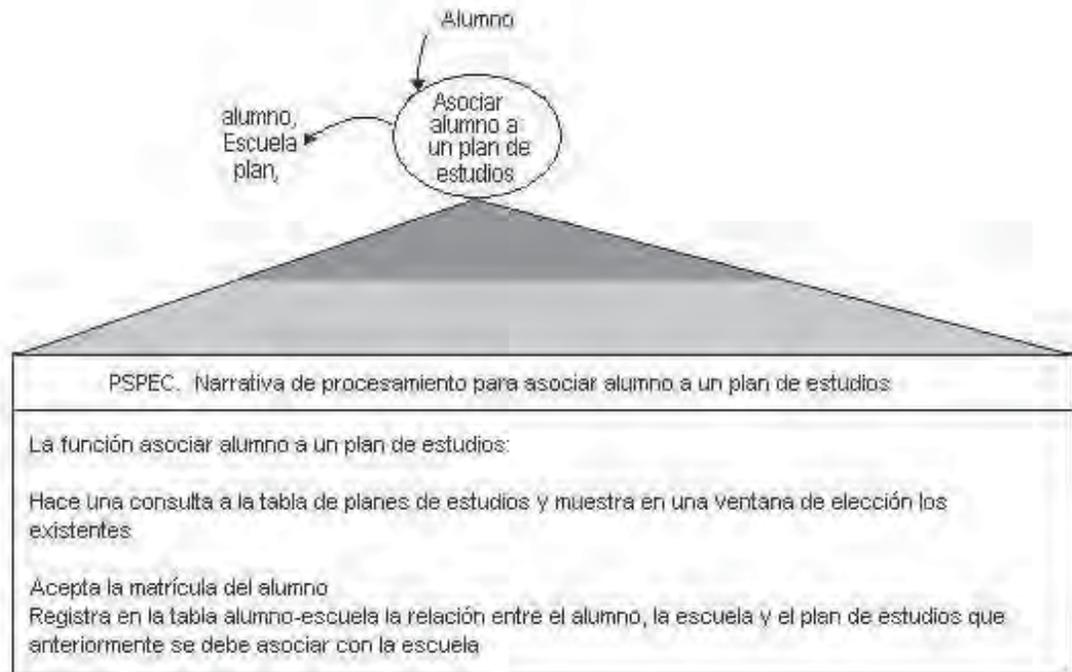


Figura A.6: PSPEC para Asociar alumno a un plan de estudios



Figura A.7: PSPEC para Agregar contenido de temas

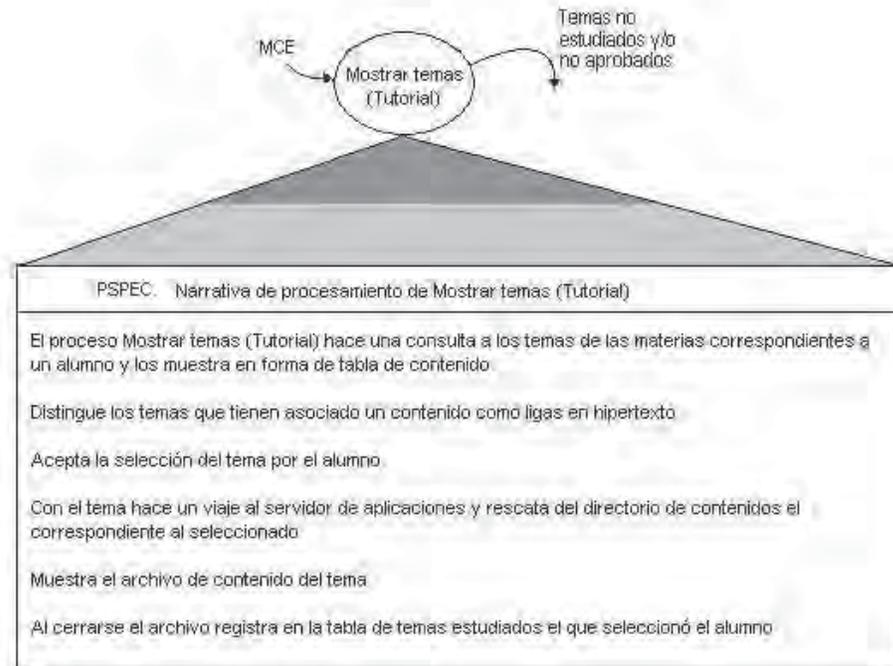


Figura A.8: PSPEC para Mostrar temas (Tutorial)



Figura A.9: PSPEC para Agregar preguntas a temas

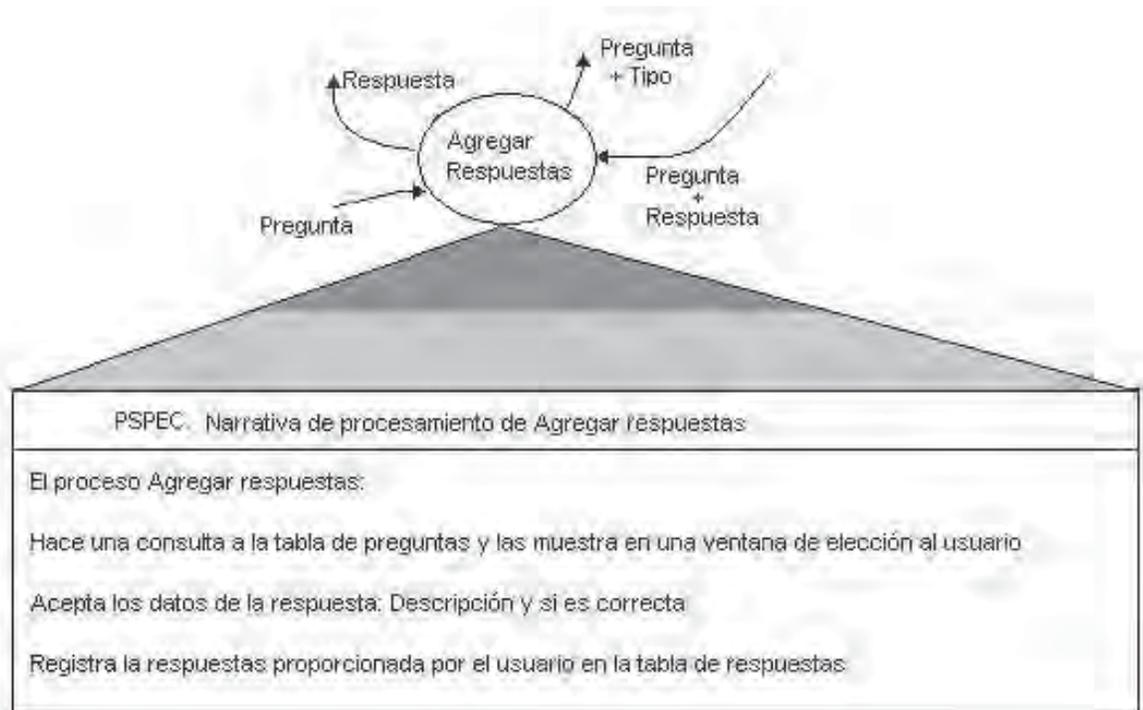


Figura A.10: PSPEC para Agregar respuestas a preguntas

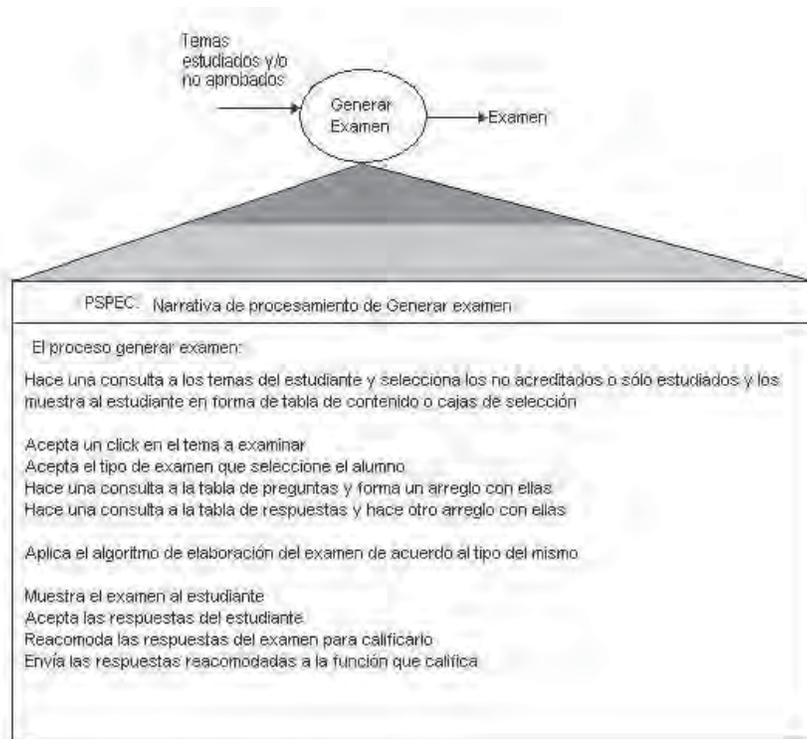


Figura A.11: PSPEC para Generar examen

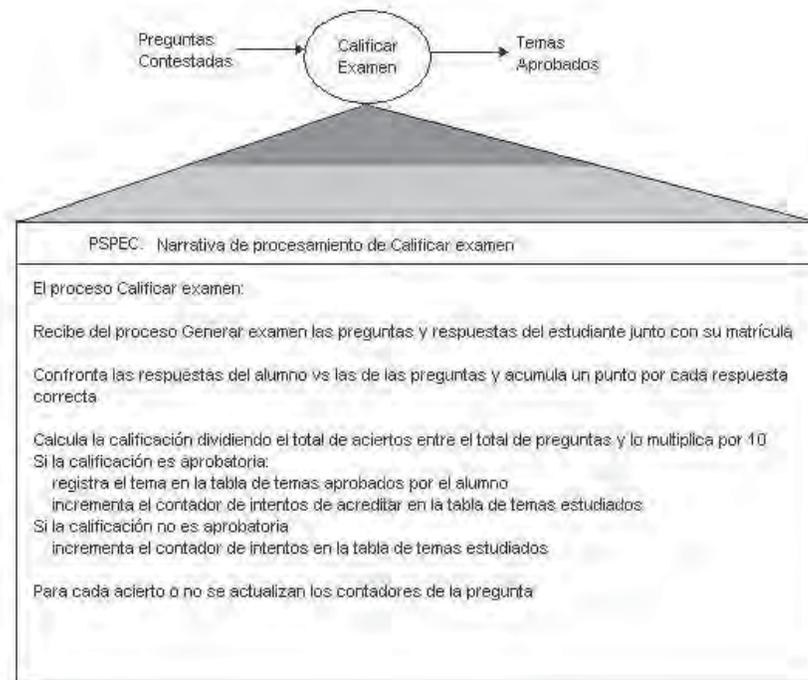


Figura A.12: PSPEC para Calificar examen



Figura A.13: PSPEC para Mostrar mapa de avance

# Apéndice B

## Manual del usuario

### B.1. Introducción

El presente manual tiene como finalidad ayudar al usuario, principalmente alumno profesor o explotador de la información, en la operación del sistema.

Se utiliza en él un lenguaje lo menos técnico posible, de tal manera que cualquier persona que tenga interés en su utilización como herramienta de trabajo en alguna de las tareas siguientes: en la enseñanza, en el aprendizaje, en la evaluación de sus conocimientos, en el seguimiento del desarrollo de planes de estudio de una escuela y en la medición del proceso enseñanza aprendizaje, lo pueda hacer sin ningún problema y le sea lo más familiar posible.

En caso de que surja alguna duda acerca de la operación del sistema, de la forma de introducir información, o en la forma de obtener algunos resultados de interés para los usuarios de las academias o incluso de los mismos alumnos, es posible comunicarse con los autores a través del correo electrónico.

Este manual se centra exclusivamente en la forma de operación del sistema, sin entrar en detalles de la estructura interna del mismo.

La tónica del manual es la siguiente:

- a) Se presenta una descripción de la función a explicar, incluyendo la secuencia necesaria para llegar a ella.
- b) Se muestra una imagen de la pantalla representativa de la función, con las anotaciones respectivas en el cuerpo de la misma.
- c) Finalmente se detalla la forma en que se debe operar cada módulo.

Como la estructura operacional es muy similar para cada módulo, se detalla únicamente el que sea indicativo del funcionamiento de los demás, y se mencionan solamente el objetivo y alguna característica especial del resto.

## B.2. Operación del sistema

El orden del manual lo determinan las funciones que componen el sistema las cuales se muestran enseguida:

- Administración del sistema
  - Registro de usuarios
  - Registro de alumnos
  - Registro de profesores
  - Asignación de materias a profesores
  - Mantenimiento de Catálogos
    - Escuelas
    - Áreas del conocimiento
    - Materias
    - Tipos de preguntas
- Modelado del conocimiento

- Planes de estudios
- Asociar materias a planes
- Asociar temas a materias
- Prerrequisitos de materias
- Prerrequisitos de temas
- Tutorial
  - Alimentar contenido de temas
  - Tutorial del alumno
- Evaluación de estudiantes
  - Agregar preguntas
  - Agregar respuestas
  - Elaboración de exámenes
- Seguimiento de estudiantes
  - Mapa de avance

En este caso no se ha seguido la tendencia estándar en la elaboración de manuales comerciales, los cuales se estructuran de acuerdo al perfil del usuario y trae como consecuencia varios manuales. En su defecto solo se estipulan las funciones a las que tiene acceso cada usuario de acuerdo a la clasificación presentada en el capítulo 3 como sigue:

- a) Administradores
  - a) Registro de usuarios
  - b) Actualización de catálogos

- c) Registro de profesores
  - d) Asociación de materias con planes
  - e) Asociación de temas con materias
- b) Directores
- a) Obtención de mapas de alumnos
- c) Profesores
- a) Registro de profesores
  - b) Actualización de contenidos
  - c) Obtención de mapas de alumnos
  - d) Inserción de preguntas
  - e) Inserción de respuestas
- d) Alumnos
- a) Obtención del mapa del alumno
  - b) Tutorial
  - c) Evaluación
- e) Visitantes
- a) Evaluación

### **B.3. Entrada al sistema**

La entrada al sistema no representa ningún módulo en especial, sin embargo representa el arranque del mismo, por tal razón se describe enseguida.

**Función: Entrada al sistema.**

**Objetivo:** Ingresar a la página de arranque del sistema.

**Secuencia de instrucciones:** Arranque de la pc, conexión al sistema de red, arranque de su manejador de web, direccionamiento a la página del sistema: www.siad.umich.mx.

Con esta secuencia se logra que aparezca la pantalla mostrada en la figura B.1

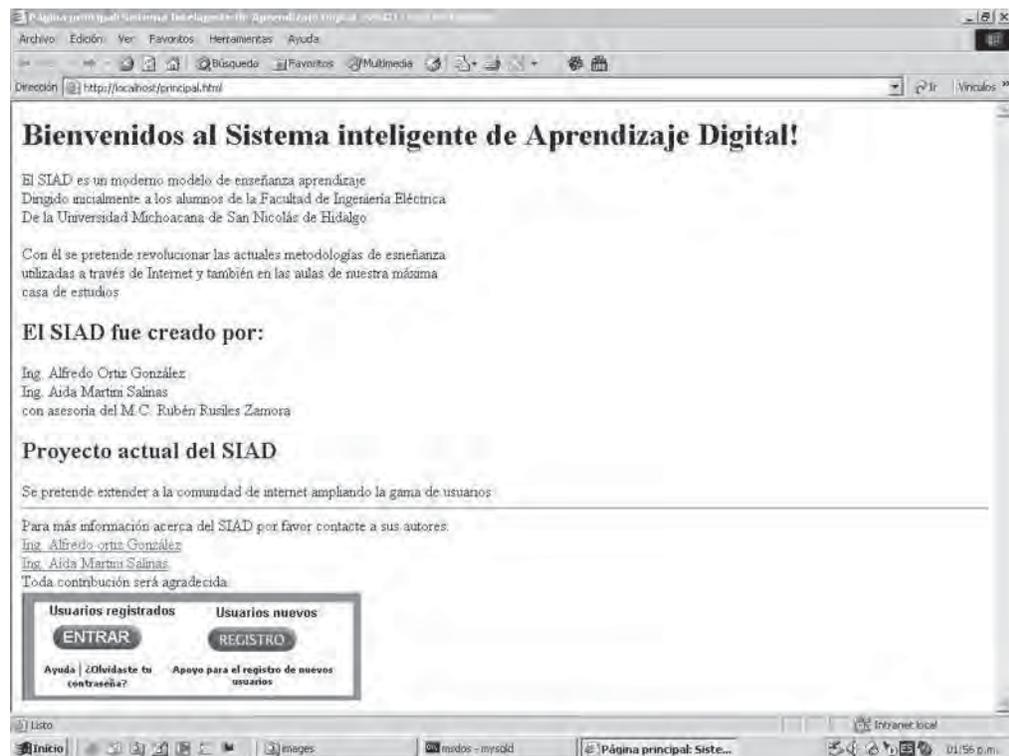


Figura B.1: Página principal del SIAD

La página principal sirve como antesala para el arranque del sistema y es además la vía mediante la cual se podrá establecer comunicación con los desarrolladores, a través de los correos electrónicos, para la solución de los problemas que se pudieran presentar en la operación del mismo.

En esta página también se mencionan algunas cosas de interés general acerca del sistema, entre ellas: cómo surgió, cuál es su enfoque, qué objetivos queremos lograr con él y qué esperamos de los usuarios con la utilización de esta herramienta.

Una vez que se logra entrar a esta página, se arranca la aplicación dando un 'clic' en la liga que dice "Entrar al sistema". Ésta lleva directamente al menú principal del SIAD.

## B.4. Menú principal

Al dar click en el enlace "Entrar al sistema", aparecerá la pantalla mostrada en la figura B.2, aquí se muestran las funciones como fueron listadas en el sección B.2.



Figura B.2: Menú principal del SIAD

**Funcion: Menú principal**

**Objetivo:** Mostrar al usuario las funciones generales del sistema y permitir su ingreso a ellas.

**Secuencia:** Desplegado de la página principal del SIAD, enlace “Entrada al sistema”.

Esta página está estructurada en dos columnas principales, en la de la izquierda se muestra el árbol de funciones que componen al sistema, que contiene los diferentes módulos principales a saber: administración, catálogos, creación de los modelos del conocimiento, tanto general como del estudiante (MCR y MCE), el tutorial, las evaluaciones y el seguimiento de los alumnos. En ellos las funciones ejecutables se muestran a manera de enlaces.

La columna de la derecha, en esta página, nos muestra una explicación más detallada de lo que se pretende con el sistema y los diferentes enlaces al manual de operación y guía para los usuarios. En esta columna se presentarán las diferentes páginas o pantallas, para el resto de las funciones del sistema.

Cuando haga click en alguno de los enlaces del menú principal se le pedirá su clave de usuario para identificarlo y pedirle que se registre con el fin de controlar su navegación en el sistema, de acuerdo al tipo de usuario que tenga asignado, ver diagrama de la figura 3.6.

## B.5. Administración del sistema

La función de administración se compone de cuatro funciones: registro de usuarios, registro de alumnos, registro de profesores y asignación de materias a profesores. Como la pantalla de registro de alumnos y profesores es similar, solo se explica una de ellas.

**Función: Registro de usuarios.**

**Objetivo:** Permitirle al usuario darse de alta en el sistema, para que pueda hacer uso del mismo.

**Secuencia:** Página del menú principal, enlace “Registro de usuarios”.

Al introducir esta secuencia se hará el enlace a la página mostrada en la figura B.3.

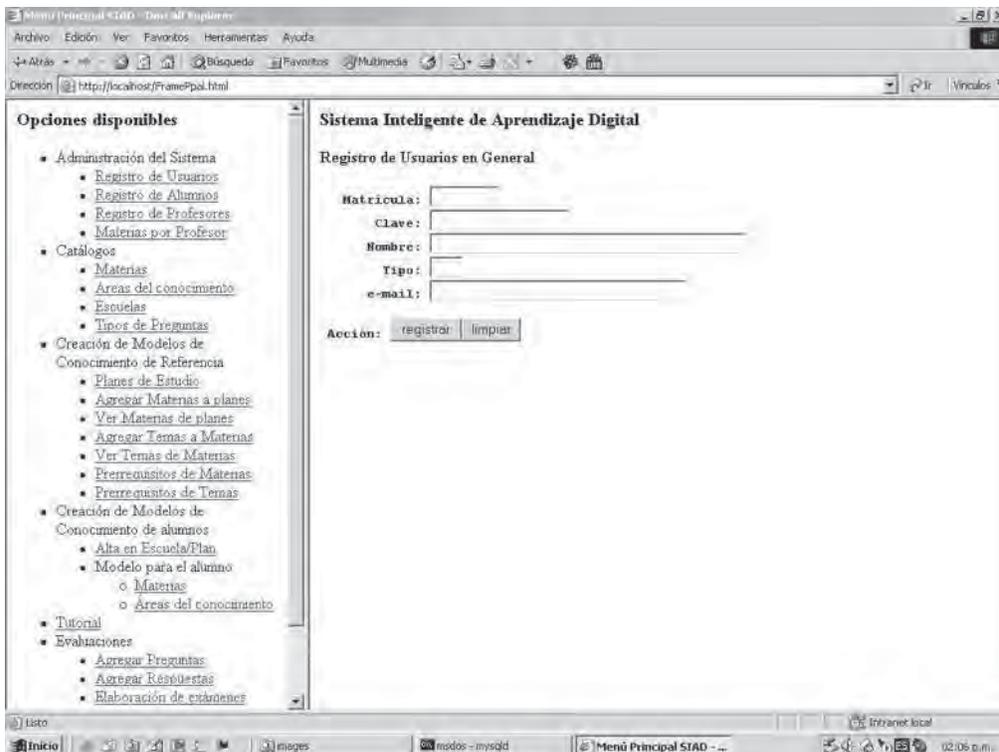


Figura B.3: Registro de usuarios en el SIAD

Con esta función se logra el registro de los usuarios del sistema, profesores y alumnos no así a los visitantes. Esta función es de uso exclusivo de los administradores del sistema y con ella se darán de alta las claves de las personas que harán uso del mismo. En vista de que tanto profesores como alumnos tienen asignada una matrícula, la clave de usuario puede ser ésta si así se quiere.

Junto con su clave de acceso se almacena la contraseña siendo ésta última de uso particular y puede ser cambiada sólo por parte del usuario para garantizar la seguridad de la información en el sistema.

Los usuarios con perfil de directores, esto es, aquellos usuarios que explotarán la información con el objeto de hacer evaluaciones del proceso enseñanza aprendizaje del MCR no se ubican en el modelo del conocimiento, sino que tienen acceso a toda la información y solo se encargan de la creación y mantenimiento de la misma.

**Función: Registro de alumnos.**

**Objetivo:** Permitirle al administrador dar de alta los alumnos en el sistema, para que puedan hacer uso del mismo.

**Secuencia:** Página del menú principal, enlace “Registro de alumnos”.

Al introducir esta secuencia se hará el enlace a la página mostrada en la figura B.4.

Para dar de alta a una persona, profesor o alumno, se deben proporcionar todos los datos solicitados en el formato de la figura B.4. De no hacerlo y enviar la solicitud de registrar al alumno o profesor, el sistema enviará un mensaje de alerta solicitando que sean completados los datos.

En general, todas las funciones que solicitan información tienen esta validación, por lo tanto no se mencionará en adelante.

La función de registro de profesores es idéntica a esta, por lo tanto no se menciona en el manual, la distinción entre un alumno y un profesor la hace el sistema internamente, así que esta información no se le solicita al usuario.

**Función: Asignación de materias a profesores.**

**Objetivo:** Permitirle al administrador asociar a un profesor con sus materias, para que puedan insertar los contenidos de los temas relacionados con las materias.

**Secuencia:** Página del menú principal, enlace “Materias por profesor”.

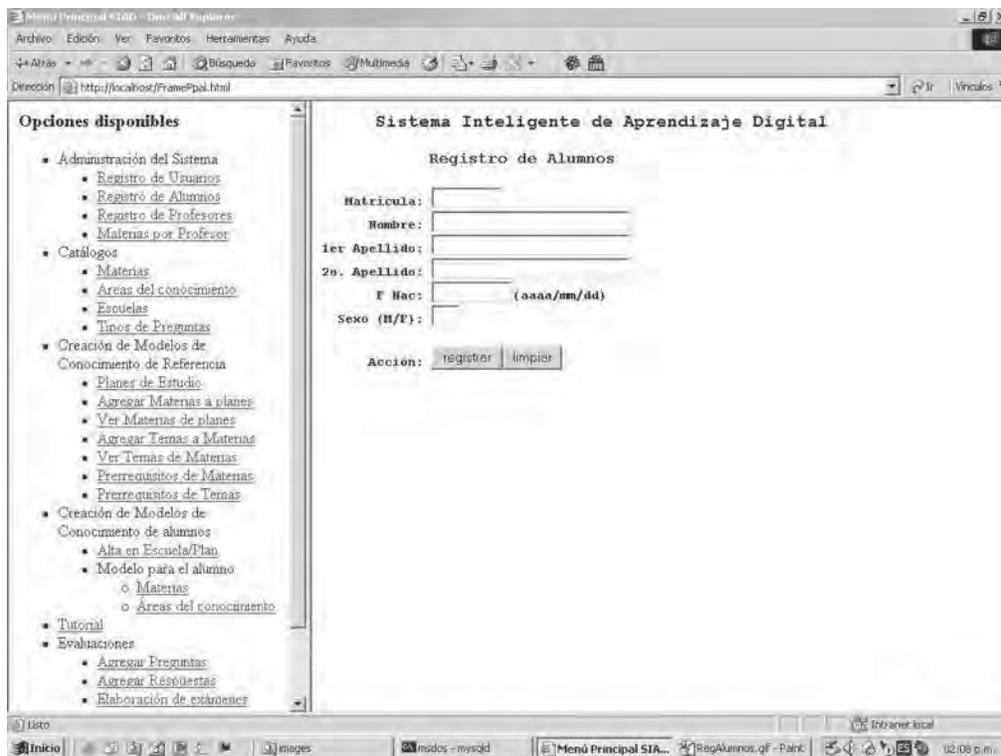


Figura B.4: Registro de Alumnos en el SIAD

Al introducir esta secuencia se hará el enlace a la página mostrada en la figura B.5.

Para un estudiante es muy importante saber que una materia la pueden impartir varios profesores porque de esa manera cuenta con más de un mentor para sus temas, al presentarle los contenidos de los diferentes temas la idea es que haya aportaciones por cada uno de estos profesores, de tal manera que el contenido de un tema se vea enriquecido y favorezca al tutorial del alumno.

Con la asociación de cada profesor con sus materias se crean automáticamente los cursos de dichas materias en el sistema y éstos son la base para mostrarle al alumno cuáles profesores son los que imparten las diferentes materias.

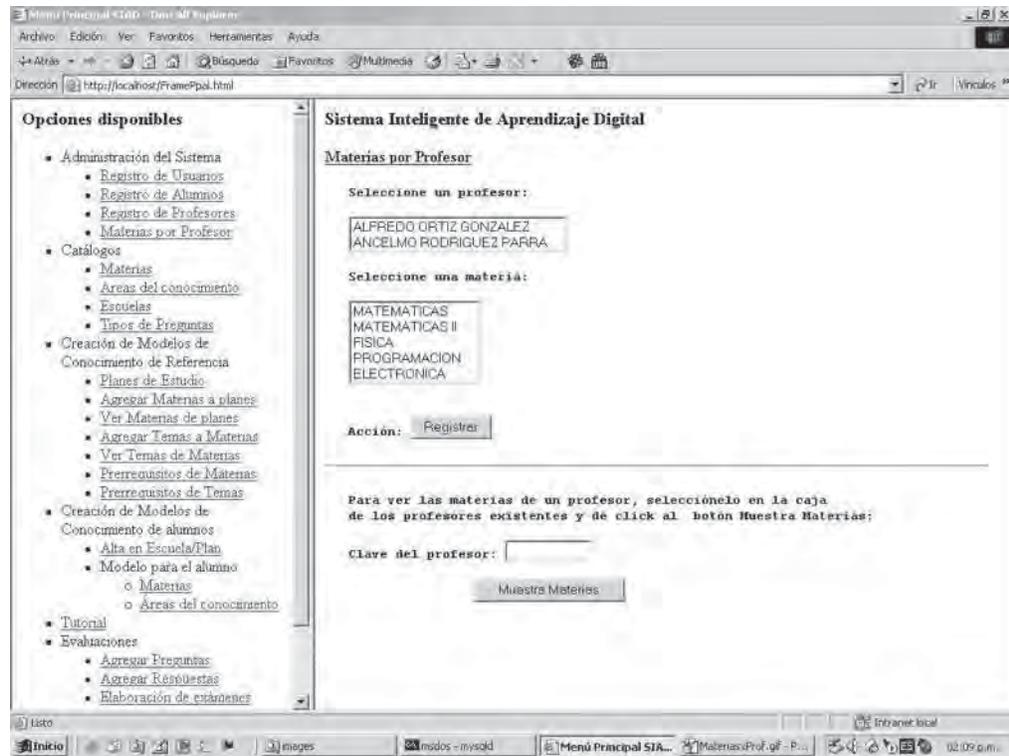


Figura B.5: Asociación de profesores con sus materias

### B.5.1. Mantenimiento de catálogos

Los catálogos contienen la información que permite mapear el conocimiento a nivel área del conocimiento, materia o escuela. Una vez que esta información es alimentada se mantiene prácticamente sin modificaciones y si acaso se requiere alguna, el administrador podrá hacerla sin utilizar el sistema, sino que lo hará directamente sobre los datos capturados a través de estas funciones.

En vista de que la alimentación de datos a los diferentes catálogos se hace prácticamente de la misma forma, solo se presenta la del catálogo de materias.

**Función: Alta de materias en el catálogo.**

**Objetivo:** Permitirle al administrador todas las materias del MCR, para que puedan ser asociadas a profesores y se les puedan agregar los temas

correspondientes.

**Secuencia:** Página del menú principal, enlace “Materias”.

Al introducir esta secuencia se hará el enlace a la página mostrada en la figura B.6.

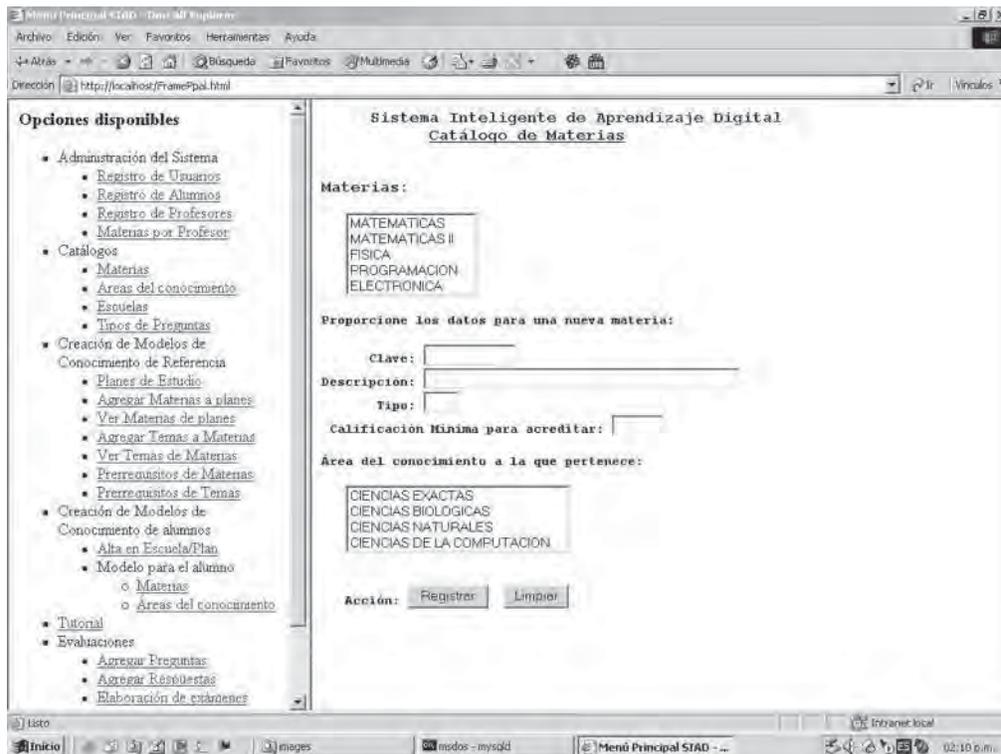


Figura B.6: Inserción de materias al catálogo

Para poder dar de alta una materia al catálogo es necesario registrar primero las áreas del conocimiento, ya que en esta función se aprovecha para hacer la asociación con el área a la que pertenezca. El funcionamiento es muy sencillo, en la parte superior se muestra una caja de texto con las materias que existen a la fecha en el catálogo, después los renglones para los datos de la materia y en la parte baja se muestran las áreas del conocimiento para que se seleccione aquella a la que pertenece la materia que se va a dar de alta.

## B.6. Modelado del conocimiento

El modelado del conocimiento se hace en dos etapas, en la primera se crea el MCR el cual incluye las materias, las áreas del conocimiento, la asociación de materias con los planes de estudios y de las materias con sus temas. Una vez que el MCR queda definido se crea el MCE, este se reduce a asociar a un estudiante con un plan de estudios con lo cual adquiere el bloque de materias de un plan de estudios y sus temas. Se complementa el modelado con los prerrequisitos de materias y temas lo cual servirá para controlar el avance del estudiante en algunas materias que no pueden ser comprendidas si no se tienen conocimientos específicos para su estudio.

### B.6.1. Modelo del conocimiento de referencia(MCR)

La primera función para el modelo del conocimiento de referencia es la de dar de alta los planes de estudio que mapearán un subconjunto del conjunto universal de materias que forman el conocimiento universal. Esta función opera igual que la del catálogo de materias, se presentan los planes existentes, se toman los datos del nuevo plan y se asocia con una de las escuelas que están en el catálogo, por lo tanto, primero deberemos dar de alta las escuelas antes de utilizar esta función. Por esta razón no se da una explicación mayor, con la sola imagen de la pantalla es más que suficiente para lograr entender su operación. La pantalla de esta función se muestra en la figura B.7.

**Función:** Alta de materias en los planes de estudio.

**Objetivo:** Permitirle al administrador asociar materias a un plan de estudios.

**Secuencia:** Página del menú principal, enlace “Agregar materias a planes”.

La creación del modelo del conocimiento de referencia se debe hacer del nivel más alto al más fino, las materias son prácticamente lo último en este modelo y es necesario alimentar al sistema de las materias que cada plan de estudios tiene asociadas.

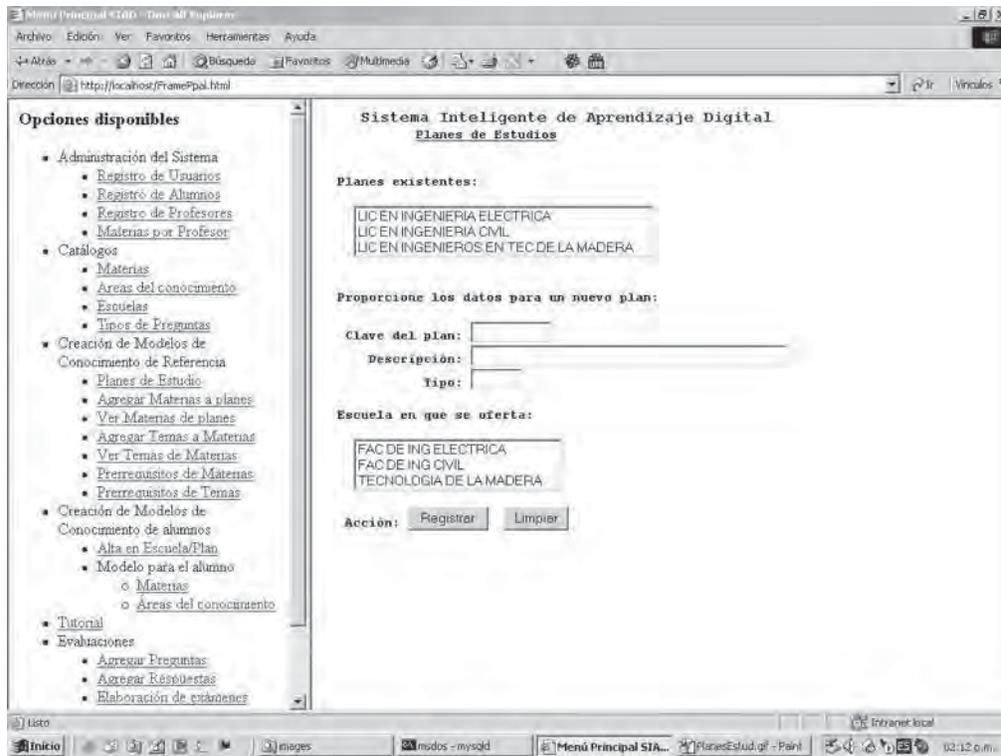


Figura B.7: Inserción de planes de estudio al catálogo

Cuando se ejecuta la secuencia de esta función aparece la pantalla mostrada en la figura B.8. En esta pantalla aparecen primero los planes de estudio existentes y enseguida las materias, se debe dar un click en el plan y después en la materia para hacer la asociación. Una vez hecho esto se transmite la orden de registrar los datos y crear la asociación respectiva. Así se sigue hasta terminar todas las materias y todos los planes.

**Función:** Agregar temas a materias.

**Objetivo:** Permitirle al administrador asociar los temas a cada una de las materias.

**Secuencia:** Página del menú principal, enlace “Agregar temas a materias”.

**Función:** Alta de prerequisites de materias en los planes de estudio.

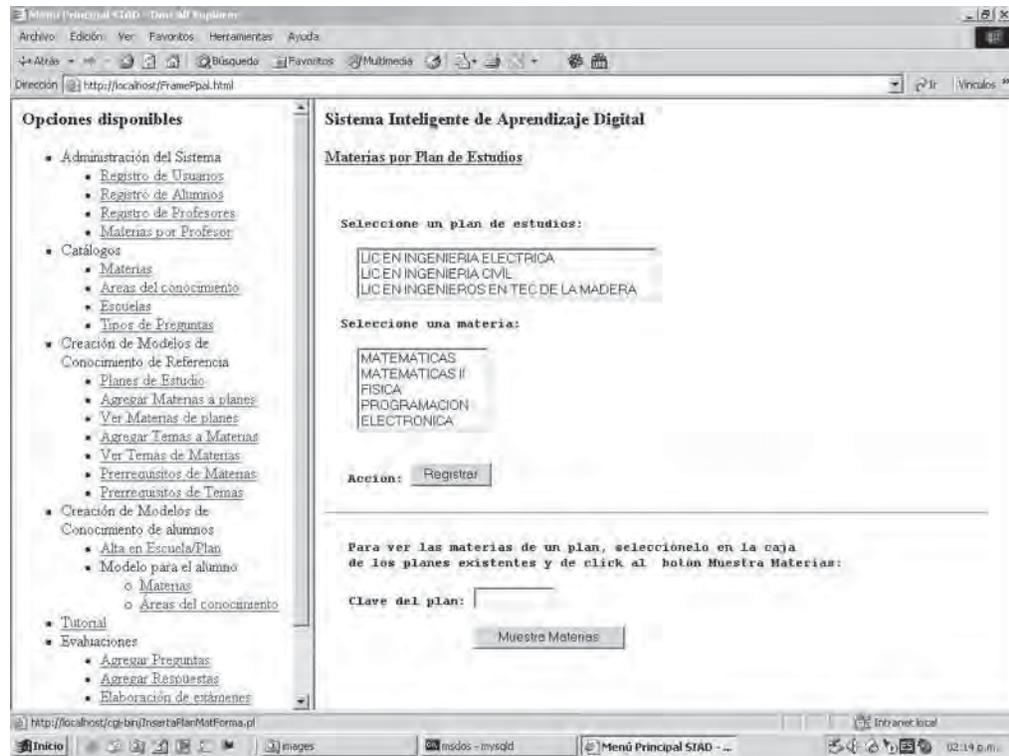


Figura B.8: Asociación de materias con planes de estudio

**Objetivo:** Permitirle al administrador asociar materias con sus prerequisites en un plan de estudios.

**Secuencia:** Página del menú principal, enlace “Prerequisites de materias”.

## B.6.2. Modelo del conocimiento del estudiante (MCE)

**Función:** Asociar un alumno a un plan de estudios.

**Objetivo:** Permitirle al administrador registrar un alumno en un determinado plan de estudios.

**Secuencia:** Página del menú principal, enlace “Alta en escuela/plan”.

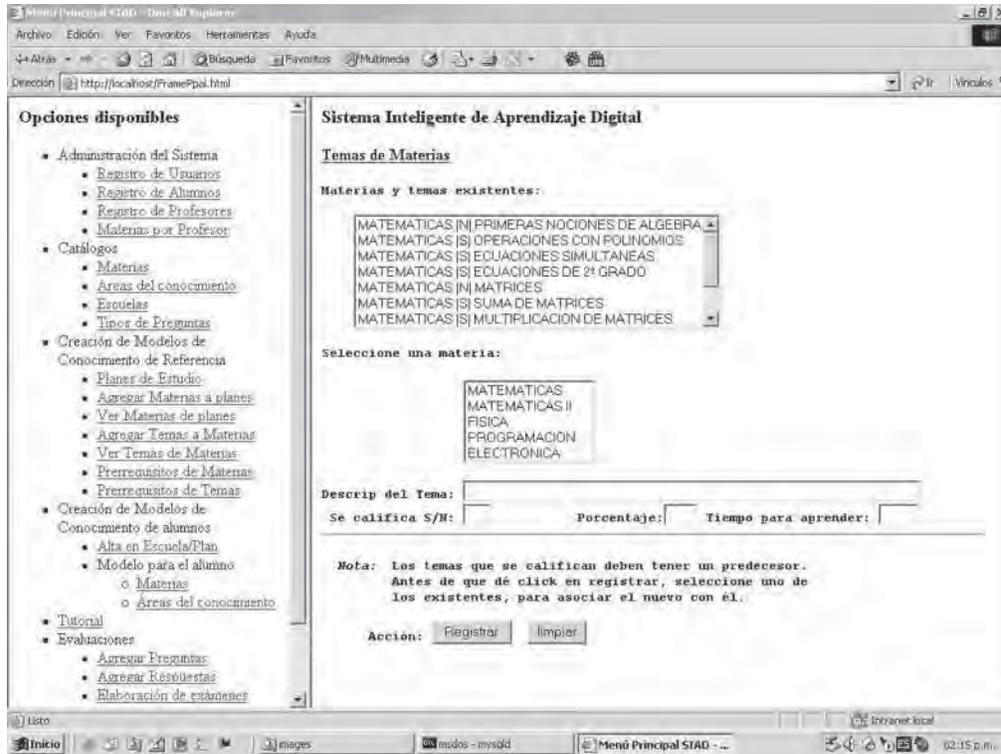


Figura B.9: Agregado de temas a materias

Como se mencionó al inicio de esta sección la creación del MCE consiste en asociar a cada alumno con el plan de estudios en que se encuentran las materias que cursará y ésto se logra activando la función mostrada en la figura B.11. La forma de hacerlo es muy sencilla, se proporciona la matrícula del alumno en la caja de texto identificada como matrícula y enseguida se da un click al renglón del recuadro de planes de estudio que contenga el plan al que se quiera asociar al alumno. Para registrar la asociación se da click en el botón registrar y la información se envía a la base de datos del sistema.

## B.7. Tutorial

El módulo tutorial se compone de dos funciones básicas, la que sirve para dar de alta los contenidos de los temas y la que los presenta al estudiante. Para llevar a cabo

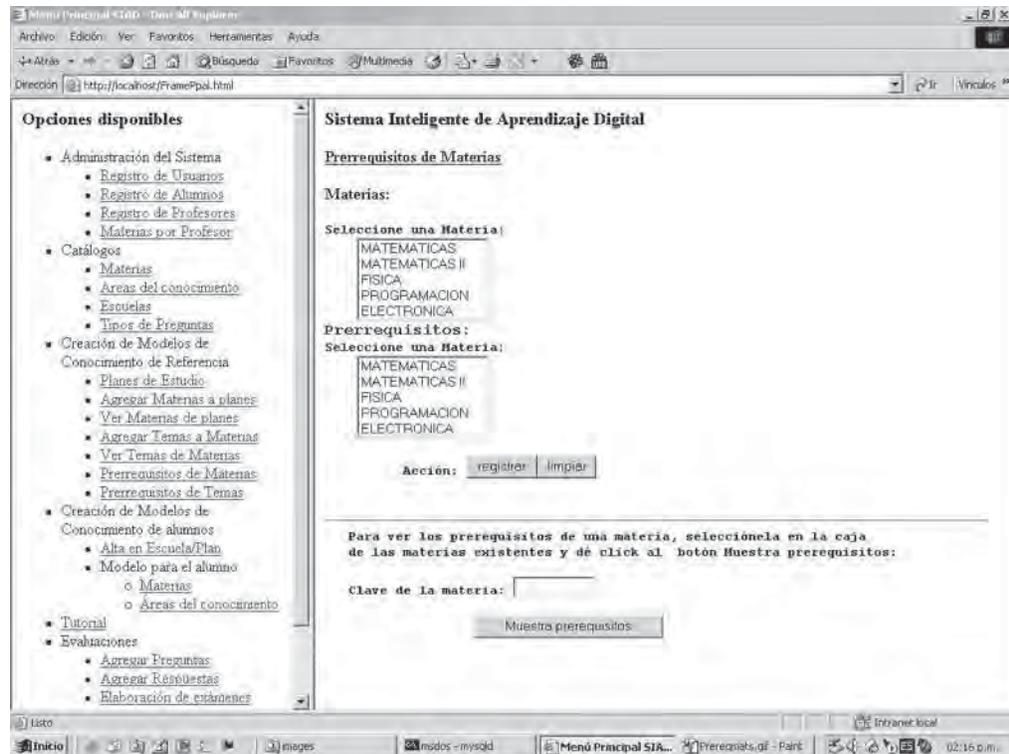


Figura B.10: Asociación de materias con sus prerrequisitos

la tarea de registrar los contenidos esta primera versión lo hace a través de archivos en formatos de páginas HTML generadas desde un programa en Perl. Por esta razón es necesario primero construir el archivo en perl y anexarle el contenido del tema para que sea mostrado al estudiante.

**Función:** Agregar el contenido de temas de materias.

**Objetivo:** Permitirle al administrador agregar los diferentes contenidos de temas de materias.

**Secuencia:** Página del menú principal, enlace “Agregar contenido de temas”.

Al ejecutar la secuencia de esta función se mostrará el árbol de materias de cada plan de estudios para que el administrador identifique el nombre del archivo que

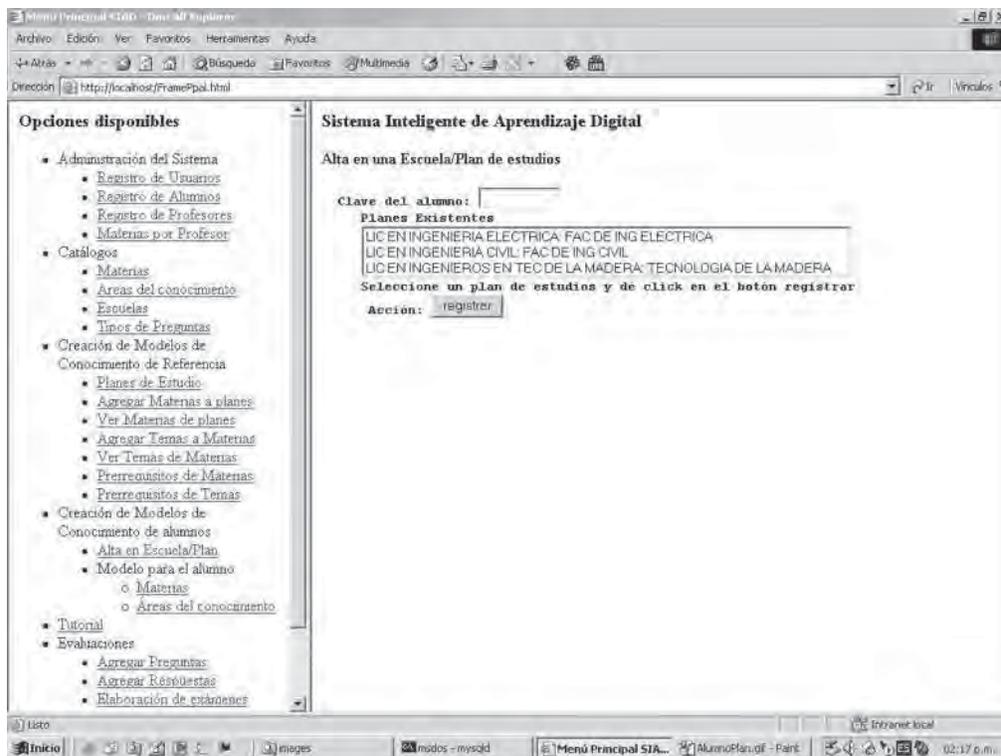


Figura B.11: Asociación de alumnos con planes de estudio

contiene la información que se presenta a los estudiantes en el tutorial. De esta manera puede verificar si en el directorio del servidor web se encuentra dicho archivo, de no ser así lo debe agregar para que se pueda actualizar con cada aportación de los profesores.

**Función:** **Mostrar el contenido de temas al alumno.**

**Objetivo:** Permitirle al alumno estudiar los diferentes temas de su plan de estudios.

**Secuencia:** Página del menú principal, enlace “Tutorial”.

Al ejecutar la secuencia de esta función aparece la pantalla mostrada en la figura B.12. En ella se muestra un árbol con todas las materias y los temas del MCE en forma de enlaces HTML. Para que un tema le sea mostrado al estudiante debe dar click en él. Cuando el alumno termine de revisar el tema debe dar click en el botón

de "estudiado", y el sistema lo registrará entre los temas listos para ser examinados o simplemente abandonar el tema para retomarlo en el futuro.

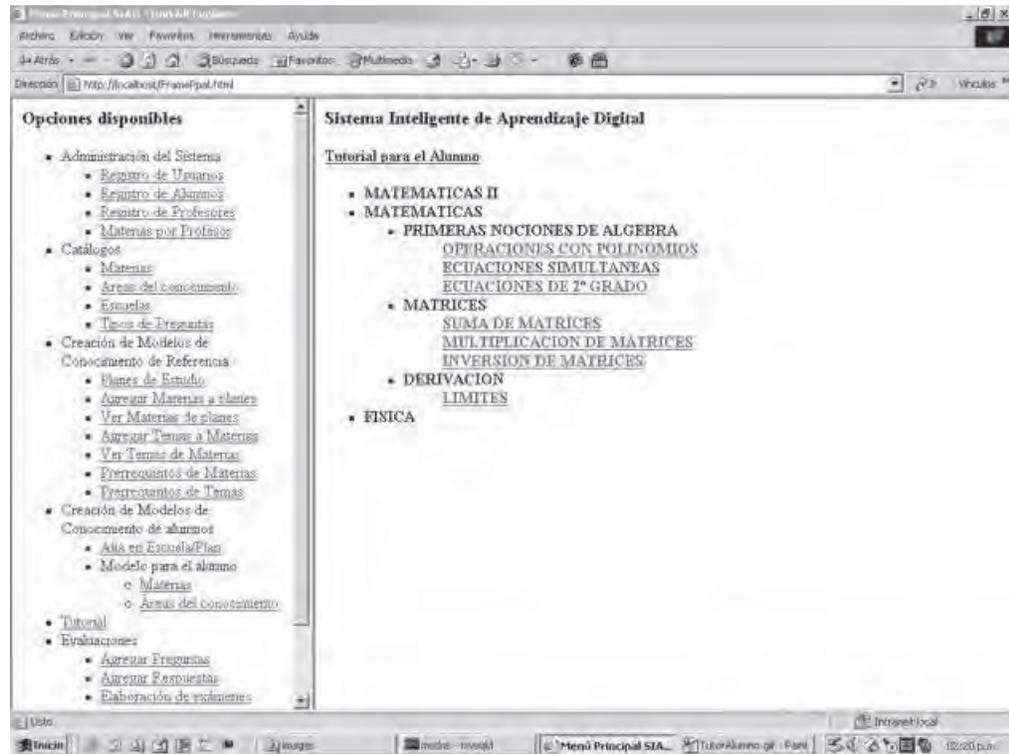


Figura B.12: Presentación de temas al alumno(tutorial)

## B.8. Evaluación

Este módulo requiere del MCR para que se puedan ejecutar las funciones que lo componen, las cuales consisten en agregar preguntas a los diferentes temas de cada materia, agregar respuestas a cada pregunta y finalmente elaborar exámenes a solicitud de los alumnos.

**Función: Agregar preguntas a cada tema.**

**Objetivo:** Permitirle al administrador agregar preguntas a los diferentes temas de cada materia.

**Secuencia:** Página del menú principal, enlace “Agregar preguntas”.

Al introducir la secuencia de esta función se muestra la pantalla de la figura B.13. La pantalla presenta dos áreas de selección, la primera contiene los diferentes temas por materia registrados en el sistema y la segunda los tipos de preguntas que se pueden agregar. Con este dato se modelan los diferentes exámenes que se presentan a los estudiantes. Para registrar una pregunta se da click en el tema y otro en el tipo de pregunta enseguida se introduce la pregunta y si tiene asociado algún método para obtener la respuesta, esto con fines de usos futuros en que se incluyan respuestas calculadas en los exámenes. Para agregar la pregunta en el sistema se da click en el botón registrar y los datos se almacenarán en la base del sistema.

**Función: Agregar respuestas a cada pregunta.**

**Objetivo:** Permitirle al administrador agregar respuestas a cada pregunta.

**Secuencia:** Página del menú principal, enlace “Agregar respuestas”.

Para lograr generar exámenes es necesario agregarle respuestas a cada pregunta de las registradas con la función anterior. Para ello se ejecuta la secuencia señalada en agregar respuestas y se muestra la pantalla de la figura B.14. En esta pantalla se muestra un caja de selección con las diferentes preguntas con su tipo. Se debe seleccionar primero la pregunta de esta caja, enseguida introducir la respuesta y si ésta es correcta o no. Las respuestas incorrectas sirven al generador de exámenes del tipo opción múltiple y es conveniente dar de alta más de cinco para que se tenga un mayor número de combinaciones posibles por cada pregunta.

**Función: Elaborar exámenes.**

**Objetivo:** Permitirle al alumno generar un examen modelo de un tema en especial.

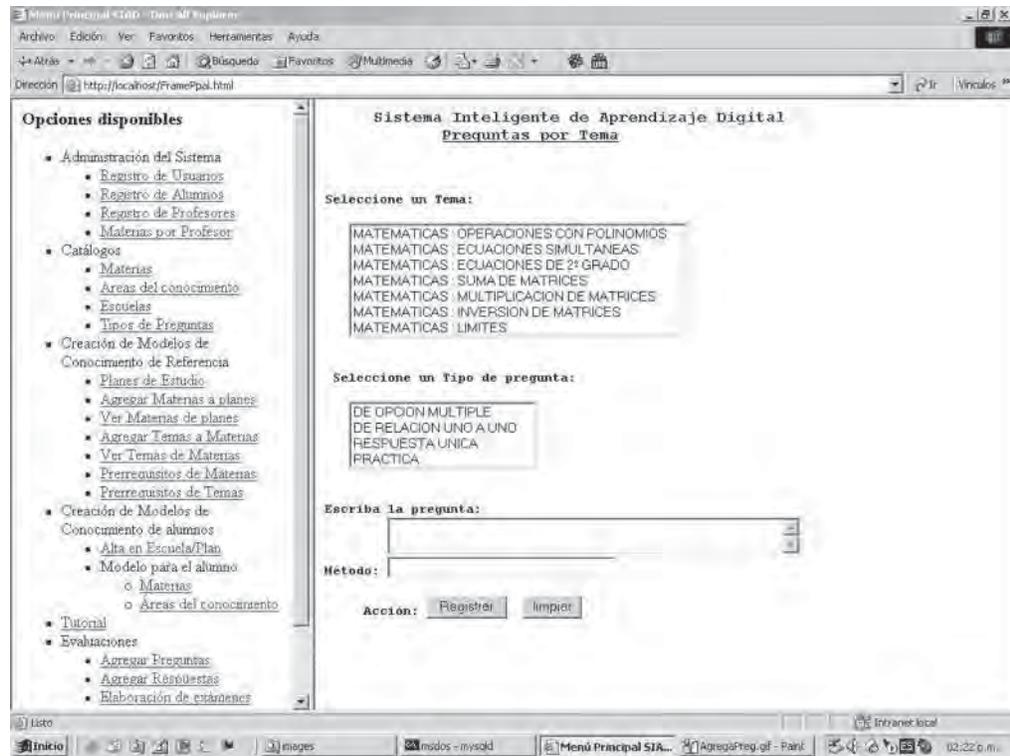


Figura B.13: Inserción de preguntas a temas

**Secuencia:** Página del menú principal, enlace “Elaboración de exámenes”.

Cuando el alumno selecciona esta función se muestra la pantalla de la figura B.15. En esta se le presenta al estudiante todas las materias de su plan de estudios y por cada una de ellas se agrega una caja de selección que incluye los temas de las mismas. Para solicitar un examen el estudiante debe dar un click en el tema que desea y otro en el tipo de examen. Ya que hizo lo anterior debe dar click en el botón “genera examen”, para que se le presente éste y lo resuelva. Un modelo de examen de opción múltiple se muestra en la figura B.16.

El estudiante debe contestar todas la preguntas que se le presentan de no hacerlo así el sistema no le permitirá solicitar su calificación. Una vez terminado el examen debe dar click en los botones “preparar examen”, primero y “calificar examen”, des-

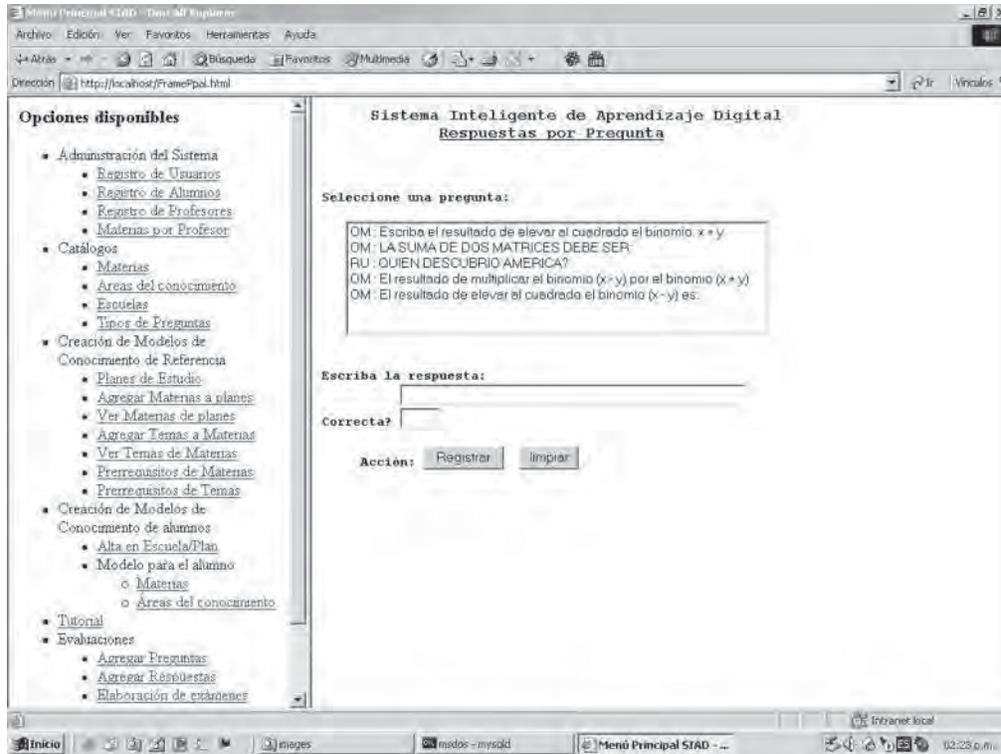


Figura B.14: Inserción de respuestas a preguntas

pués. Con esto el sistema revisa las respuestas proporcionadas por el estudiante y le muestra su calificación la cual se registra en el sistema si es aprobatoria y si no se incrementa solo el número de intentos por pasar el tema.

## B.9. Seguimiento de estudiantes

El módulo para seguimiento de estudiantes en esta versión solo incluye la elaboración del mapa de avance para un estudiante y lo puede hacer al dar click en el enlace “Mapa del alumno” del menú principal. La figura B.17 esquematiza el resultado obtenido con esta función.

El análisis del rendimiento por materia o por temas se puede hacer mediante consultas a la base de datos, labor que debe llevar a cabo el usuario administrador o

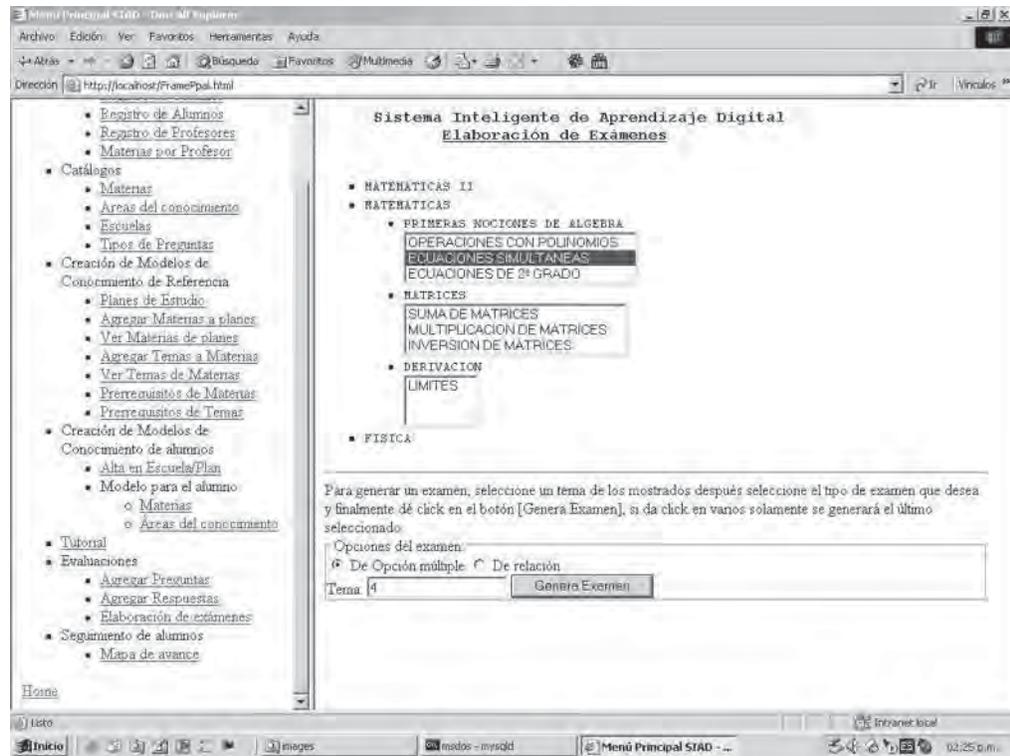


Figura B.15: Elaboración de exámenes

director en el sistema.

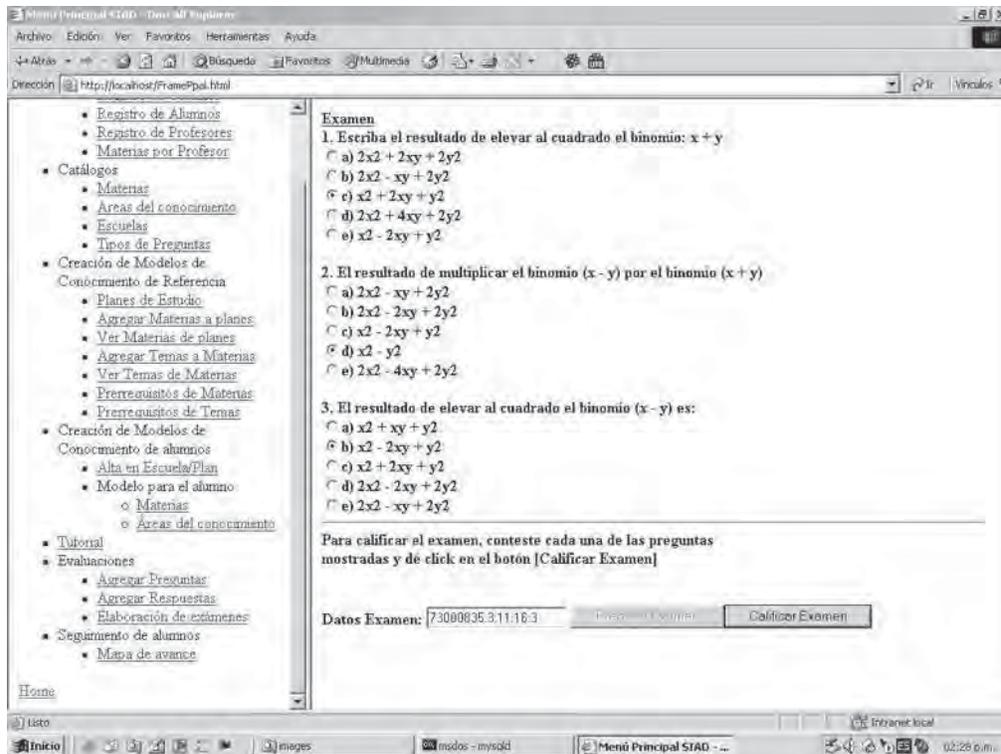


Figura B.16: Examen de opción múltiple

MATERIAS	TEMAS			
Matena1	tema1	tema2	tema3	tema4
Matena2	tema1	tema2	tema3	tema4
Matena3	tema1	tema2	tema3	tema4
Matena4	tema1	tema2	tema3	tema4

Figura B.17: Mapa de avance en el MCE

# Referencias

- [Braude03] Braude, E. J. *Ingeniería de Software una perspectiva orientada a objetos*. Editorial Alfaomega, 2003.
- [Bull99] Bull, J. Supporting computer-based assessment. Inf. téc., University of Luton, 1999.
- [Chickering87] Chickering, A. W. y Gamson, Z. F. Seven principles for good practice in undergraduate education. Inf. téc., American Association for Higher Education, 1987.
- [Chickering96] Chickering, A. W. y Ehrmann, S. C. Implementing the seven principles: Technology as lever. Inf. téc., American Association for Higher Education, 1996.
- [Date93] Date, C. J. *Sistemas de Bases de Datos*. Addison Wesley, 1993.
- [Deep96] Deep, J. y Holfelder, P. *Developing CGI Applications with Perl*. John Wiley and Sons, 1996.
- [Dryden02] Dryden, G. y Vos, J. *La Revolución del Aprendizaje*. Grupo Editorial Tomo, 2002.
- [Esquer00] Esquer, G.Ñ. y Sheremetov, L. Ambiente computacional de enseñanza-aprendizaje cooperativo personalizado para la educación superior. Inf. téc., Instituto Politécnico Nacional, 2000.

- [Hamburg02] Hamburg, L. Managed learning environments (mles): what are they and what can they do? Inf. téc., The Higher Education Academy, 2002.
- [Hawkes99] Hawkes, T. An experiment in computer-assisted assessment. Inf. téc., Mathematics Institute, Warwick, 1999.
- [Inc97] Inc, L. W. *ERwin Reference Guide*, 1997.
- [Joy99] Joy, M. y Luck, M. Computer-based submission and assessment in boss. Inf. téc., University of Warwick, 1999.
- [Kasuga99] Kasuga, L., Gutiérrez, C., y Muñoz, J. D. *Aprendizaje Acelerado, estrategias para la potencialización del aprendizaje*. Grupo Editorial Tomo, 1999.
- [Kroenke96] Kroenke, D. M. *Procesamiento de Bases de Datos. Fundamentos, Diseño e Implementación*. Prentice Hall, 1996.
- [Muñoz96] Muñoz, L. R., Zamora, L. R. R., Rojas, F. C., Cedeño, M. A. B., y Mora, K. M. F. *La Esencia de la Programación: un enfoque visual y divertido con el robot karel*. Editorial Universitaria, 1996.
- [Nguyen01] Nguyen, H. Q. *Testing Applications on the Web Test Planning for Internet-Based System*. Prentice Hall, 2001.
- [Orós02] Orós, J. C. *Java Script y CSS*. Editorial Alfaomega, 2002.
- [Paris03] Paris, M. Simulation authoring tools for interactive e-learning courseware development. Inf. téc., The Higher Education Academy, 2003.
- [Pressman93] Pressman, R. S. *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. Mc Graw Hill, 1993.

- 
- [Rekkedal03] Rekkedal, T. y Qvist-Eriksen, S. Internet based e-learning, pedagogy and support systems. Inf. téc., NKI Distance Education, 2003.
- [Rich94] Rich, E. y Knigh, K. *Inteligencia artificial*. Mc Graw Hill, 1994.
- [Sambrano00] Sambrano, J. *PNL Programación Neurolingüística para todos, el modelo de la excelencia*. Editorial Alfaomega, 2000.
- [Tanimoto95] Tanimoto, S. L. *The Elements of Artificial Intelligence using Common Lisp*. Computer Science Press, 1995.
- [Tittel00] Tittel, E., Pitts, N., y Valentine, C. *HTML 4 para dummies*. St Editorial, 2000.
- [University96] University, O. *Data Modeling and Relational Database Design*, 1996.
- [Yourdon95] Yourdon, E. *Análisis Estructurado Moderno*. Prentice Hall, 1995.
- [Zamora97] Zamora, L. R. R. Prototipo de un generador/evaluador de exámenes. Inf. téc., Facultad de Ingeniería Eléctrica, 1997.