



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y**  
**MATEMATICAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACION**

**SISTEMA DE APOYO PARA EL DESARROLLO DE**  
**HABILIDADES MATEMÁTICAS EN ALUMNOS DE ENSEÑANZA MEDIA**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE**  
**INGENIERO DE EJECUCIÓN EN PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

**RUBÉN GUSTAVO NELSON BERNARDO VALDEBENITO MÉNDEZ**

2011



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y**  
**MATEMATICAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACION**

**SISTEMA DE APOYO PARA EL DESARROLLO DE**  
**HABILIDADES MATEMÁTICAS EN ALUMNOS DE ENSEÑANZA MEDIA**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE**  
**INGENIERO DE EJECUCIÓN EN PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

**RUBÉN GUSTAVO NELSON BERNARDO VALDEBENITO MÉNDEZ**

**PROFESOR GUIA:**  
**NELSON BALOIAN TATARYAN**

**MIEMBROS DE LA COMISION:**  
**MARÍA CECILIA RIVARA ZUÑIGA**  
**SANDRA DE LA FUENTE GONZALEZ**

**SANTIAGO DE CHILE**  
**OCTUBRE 2011**

# Resumen

El objetivo del trabajo es desarrollar un sistema basado en la web que permita mejorar la destreza matemática de los alumnos de establecimientos de educación media, por medio de la ejercitación diaria de los contenidos, a medida que estos son entregados por el docente en la clase de aula.

A partir del análisis previo al presente trabajo sobre las funciones que cumple o podría realizar el profesor, se determinan los elementos que participan del sistema: Colegio, Alumno, Profesor, Curso, Tópico, Ejercicio, Familia de Ejercicio, Ejemplo de Ejercicio y Capítulo o Guía. Luego se definen las interfaces y la interacción del usuario con el sistema, se realiza un proceso de transformación de Modelo Entidad-Relación a Modelo Relacional y procede a la normalización de la base de datos en tercera forma normal. Dada la necesidad de distribuir el sistema a través de internet por páginas web, se determina que el sistema interactúe con los usuarios en una arquitectura cliente-servidor, se elige el lenguaje de programación PHP y administrador de base de datos Postgres.

Bajo la suposición de que facilitar al profesor de aula, material de ejercitación on-line de manera flexible y específica, aumenta la efectividad del material utilizado, mejorando así los procesos de aprendizaje de los alumnos, se implementa un sistema que posee las características que permiten al profesor la elaboración de material de ejercitación y su entrega controlada a los alumnos en cantidad, dificultad y regularidad diaria. El sistema es rápidamente aceptado por los alumnos y profesores, operando según lo esperado, y dado los recursos de internet a los cuales puede acceder la comunidad educativa (alumnos, familia y colegio), los tiempos de acceso para el usuario son mínimos.

Se concluye que es posible para el profesor mediante la operación del sistema, lograr el trabajo diario de los alumnos en la forma planificada, además de mejorar la posición de la dirección del establecimiento respecto del proceso de enseñanza y también del apoderado, en la medida que dispone de acceso a la web. Respecto de mejorar la destreza de los alumnos, no se realizan mediciones, aunque los datos almacenados por el sistema permiten el eventual proceso de información para la determinación de indicadores de aprendizaje.

# Índice general

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. <u>Introducción</u></b>                                      | <b>5</b>  |
| 1.1. Motivación  | 5         |
| 1.2. Estructura general  | 7         |
| <b>2. <u>Estado del Arte</u></b>                                   | <b>9</b>  |
| 2.1. Sistemas de apoyo a la enseñanza                              | 9         |
| 2.2. Alternativas de ejercitación por medios digitales al año 2003 | 11        |
| <b>3. <u>Diseño del sistema</u></b>                                | <b>13</b> |
| 3.1. Las necesidades   | 13        |
| 3.1.1. Objetivos   | 13        |
| 3.1.2. Requerimientos del sistema                                  | 14        |
| 3.2. Diseño Lógico   | 16        |
| 3.2.1. Población objetivo  | 16        |
| 3.2.2. Situación actual  | 16        |
| 3.2.3. Análisis de los elementos del sistema                       | 16        |
| 3.2.4. Interfaz  | 21        |
| 3.2.5. Árbol de Navegación   | 22        |
| 3.3. Diseño Físico   | 23        |
| 3.3.1. Primeras interfaces   | 23        |
| 3.3.2. Interacción con el sistema                                  | 26        |
| 3.3.3. Modelo de Datos   | 27        |
| 3.3.4. Definición de Modelo Relacional                             | 30        |
| 3.3.5. Modelo Relacional y Normalización                           | 31        |
| <b>4. <u>Implementación</u></b>                                    | <b>33</b> |
| 4.1. Definición de Tablas  | 33        |
| 4.2. Especificación Programas, Menús y Rutinas                     | 39        |
| 4.2.1. Rutina de acceso al sistema                                 | 39        |
| 4.2.2. Programa menú Requerimientos confección guía de ejercicios  | 40        |
| 4.3. Definición del esquema de funcionamiento del sistema          | 41        |
| 4.4. Base de datos y lenguaje de Programación                      | 42        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.5. Poblar la base de contenidos                                       | 43        |
| 4.6. Configuración computacional necesaria                              | 44        |
| 4.6.1. Software   | 44        |
| 4.6.2. Hardware   | 44        |
| <b>5. <u>Conclusiones</u></b>   | <b>45</b> |
| 5.1. Pruebas y discusión de resultados                                  | 45        |
| 5.2. Conclusiones   | 46        |
| 5.3. Perspectivas de desarrollo   | 48        |
| <b>6. <u>Visión del sistema a la fecha</u></b>                          | <b>50</b> |
| 6.1. Sistema actual a la fecha  | 50        |
| 6.2. Nuevas necesidades   | 52        |
| 6.3. Perspectivas dada la evolución tecnológica                         | 52        |
| 6.4. Uso del sistema  | 52        |
| <b>Apéndices:</b>   |           |
| <b>A. Experiencia práctica previa</b>                                   | <b>55</b> |
| A.1. Colegio El Prado   | 55        |
| A.2. Experiencia año académico 2000                                     | 55        |
| A.3. Experiencia año académico 2002                                     | 56        |
| A.4. Experiencia vacaciones de verano 2002-2003                         | 56        |
| <b>B. Organización del programa de estudio MINEDUC</b>                  | <b>57</b> |
| B.1. Primer año medio   | 57        |
| <b>C. Universo de Tópicos posibles</b>                                  | <b>60</b> |
| C.1. Primer año medio   | 60        |
| <b>D. Alternativas de ejercitación</b>                                  | <b>63</b> |
| D.1. Evolución de alternativas de ejercitación manual                   | 63        |
| D.2. Análisis de alternativas de solución en función de su factibilidad | 67        |
| <b>E. Implementación versión actual del sistema</b>                     | <b>69</b> |
| E.1. El profesor crea un capítulo                                       | 70        |
| E.2. Actividades del alumno   | 75        |
| <b>Bibliografía</b>   | <b>77</b> |

# 1.Introducción

## 1.1. Motivación

Cuando el alumno comienza la educación media, pasa del uso de la aritmética al aprendizaje del álgebra profundizando el uso de la matemática como lenguaje, que pese a estar orientado al cálculo, se hace necesario que la construcción de cada nuevo elemento dependa de lo aprendido en el paso anterior. La psicología considera que el lenguaje cumple dos funciones: la de medio de comunicación y la de ser una herramienta del pensamiento, la relación entre la palabra y el pensamiento es un proceso, un continuo ir y venir.

La labor del profesor de matemáticas es establecer en el alumno una sólida relación entre el lenguaje matemático y el pensamiento, para dar origen al "pensamiento matemático" propiamente tal [MV02].

En los colegios promedio del país, se considera habitual que los alumnos presenten problemas en desarrollar el "pensamiento matemático". Si se considera que la mayoría son adolescentes "normales", al observar el método mediante el cual se les enseña la asignatura, rápidamente se constata, que a los alumnos no se les hace trabajar adecuadamente la materia enseñada en el aula de clases. Esta falta de ejercitación dificulta el desarrollo de la "destreza" matemática necesaria para entender los conceptos.

La motivación del presente trabajo surge de la necesidad de apoyar el desarrollo de la destreza matemática a través de la ejercitación. Es importante aclarar que este trabajo no está orientado a desarrollar talentos especiales o a trabajar exclusivamente con personas que posean habilidades matemáticas sobresalientes. Tampoco cuestiona la forma con que son tratados los contenidos en el aula por el profesor. La hipótesis en que se basa el método a aplicar, es que la ejercitación continua facilita el aprendizaje. La realidad de los colegios dista de ser la ideal; el alumno en lugar de desarrollar de manera paulatina sus habilidades, se ve enfrentado a tener que realizar una gran cantidad de ejercicios a última hora antes de una prueba. Si pensamos que una prueba, sea esta oral o escrita, está orientada a medir el aprendizaje de contenidos, el hecho que no exista un trabajo continuo, quita sentido a la calificación. El Ministerio de Educación (Mineduc), difunde permanentemente [Minb] la idea de que "La evaluación es un proceso permanente, cuyo objetivo es proporcionar

información al profesor para apoyar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje”.

En el contexto de los colegios que no tienen más horas de clase que las estipuladas en el programa, ni profesores adicionales para realizar programas especiales de enseñanza, muchos profesores optan por el método de extremar la exigencia en las pruebas, lo que generalmente resulta en calificaciones bajas para la mayoría de los alumnos. Además, esto lo hacen porque consideran que el hábito debe ser adquirido en la educación básica, por lo cual no abarcan el problema real que hay detrás y terminan por consolidar a la matemática como la asignatura difícil para la mayoría de los alumnos. Otros profesores deciden no presionar a sus alumnos, de manera de no tener problemas con los apoderados y menos con la dirección del establecimiento. Muchas veces ven su paso por el colegio como algo pasajero y tratan de sobrellevar la situación de la manera más profesional posible, pero sin complicarse.

En las entrevistas con los profesores resultan habituales afirmaciones como las siguientes: “el profesor no dispone de tiempo extra para confeccionar conjuntos de ejercicios adecuados debido a la sobrecarga de trabajo...”, “... lo agotador de trabajar con adolescentes”, “...es su falta de concentración y motivación”, “Es complicado que los alumnos copien del pizarrón largas listas de ejercicios, normalmente entregadas al término de la hora de clase, con el desorden habitual del término de la hora y el inicio del recreo...”. Los profesores de los colegios, normalmente se encuentran sobrecargados de trabajo [Mina] (pruebas por corregir, actualizar notas, comunicaciones, relaciones de poder y prestigio al interior de los establecimientos, etc.), con horarios completos que no le permiten asumir nuevas actividades. Tampoco están dispuestos a agregar a su carga de trabajo una actividad tediosa como generar y controlar “guías de ejercitación diaria”. Por todo esto, es posible concluir que el poner a disposición de profesores y alumnos un sistema fácil de operar resultaría ser bien aceptado.

Un sistema de ejercitación diaria fue implementado experimentalmente de forma manual (dados los contenidos, se eligen los ejercicios y se entrega la versión de la guía en forma impresa) en el Colegio El Prado de la comuna de Pudahuel, realizándose guías de ejercicios en coordinación con los profesores de asignatura durante los años 2000 y 2002. En cada una de las experiencias, el sistema resultó ser bien aceptado por los profesores, quienes lo consideraron de gran ayuda, siendo también calificado de la mejor manera por la

dirección del colegio. Con respecto al alumnado, el sistema resultó ser convenientemente tolerado. Este aspecto es sumamente complejo de trabajar, ya que depende de variables psicológicas donde entran en juego, además del alumno mismo, su hogar y el entorno que éste considere como válido, a los cuales es necesario llegar y motivar de forma efectiva.

En base a esta experiencia, en el presente trabajo se propone el desarrollo de un sistema computacional que sea apoyo complementario a estas actividades.

En el afán de potenciar las habilidades del alumnado, la experiencia del año 2002 no sólo se limitó al período académico, sino que además se extendió a las vacaciones de verano 2002-2003, durante las cuales el curso de primero medio del año 2002 desarrolló un conjunto de 10 guías correspondientes a las semanas de vacaciones de verano, ejercitándose los contenidos entregados durante el año, señalando en cada guía semanal las fechas de las clases en las cuales los temas fueron tratados [Val01].

## **1.2. Estructura general**

En este informe básicamente se describe y discute un sistema, desarrollado el año 2004, que permita mejorar la destreza matemática. También se comenta su evolución y el estado actual al año 2006, mostrando en el apéndice E los principales menús de la versión actual.

En la primera parte, se indica parcialmente el “estado del arte” en los años 2003 y 2006, periodo en el cual se desarrolla y modifica el sistema, incluyendo además algunas aplicaciones que a la fecha actual se relacionan con el objetivo del trabajo.

Sigue con la etapa de diseño lógico del sistema, donde se analizan las necesidades funcionales, determinan los objetivos y requerimientos a satisfacer por medios computacionales. Indicando los antecedentes previos al diseño, en el apéndice A, donde se describe la experiencia práctica entre los años 2000 y 2003; y en el apéndice D, se explican las distintas alternativas de ejercitación consideradas.

En el diseño físico, a partir del análisis de la interacción de los elementos, se genera un modelo de ellos. Los datos se dividen en entidades y sus atributos, obteniendo un modelo relacional normalizado.

Luego en la etapa de implementación, se definen las tablas, principales programas, menús y rutinas; se explica la elección del esquema cliente servidor, base de datos y el



lenguaje de programación. A continuación se aborda la población de la base de datos, pruebas y discusión de resultados.

Finalmente se da una visión del sistema a la fecha actual, indican necesidades y perspectivas dada la evolución tecnológica, y se relata su utilización y aplicación a futuro.

## 2.Estado del Arte

### 2.1. Sistemas de apoyo a la enseñanza

Existe gran cantidad de sistemas de apoyo a la enseñanza, de los cuales se mencionarán solo algunos de manera ilustrativa, en cuanto toquen temas relacionados al trabajo a desarrollar, como la elaboración de herramientas y material didáctico, el manejo de volúmenes de ejercicios, la forma de relacionarse del sistema con el usuario o el método de estudio:

- “Plan de Apoyo Escolar” [Mind]. Material creado por el Ministerio de Educación como complemento a la planificación escolar que se trabaja en la escuela, cada publicación en el sitio web del Ministerio fue para los niveles 3º y 4º básico en los subsectores lenguaje y matemática, durante los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2010. Este recurso no se encontraba disponible el año 2003, periodo en cual se implementa el sistema, pero es interesante mencionarlo, porque muestra el esfuerzo actual por parte del Ministerio de Educación, en cuanto a poner a disposición del profesor de aula material de ejercitación para el alumno.

Consisten en guías de apoyo que trabajan los planes y programas del currículum actual, tienen sección teórica y de ejercicios a ser aplicados a los alumnos. Para matemáticas las guías, denominadas “Cuadernos de trabajo N° ...”, se dividen en “fichas” donde se agrupan ejercicios de similares características, al final de la guía se contempla una evaluación con variados ejercicios tratados en la fichas. Después de la primera publicación y luego de la última, fueron habilitadas en el sitio web del Ministerio pruebas online de carácter individual, para ser contestadas por los alumnos, con ítems de selección múltiple y con tiempo estimado de respuesta de 90 minutos.

- “Aprender matemática creando soluciones” [Oddp]. Proyecto de investigación y desarrollo FONDEF, Universidad de Santiago de Chile.

A continuación se mencionan algunos de los objetivos que pueden estar relacionados al tema de la presente Práctica Controlada:

1. Diseñar e implementar mecanismos de investigación, desarrollo y experimentación educativa, que permitan generar y validar en forma efectiva un modelo interactivo para el aprendizaje matemático.
2. Contribuir al desarrollo curricular pertinente y culturalmente situado en el área de la Educación Matemática.
3. Ofrecer al sistema educativo (a sus profesores) una ampliación en la variedad de recursos didácticos disponibles, material bibliográfico y perfeccionamiento en el área de Educación Matemática.
4. Desarrollar e implementar mecanismos adecuados de medición y evaluación en tres aspectos cruciales del proceso educativo formal: Los aprendizajes logrados por los estudiantes; la calidad de los productos desarrollados (del material didáctico) y la calidad de los servicios prestados.
5. Promover la transferencia de la tecnología desarrollada hacia diversos actores, particularmente hacia el sector productivo (empresas asociadas productoras de tecnología) y hacia los usuarios finales (profesores y alumnos).

Principalmente el punto 3 es un tema de interés, ya que el mayor esfuerzo del Sistema propuesto en este informe, es el poblamiento de la información en cuanto a los ejercicios que formarán parte de las Guías de Ejercitación. En la medida que el material desarrollado por “Aprender matemática creando soluciones”, pueda ser de público acceso, enriquecerá el sistema.

- “20.000 Problems Under The Sea, Mathematical Treasure on the Web” [otW]: corresponde a un banco de problemas de matemáticas, al cual se le permite ir agregando soluciones u observaciones por parte de los visitantes, las fuentes de los problemas son variadas, entre las cuales se encuentran las olimpiadas de matemáticas internacionales. A pesar que el nivel de dificultad es superior al de la enseñanza secundaria, resulta ser interesante el volumen de ejercicios y la interacción con los visitantes.
- “El tutor cibernético”: Consiste en un software educativo disponible en un sitio web,

que se declara estar especialmente diseñado para estudiantes de Bachillerato de Costa Rica. Se encuentra dividido en siete temas: números reales, ecuaciones de primer grado, polinomios, funciones, funciones exponenciales y logarítmicas, geometría y trigonometría. Para cada tema están disponibles: teoría con explicaciones en páginas web, ejercicios y evaluación, a través de pruebas de ejercitación interactiva donde se encuentra cada respuesta posible, en caso de contestar la respuesta incorrecta ofrece la corrección y el acceso a la fórmula para resolver el problema [dCR].

- “Método Kumon”: Es un programa de estudio creado en Japón, por el profesor Toru Kumon, para enseñar matemáticas a los niños en edad escolar, Los alumnos asisten dos días a la semana a clase, en lugares habilitados para ello, los otros cinco días hacen su trabajo en casa en la que deben trabajar diariamente por media hora, todo el año. Los contenidos son tratados anticipándose a la que se enseñará en el colegio. El material didáctico, al año 2005 constaba de 22 niveles, compuesto por 200 hojas de ejercicios cada uno y se basa en la ejercitación de los contenidos contemplados hasta fines de la educación secundaria, su entrega es realizada por un instructor, el cual programa el trabajo diario de modo que el alumno pueda avanzar paso a paso por sí mismo [k2].

## **2.2. Alternativas de ejercitación por medios digitales al año 2003**

Existen diversas alternativas para la ejercitación sistemática en matemáticas a través de medios manuales y digitales [Apéndice D]. Sin embargo, los sistemas existentes muestran una carencia en la flexibilidad para la creación de guías de aprendizajes que consideren los diferentes grados conocimiento del alumno en un mismo nivel.

La siguiente lista menciona algunos de los diferentes recursos de ejercitación disponibles de forma digital:

- Portales Educativos, como contenedores de material educativo.
- Aplicaciones Interactivas a través de la Web.
- Aplicaciones interactivas distribuidas por medios físicos (CD-ROM, DISKETTES, etc.)

- Aplicaciones interactivas para dispositivos móviles (PDAs, Handhelds)
- Aplicaciones para dispositivos inalámbricos (Celulares, Wap, etc.)

El sistema presentado en este informe pretende ser un complemento a estos recursos, siendo una alternativa flexible que permita al usuario profesor crear material de ejercitación educativo según las necesidades de sus alumnos.

## 3. Diseño del sistema

### 3.1. Las necesidades

Para reforzar y lograr destreza en contenidos enseñados en la clase expositiva realizada por el profesor en el aula, es necesario que el alumno realice una determinada cantidad de ejercicios de manera regular los días siguientes a la clase y que además estos ejercicios tengan un grado de dificultad adecuado al proceso en desarrollo.

Para ello, el profesor debe semanalmente o con el periodo que encuentre adecuado generar y hacer entrega a los alumnos de un conjunto de ejercicios para su realización diaria, según los contenidos entregados o por entregar.

De acuerdo a las reuniones realizadas con profesores del ramo, las dificultades que, por lo general, el profesor enfrenta son:

- Falta de tiempo para confeccionar conjuntos de ejercicios adecuados. El profesor no dispone de tiempo extra para hacer un conjunto de ejercicios acorde a la materia recién pasada.
- Entrega de los ejercicios a los alumnos de manera rápida. Lo común es que los profesores al terminar la hora, comienzan a anotar en el pizarrón la lista de ejercicios, lo que ocupa tiempo de las horas de clase y los alumnos lo consideran tedioso, creando condiciones cercanas al desorden.
- Descontrol del material de ejercitación entregado. Cuando el profesor entrega material de ejercitación, este es proporcionado en gran cantidad y de una sola vez, a modo de una gran lista de ejercicios con los problemas que esto genera.

#### 3.1.1. Objetivos

En el presente informe se muestra el desarrollo de un sistema, como complemento al sistema educativo en los contenidos curriculares de matemáticas, teniendo implícita la siguiente hipótesis:

*Facilitar al profesor con material de ejercitación on-line de manera flexible y específica, disminuye el tiempo de confección de recursos educativos, como también aumenta la efectividad del material utilizado, mejorando así los procesos de aprendizaje de los*

*alumnos.*

No se pretende demostrar dicha afirmación, solo se utiliza como una suposición para desarrollar un conjunto de procedimientos en la rutina del profesor de aula, en la creencia que efectivamente es una ayuda a su labor pedagógica.

El Informe de Práctica corresponde al sistema desarrollado el año 2004, por lo que se ha dejado la última parte para mostrar el estado del sistema en la actualidad e indicar posibles modificaciones dada la evolución de la tecnología y las nuevas necesidades de los usuarios.

### **Objetivo general**

Desarrollar un sistema basado en la web que permita mejorar la destreza matemática de los alumnos de establecimientos educacionales de educación media, formación general científico humanista, por medio de la ejercitación diaria de los contenidos a medida que estos son entregados por el docente en la clase de aula.

### **Objetivos específicos**

1. Establecer requerimientos al sistema de modo que permita la ejercitación diaria de los contenidos entregados por el docente en la clase de aula.
2. Diseñar una interfaz para el alumno
3. Diseñar la interfaz para el profesor
4. Diseñar la arquitectura y las bases de datos
5. Implementación del sistema
6. Poblar las bases de contenidos
7. Validar el sistema mediante pruebas

#### **3.1.2. Requerimientos del sistema**

Por corresponder a objetivos educacionales, no se incluye el trabajo de determinación de requerimientos, proceso del cual se obtiene como resultado la siguiente lista de requerimientos a satisfacer por medios computacionales:

- Entrega de material de ejercitación adecuada a los alumnos en cantidad, dificultad y regularidad diaria.

- Facilitar la elaboración de material de ejercitación, por parte del profesor.
- Agilizar la entrega del material de ejercitación a los alumnos.
- Facilitar la recepción del material por parte de los alumnos.
- Controlar el material entregado.

Los requerimientos se materializarán mediante servicio en Internet para que pueda:

- El Profesor:
  - Generar guías de ejercitación a resolver por los alumnos, indicando día a día los ejercicios a realizar, para un periodo dado.
  - Ingresar e imprimir la guía de ejercitación generada para el periodo determinado.
- El Alumno:
  - Ingresar e imprimir la guía de ejercitación generada para el periodo determinado.

Los “contenidos” de la información que manejará el sistema (dicho de otro modo: los ejercicios a resolver) tienen directa relación con el logro del objetivo del sistema, es importante aclarar que se está intencionalmente dejando afuera toda la discusión este tema. Dada la Situación Actual 3.2.2, se considerarán lo suficientemente “buenos” para alcanzar el objetivo a los ejercicios con que se poblará inicialmente el sistema, se utilizarán los ejercicios triviales conocidos tradicionalmente por todos y que han formado por generaciones a los alumnos en la educación del país, son los ejercicios que por lo general los profesores anotan en el pizarrón para ejemplificar la materia pasada en una clase de aula, después dan como tarea, luego preguntan en las evaluaciones y que también abundan en los libros tradicionales. Poder disponer para el sistema de material didáctico que permita desarrollar los conceptos matemáticos, motivando el ingenio y la creatividad, que usen los recursos existentes en el desarrollo los medios interactivos (audio, video, manipulación de imágenes, etc.), que estén asociada a las experiencias conocidas por el adolescente y lo más importante que sean entretenidos, el desarrollo de estos contenidos no es una meta para el sistema, pero si es deseable para cumplir el objetivo con mejores resultados.



## 3.2. Diseño Lógico

### 3.2.1. Población objetivo

El sistema está dirigido a alumnos de enseñanza media de formación general, principalmente de primero y segundo medio, pertenecientes a establecimientos educacionales públicos administrados por municipalidades o privados pequeños, localizados en la zona poniente de Santiago; por ejemplo, Maipú y Pudahuel.

### 3.2.2. Situación actual

El colegio donde se ha aplicado el método de ejercitación asociado al sistema desarrollado, funcionaba de acuerdo a la Alternativa 4 [Apéndice D], creación de una base manual de guías de ejercitación escritas en un medio digital, incluso bajo estas condiciones fueron puestas algunas guías en una página web [Apéndice A].

Antes de comenzar la aplicación del método en dicho colegio, el profesor trabajaba de manera tradicional, es decir, hacía su clase de aula con algunos ejemplos y una vez terminado un contenido daba ejercicios a realizar como tarea, anotando en el pizarrón una lista de ejercicios o entregando una guía de ejercicios fotocopiada.

### 3.2.3. Análisis de los elementos del sistema

Los elementos que participan del sistema son:

**Colegio, Alumno, Profesor, Nivel** del Curso (por ejemplo, primero medio), **Curso** (por ejemplo, primero medio A del colegio xxxxx año 20xx) y **Asignatura** (por ejemplo, matemáticas) son conceptos de uso conocido por todos, debido a lo cual aunque constituyan el sistema no se explican, por considerarse obvios. Por el mismo motivo, no se detalla la seguridad de acceso para alumnos y profesores, ya que solo se solicita al comienzo rut y clave.

**Tópico:** es la primera división de los contenidos de estudio, correspondiente a un determinado **Nivel**, pensemos por ejemplo un **Nivel** = [primero medio], el concepto **Tópico** podría organizarse de cualquier manera subjetiva o criterios pedagógicos.

Por la naturaleza acumulativa de los **Tópicos** que son necesarios que el alumno conozca para hacer un ejercicio, se podría pensar en crear una malla de Tópicos asociados de manera que al momento de hacer un ejercicio estén los tópicos necesarios enseñados, sin embargo, esta malla se encuentra implícita al elegir el poblamiento de datos para este concepto, en este sistema se hará corresponder con la Organización del Programa Estudios del Ministerio de Educación<sup>5</sup>.

En el Tópico se considerará la “unidad” y el “tema” unidos en un solo concepto, por ejemplo, para la **Asignatura** de Matemáticas y **Nivel** primero medio la “unidad” número 6: Factorizaciones y productos, incluye el “tema”: Cálculo de productos, factorizaciones y productos notables, quedará en el sistema como: **Tópico** = [6 Factorizaciones y productos - Cálculo de productos, factorizaciones y productos notables]<sup>6</sup>

**Tópico Específico:** es una parte más específica de los contenidos en que se ha dividido el **Tópico**, mencionado en el ítem anterior, a diferencia del Tópico que está definido de manera explícita, el **Tópico Específico** es relativo al orden de importancia o énfasis que se quiera privilegiar al poblar los contenidos de la base de datos, En este caso, al poblar los contenidos se elegirán inicialmente las divisiones de conceptos más usados en la generalidad de los libros disponibles para el curso. Considerando el mismo ejemplo utilizado en el concepto anterior, al **Tópico** número 6 = [6 Factorizaciones y productos - Cálculo de productos, factorizaciones y productos notables], le corresponderá como **Tópicos Específicos** posibles: [Multiplicación de Monomios], [Multiplicación un Monomio por un Polinomio], [Cuadrado de Binomio], [Suma por Diferencia], etc.

**Contenido de un Tópico Específico:** Se refiere a definiciones, teoremas y proposiciones con sus demostraciones, etc. Es la explicación detallada de lo que se quiere enseñar; dicho

---

<sup>5</sup> Ver Apéndice B Organización del Programa de Estudios del Ministerio de Educación

<sup>6</sup> Para observar los Tópicos de poblamiento del Sistema en detalle, ver Apéndice C Universo de Tópicos Posibles

de otra forma, lo que la costumbre ha denominado como la “**Materia**”, por lo que en el resto del documento se mencionará indistintamente **Materia** o **Contenido de un Tópico Específico**. Se relaciona principalmente a un Tópico Específico. En el ejemplo usado anteriormente, si consideramos **Contenido de un Tópico Específico** = [Demostración de un Cuadrado de un Binomio] veremos que estará relacionado de manera principal al Tópico Específico = [Cuadrado de Binomio]. Es importante destacar que además de la relación principal, existen otras múltiples relaciones, siguiendo con el mismo ejemplo: **Contenido de un Tópico** = [Demostración de un Cuadrado de un Binomio] también está relacionado al Tópico Específico = [Área de un Cuadrado], cuando es el **Ejercicio** = [Determinar el área de un cuadrado de lado a unidades que ha sido incrementado en b unidades]. Esta situación no será analizada en la presente versión del sistema, debido a que aumentar el grado de relación entre **Contenido de un Tópico Específico** y **Tópico Específico**, de manera que un **Contenido de un Tópico Específico** pueda servir a múltiples **Tópicos Específicos**, generará un grado de complejidad en las etapas posteriores de poblamiento o mantención de los contenidos de la base de datos, que no se justifica dado que el problema a solucionar por este sistema está resuelto. La función inmediata de este concepto es agregar el **Contenido de Tópico Específico** a la **Guía de Ejercicios** y a futuro además ponerlo a disposición del Alumno para ser visualizado como referencia asociada a los ejercicios planteados.

**Ejemplo Tópico Específico:** corresponde a ejercicios resueltos en detalle, donde se explica paso a paso la solución del problema planteado, de acuerdo al **Tópico Específico** con el cual se relaciona. Para simplificar la lectura, en el resto del documento se mencionará indistintamente **Ejemplo** o **Ejemplo de un Tópico Específico**, entendiendo que al **Ejemplo** siempre se lo relacionará principalmente a un **Tópico Específico**. La función inmediata de este concepto es agregar el **Ejemplo** a la **Guía de Ejercicios** y a futuro además ponerlo a disposición del Alumno para ser visualizado como referencia asociada a los ejercicios planteados.

**Ejercicio:** es el elemento que elegirá el profesor para formar el conjunto de ejercicios que son parte de la **Guía de Ejercicios**. Su contenido tiene que estar enmarcado dentro del

**Tópico Específico**, de manera que corresponda directamente con lo que se desea ejercitar. Acá también el resto de los **Tópicos Específicos**, los no relacionados directamente con lo que el profesor desea poner énfasis, no se consideran en el sistema, debido a la forma secuencial en que se imparte la enseñanza, donde los contenidos ya entregados se consideran aprendidos por el alumno.

**Resultado de Ejercicio**: corresponde a los resultados de un **Ejercicio** determinado. No todo **Ejercicio** tiene algún **Resultado de Ejercicio**. Otros ejercicios también podrían tener varios resultados, pero en todo caso siempre solo uno correcto, el tema de administrar varios ejercicios correctos no se aborda en la presente versión del sistema. Por simplicidad en el resto del documento se mencionará indistintamente **Resultado** o **Resultado de Ejercicio**.

**Guía de Ejercicios**: corresponde a una agrupación de ejercicios, destinados a ser resueltos por el alumno en un periodo definido por el profesor, los ejercicios que la componen corresponden cada uno a un determinado **Tópico Específico** de los contenidos que el profesor esté enseñando. Gráficamente en la Figura 3.1:

|  |                     |                       |
|--|---------------------|-----------------------|
| <u>GUIA Asignatura xxxxxxxxxxxx</u>  |                     | Fecha : xx/xx/xxxx    |
| xx (nombre guia) (observación profesor)    |                     |                       |
| xx |                     |                       |
| Colegio: xxx     |                     |                       |
| Nivel: xxxxxxxxxxxxxxxx Letra curso: x   |                     |                       |
| <u>Día 1 xxxxxxxx xx/xx/xxxx</u>   |                     | (observación del día) |
| xx |                     |                       |
| 1.- ( ejercicio 1 )  | 2.- ( ejercicio 2 ) | 3.- ( ejercicio 3 )   |
| ...  |                     | n.- ( ejercicio n )   |
| <br><u>Día 2 xxxxxxxx xx/xx/xxxx</u>   |                     |                       |
| xx |                     |                       |
| .  |                     |                       |
| .  |                     |                       |
| .  |                     |                       |
| <br><u>Día m xxxxxxxx xx/xx/xxxx</u>   |                     |                       |
| xx |                     |                       |
| ...  |                     |                       |

Figura 3.1: Esquema formato guía de ejercitación

En base al análisis de las componentes que interactúan en esta situación, podemos generar un **modelo** de ellas y sus dependencias.

### 3.2.4. Interfaz

El sistema está desarrollado para su aplicación en web. En base a esto se ha generado un layout de la página para la interacción del usuario:

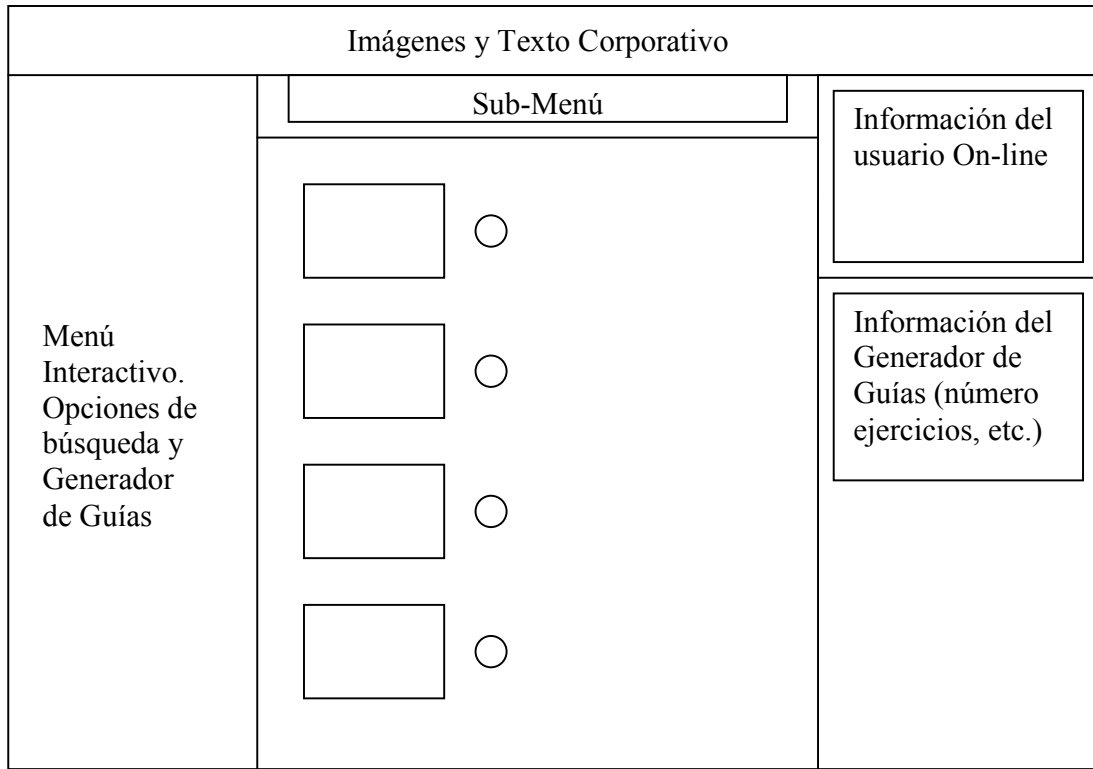


Figura 3.2. Layout de Web

Para la selección de elementos, búsquedas, generación de guías se utilizarán medios dinámicos como CheckBoxes, Listboxes, Radio Buttons.

### 3.2.5. Árbol de Navegación

Un árbol de navegación es la estructura y organización de la información que pretendemos publicar con el sistema desarrollado en la WEB, es decir, es la forma en la cual se tiene que estructurar la información de tal manera que la navegación en la página WEB sea la adecuada para no confundir al usuario.

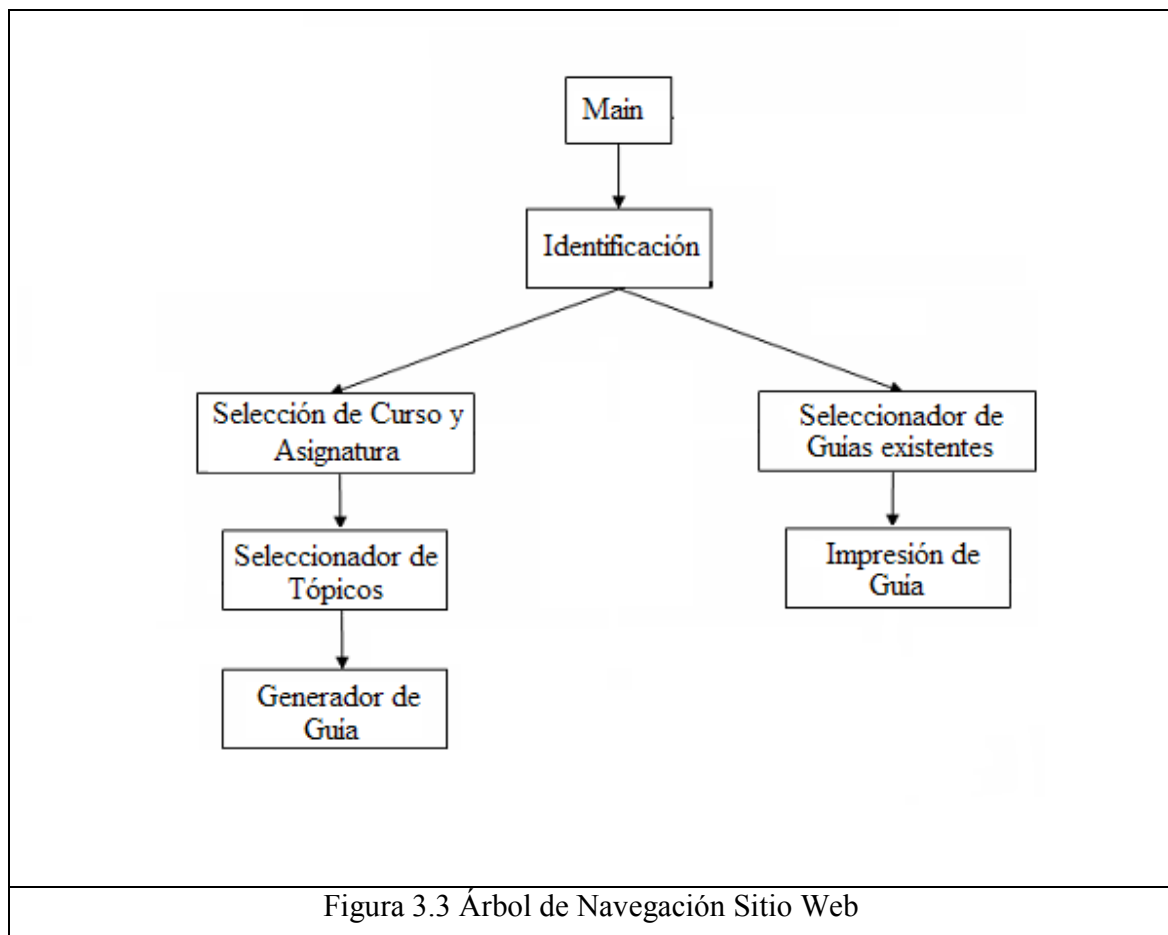


Figura 3.3 Árbol de Navegación Sitio Web

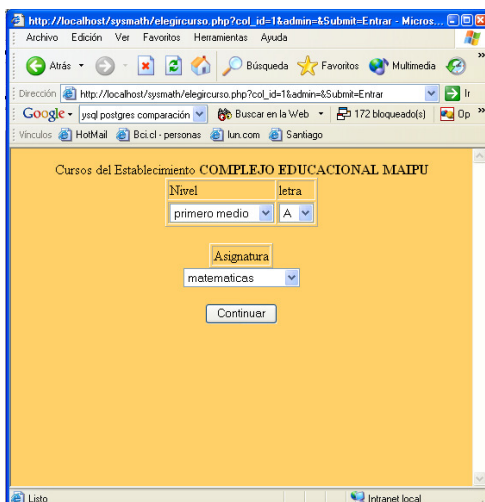
### 3.3. Diseño Físico

#### 3.3.1. Primeras interfaces

Las siguientes imágenes muestran las primeras interfaces implementadas para el proceso de selección y creación de guías:

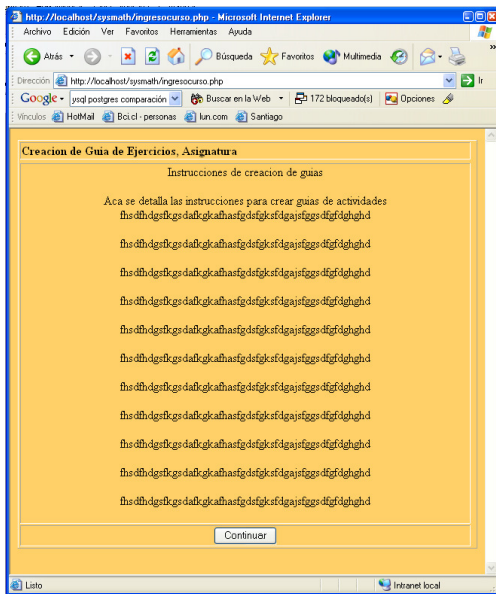


Interfaz de Autenticación:  
En esta página el usuario se debe autenticar por el establecimiento al cual pertenece

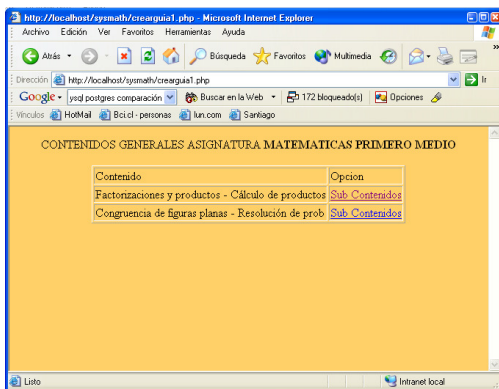


Interfaz de selección de Curso:  
En esta página el usuario debe seleccionar el Curso al cual desea agregarle una Guía o revisar alguna de las ya publicadas.

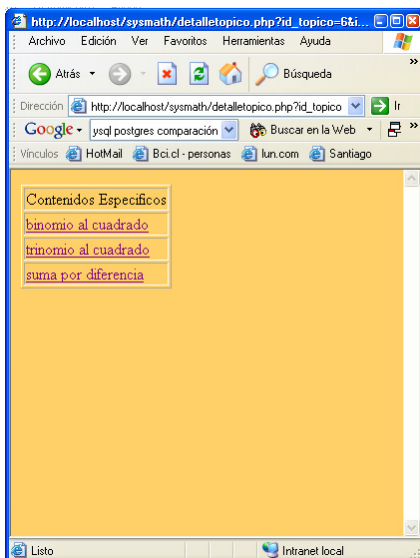




Interfaz de Instrucciones:  
Esta página muestra las instrucciones para generar la Guía.



Interfaz de selección de Tópicos:  
Dada la asignatura seleccionada anteriormente, en esta página se muestran los Contenidos o Tópicos que tienen relación con el Nivel del Curso seleccionado.



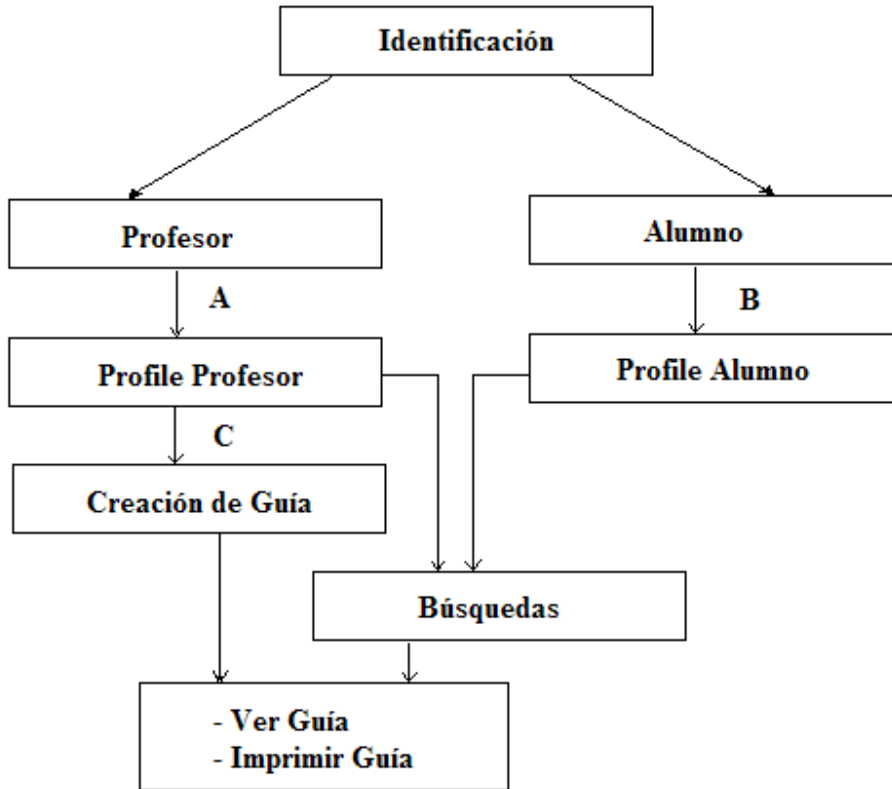
Interfaz de Tópicos Específicos:  
En esta página se muestran los Tópicos Específicos del Tópico seleccionado.

| Ejercicio                       | Nombre  | Seleccionar              | Ocupado |
|---------------------------------|---|--------------------------|---------|
| 1                               | $\left(\frac{1}{5} \cdot \frac{1}{3} + \frac{2}{5}\right) - \frac{1}{5}$  | <input type="checkbox"/> | No      |
| 2                               | $\left(\frac{3}{2} \cdot \frac{2}{3} + \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{3}\right) \times \frac{1}{5}$   | <input type="checkbox"/> | No      |
| 3                               | $\frac{3}{5} \times \frac{1}{3} + \frac{1}{15} \cdot \frac{1}{2}$   | <input type="checkbox"/> | No      |
| 4                               | $\left(\frac{2}{9} \cdot \frac{1}{3} - \frac{1}{3} \times \frac{2}{3}\right) : \left(\frac{3}{5} + \frac{2}{3}\right)$                            | <input type="checkbox"/> | No      |
| 5                               | $\left(\frac{1}{2} \times \frac{2}{3} + \frac{1}{3} \times \frac{4}{2}\right) : \left(\frac{2}{3} \times \frac{5}{2} + \frac{1}{2}\right)$        | <input type="checkbox"/> | No      |
| 6                               | $\left(\frac{2}{10} \times \frac{3}{100} + \frac{510}{100} \times \frac{3}{4}\right)$   | <input type="checkbox"/> | No      |
| 7                               | $\left(\frac{3}{10} \times \frac{5}{2} + \frac{10}{100} \times \frac{1}{4}\right) : \left(\frac{1}{10} \times \frac{3}{10} + \frac{3}{10}\right)$ | <input type="checkbox"/> | No      |
| 8                               | $\left(\frac{5}{7} \times \frac{4}{9} + \frac{2}{11} \times \frac{5}{7}\right) : \left(\frac{3}{5} \times \frac{5}{4}\right)$                     | <input type="checkbox"/> | No      |
| 9                               | $\frac{4}{5} \cdot \frac{2}{3} + \frac{5}{3} \cdot \frac{4}{5}$   | <input type="checkbox"/> | No      |
| 10                              | $\frac{1}{10} \times \left(\frac{5}{2} \cdot \frac{2}{10} + \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{10}\right)$  | <input type="checkbox"/> | No      |
| 11                              | $\frac{3}{5} + \frac{2}{3} - \frac{3}{2} + \frac{5}{3}$   | <input type="checkbox"/> | No      |
| 12                              | $\frac{2}{5} \left(\frac{1}{5} \cdot \frac{3}{3} + 2 \times \frac{3}{4}\right)$   | <input type="checkbox"/> | No      |
| <b>Ejercicios seleccionados</b> |   | <b>18</b>                |         |

Interfaz de Ejercicios:  
 En esta página se muestran todos los Ejercicios disponibles para ese Tópico Específico.

### 3.3.2. Interacción con el sistema

El siguiente diagrama muestra la interacción que tiene el usuario con el sistema desde su ingreso:



- A. Muestra los cursos y asignaturas en los que el profesor participa.
- B. Muestra las referencias de las guías, ordenadas por asignaturas.
- C. Selecciona el Tópico:
  - a. Selecciona Tópico Específico:
    - i. Por checkboxes selecciona de:
      1. Contenido Tópico Específico.
      2. Ejemplo de Tópico Específico.
      3. Ejercicio y si desea Resultado Ejercicio, para la guía a crear.
    - b. Con 1, 2 y 3 seleccionados, les asigna el día de la semana.

### 3.3.3. Modelo de Datos

Los elementos que participan del sistema (Ver 3.2.3. Análisis de los elementos del sistema), para efecto de la modelación de datos se han dividido en las siguientes Entidades y sus Atributos:

- **Colegio:**
  - rbd colegio (número asignado por el Ministerio de Educación)
  - nombre colegio
  - dirección colegio
  - comuna colegio
  - teléfono colegio
  
- **Alumno:**
  - rut alumno
  - nombres alumno
  - apellido paterno
  - apellido materno
  
- **Profesor:**
  - rut profesor
  - nombre profesor
  - apellido paterno
  - apellido materno
  
- **Nivel:**
  - id nivel
  - nombre nivel
  
- **Curso:**
  - id curso
  - rbd colegio
  - id\_nivel
  - letra curso
  - año curso
  
- **Asignatura:**
  - id asignatura
  - nombre asignatura
  
- **Tópico:**
  - id tópico
  - nombre tópico
  
- **Tópico Específico:**

- id tópico específico
- nombre tópico específico
- **Materia:**
  - id materia
  - nombre materia
  - imagen
- **Ejemplo:**
  - id ejemplo
  - nombre ejemplo
  - imagen
- **Ejercicio:**
  - id ejercicio
  - nombre ejercicio
  - imagen
- **Resultado:**
  - id resultado
  - nombre resultado
  - imagen

Guía de Ejercicios, se divide en las siguientes Entidades y con sus respectivos atributos:

- **Guía:**
  - id guía
  - fecha creación guía
  - nombre guía
  - observación guía
  - rut profesor
  - rbd colegio
  - id curso
- **Guía Diaria:**
  - id guía diaria
  - día guía diaria
  - observación guía diaria
- **Guía Diaria Detalle:**
  - id guía diaria detalle
  - tipo de imagen
  - id materia, id ejemplo, id ejercicio o id resultado

## Diagrama de la Entidad Relación del Modelo de Datos

Por definición, el modelo de datos es una representación gráfica legible por cualquier usuario y que nos muestra el flujo de información dentro de un sistema u organización. No existen reglas para su construcción, pero si nomenclaturas que han servido para estandarizarlos y por lo general se debe realizar siempre el esquema más sencillo posible para la comprensión por parte del usuario de la base de datos.

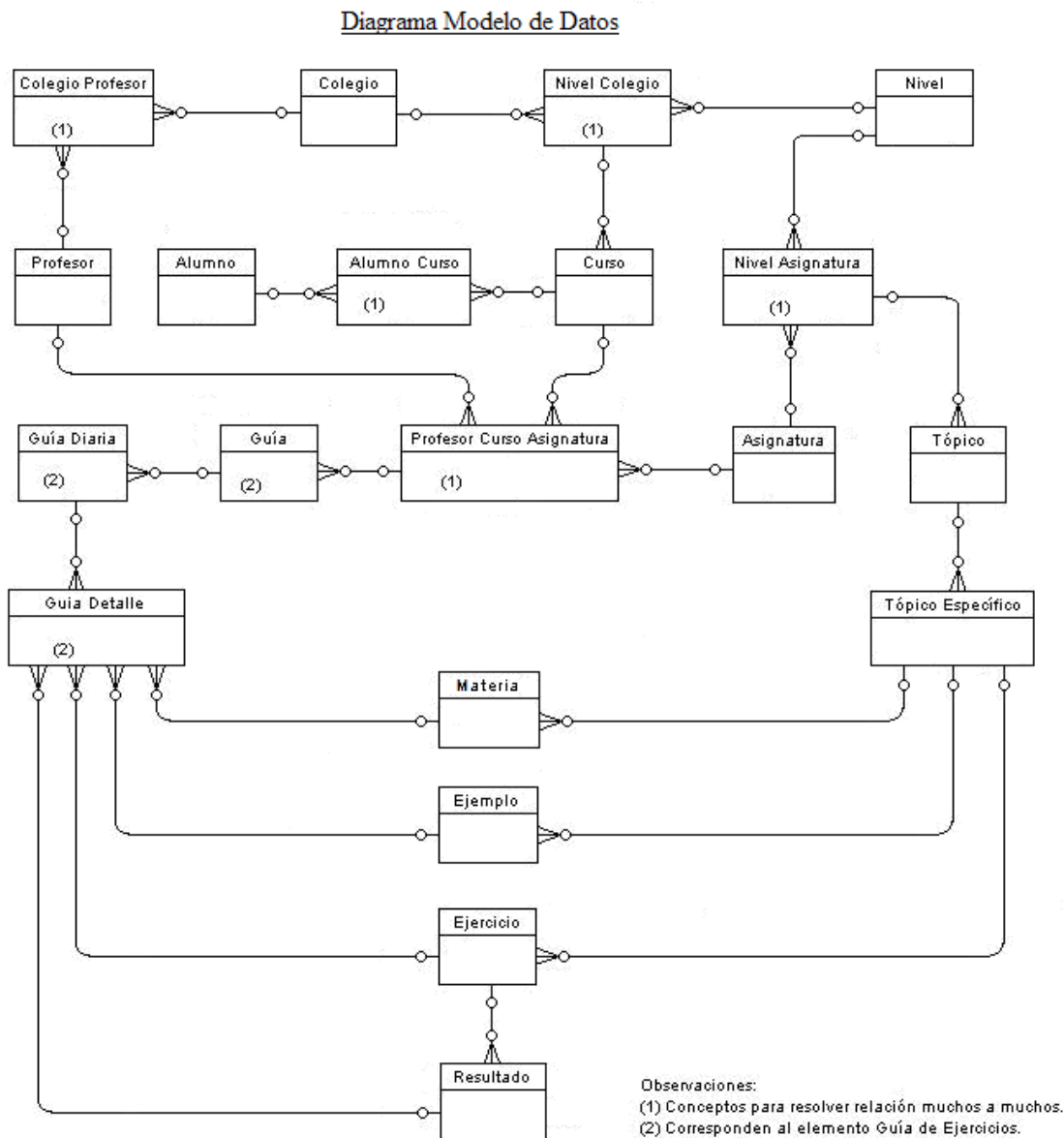


Figura 3.4: Diagrama de la Entidad Relación del Modelo de Datos

### 3.3.4. Definición de Modelo Relacional

Ahora que tenemos el modelo de Entidad-Relación debemos convertirlo a un modelo relacional. Para realizar este trabajo ocuparemos la transformación que se detalla en la siguiente tabla:

| MODELO E-R   | MODELO RELACIONAL   |
|--|---|
| Entidad finita   | Relación  |
| Atributo simple  | Atributo  |
| Atributo compuesto                                     | Atributos simples   |
| Clave  | Clave   |
| Entidad débil  | Relación con los atributos clave de la entidad propietaria  |
| Relación 1:1   | Se elige la entidad cuya participación en la relación es total. Si ninguna es total se elige cualquiera de las dos                  |
| Relación 1:N   | Elegimos la relación asociada a la parte N e incluimos en ella como CE la CP de la otra relación más los atributos de esta relación |
| Relación M:N   | Se crea R con las CP de R1 y R2 como CE más los atributos de la relación  |
| Relaciones n-arias                                     | Se crea R con las CP de R1, R2, ..., Rn como CE más los atributos de la relación  |
| Atributo multivalor                                    | Se crea R con la CP de la entidad a la que pertenece  |
| CE: Clave Externa<br>CP: Clave Primaria<br>R: Relación |   |

**Tabla 3.1:** Proceso de transformación de Modelo E-R a Modelo Relacional

### 3.3.5. Modelo Relacional y Normalización

Aplicando el Proceso descrito en la tabla 3.1, se obtiene el modelo relacional definido para el sistema de administración de datos que se propone para lograr el objetivo de este trabajo. Adicionalmente se procede a obtener el modelo en *tercera forma normal*<sup>1</sup> que generará las tablas que serán utilizadas para el almacenamiento de los datos del sistema.

Este proceso de normalización produce el siguiente modelo relacional con sus tipos de datos y relaciones de integridad:

|   |
|---|
| <b>COLEGIO ( <u>RBD_COLEGIO</u>, NOMBRE_COLEGIO, DIRECCION_COLEGIO, COMUNA_COLEGIO, TELEFONO_COLEGIO )</b>      |
|   |
| <b>ALUMNO ( <u>RUT_ALUMNO</u>, NOMBRES_ALUMNO, APELLIDO_PATerno_ALUMNO, APELLIDO_MATERNO_ALUMNO )</b>           |
|   |
| <b>PROFESOR ( <u>RUT_PROFESOR</u>, NOMBRES_PROFESOR, APELLIDO_PATerno_PROFESOR, APELLIDO_MATERNO_PROFESOR )</b> |
|   |
| <b>COLEGIOPROFESOR ( <u>RBD_COLEGIO</u>, <u>RUT_PROFESOR</u> )</b>  |
| Entidad que define la relación que existe entre cada profesor con los establecimientos en que trabaja.          |
| <b>COLEGIONIVEL ( <u>RBD_COLEGIO</u>, <u>ID_NIVEL</u> )</b>   |
| Esta entidad define la relación que existe entre un establecimiento y sus niveles de curso.                     |
| <b>NIVEL ( <u>ID_NIVEL</u>, NOMBRE_NIVEL )</b>  |
| Define a los niveles de curso posibles.   |
| <b>CURSO ( <u>ID_CURSO</u>, <u>RBD_COLEGIO</u>, <u>ID_NIVEL</u>, LETRA_CURSO, AÑO_CURSO )</b>                   |
|   |

<sup>1</sup>Tercera Forma Normal: Una relación está en tercera forma normal si y sólo si están en Segunda Forma Normal y todos los atributos no llave dependen de manera no transitiva de la llave primaria.

Segunda Forma Normal: Una relación está en segunda forma normal si y sólo si está en primera Forma Normal y todos los atributos que no sean llaves dependen por completo de llave primaria.

Primera Forma Normal: Una relación está en primera forma normal si y sólo si todos los dominios son atómicos. Un dominio es atómico si los elementos del dominio son indivisibles.



|   |
|---|
| <b>ASIGNATURA ( <u>ID_ASIGNATURA</u>, NOMBRE_ASIGNATURA )</b>   |
|   |
| <b>NIVELASIGNATURA ( <u>ID_NIVEL</u>, <u>ID_ASIGNATURA</u> )</b>  |
| Define cuales son las asignaturas que tiene cada nivel de curso.  |
| <b>PROFESORCURSOASIGNATURA ( <u>RUT_PROFESOR</u>, <u>ID_CURSO</u>, <u>ID_ASIGNATURA</u> )</b>   |
| Define en que asignatura y curso hace clase cada profesor   |
| <b>ALUMNOCURSO ( <u>RUT_ALUMNO</u>, <u>ID_CURSO</u> )</b>   |
| Define que alumnos pertenecen a cada curso.   |
| <b>TOPICO ( <u>ID_TOPICO</u>, <u>ID_NIVEL</u>, <u>ID_ASIGNATURA</u>, NOMBRE_TOPICO )</b>  |
|   |
| <b>TOPICOESPECIFICO ( <u>ID_TOPICOESPECIFICO</u>, <u>ID_TOPICO</u>,<br/>NOMBRE_TOPICOESPECIFICO )</b>   |
|   |
| <b>GUIA ( <u>ID_GUIA</u>, <u>FECHA_CREACION_GUIA</u>, <u>NOMBRE_GUIA</u>, <u>OBSERVACION_GUIA</u>,<br/><u>RBD_COLEGIO</u>, <u>RUT_PROFESOR</u>, <u>ID_CURSO</u>, <u>ID_ASIGNATURA</u> )</b>   |
|   |
| <b>GUIADIARIA ( <u>ID_GUIADIARIA</u>, <u>DIA_GUIADIARIA</u>, <u>OBSERVACION_GUIADIARIA</u> )</b>  |
|   |
| <b>GUIADETALLE ( <u>ID_GUIADETALLE</u>, <u>ID_GUIADIARIA</u>, <u>ID_BLOB</u> )</b>  |
| Genera la relación de pertenencia de las imágenes a cada guía. Las referencias a la tabla guiadiaria y la tabla blob no son las dos atributos llaves en la presente tabla, pues está la posibilidad de que un ejercicio aparezca más de una vez en una guía.                              |
| <b>BLOB ( <u>ID_BLOB</u>, <u>ID_TOPICOESPECIFICO</u>, <u>TIPO_BLOB</u>, <u>RESPUESTA_BLOB</u>,<br/><u>NOMBRE_BLOB</u>, <u>IMAGEN_ARCHIVO_BLOB</u> )</b>   |
| Almacena a cada imagen que estará disponible en la Base de Datos para ser ocupada en la confección de guías. Las imágenes de los conceptos: materia, ejemplo, ejercicio y resultado, se concentran en la presente tabla, distinguiéndose según los valores de tipo_blob y respuesta_blob. |

# 4.Implementación

## 4.1. Definición de Tablas

Basándose en el análisis de los elementos del sistema 3.2.3 y el modelo de datos, se presenta a continuación la especificación de las tablas necesarias para el sistema, lo que incluirá una breve descripción de cada una de ellas, las relaciones con el resto de las tablas y cuando sea necesario para entender su aplicación en el sistema se mencionará su potencial uso y limitaciones. Las tablas son las siguientes:

- Tabla “**colegio**”:
  - rbd\_colegio: entero,
  - nombre\_colegio: string de largo máximo 100,
  - direccion\_colegio: string de largo máximo 100,
  - comuna\_colegio: string de largo máximo 20,
  - telefono\_colegio: string de largo máximo 10.

Corresponde al concepto Colegio donde se registran los establecimientos educacionales y sus datos, los colegios son identificados según el código “rbd” Ministerio de Educación, como llave principal. Se relaciona con la tabla profesor, de manera que principalmente de un registro de colegio dependen varios registros en la tabla profesor. También se relaciona con la tabla nivel, existiendo varios registros de la tabla nivel para un registro de la tabla colegio.

- Tabla “**alumno**”:
  - rut\_alumno: de la forma estándar XX.XXX.XXX-X,
  - nombres\_alumno: string de largo máximo 70,
  - apellido\_paterno\_alumno: string de largo máximo 20,
  - apellido\_materno\_alumno: string de largo máximo 20.

Agrupar a los alumnos de un colegio, con llave principal rut del alumno. Se ha definido para el colegio como agrupación básica de los alumnos al curso, por lo que el sistema tiene la limitación de no permitir divisiones de alumnos como subconjuntos del curso; por ejemplo: talleres; grupos de reforzamiento. Esta

situación podría obviarse si existiera una relación entre la tabla alumnos y una tabla curso asignatura, que permitiera identificar grupos o sub-cursos, pero para esta versión del sistema se considerará adoptar la manera planteada sin aumentar la dificultad del sistema. También por el momento se considerará que los alumnos solo podrán visualizar e imprimir la guía.

▪ Tabla “**profesor**”:

- rut\_profesor: de la forma estándar XX.XXX.XXX-X,
- nombres\_profesor: string de largo máximo 70,
- apellido\_paterno\_profesor: string de largo máximo 20,
- apellido\_materno\_profesor: string de largo máximo 20.

Registra a los profesores, con llave principal el rut del profesor. Son los usuarios que más accederán el sistema, ya que ellos crearán las guías de ejercicios.

▪ Tabla “**colegio profesor**”:

- id\_colegioprofesor:
  - rbd\_colegio: llave foránea de tabla colegio,
  - rut\_profesor: llave foránea de tabla profesor.

Entidad que define la relación que existe entre cada profesor con los establecimientos en que trabaja. Llave principal id\_colegioprofesor.

▪ Tabla “**colegio nivel**”:

- id\_colegionivel:
  - rbd\_colegio: llave foránea de tabla colegio,
  - id\_nivel: llave foránea de tabla nivel.

Esta tabla define la relación que existe entre un establecimiento y sus niveles de curso; por ejemplo (rut Colegio Valentín Letelier, nivel primero medio). Llave principal id\_colegionivel.

▪ Tabla “**nivel**”:

- id\_nivel: entero,
- nombre\_nivel: string de largo máximo 30.

Cada registro contiene la descripción del nivel del curso, la llave principal es id\_nivel. Ejemplos de niveles son: octavo básico, primero medio, etc.

▪ Tabla “**curso**”:

- id\_curso: entero,
- rbd\_colegio: llave foránea de tabla colegio,
- id\_nivel: llave foránea de tabla nivel,
- letra\_curso: string de largo 1 (letras desde la A a la Z),
- año\_curso: entero.

Sus registros corresponden a la letra de cada curso que depende de un nivel determinado, la llave principal es id\_curso.

Como ejemplo, un registro de esta tabla podría situarnos en:

El colegio Paula Jaraquemada, el Primero Medio, letra A, del año 2001.

▪ Tabla “**asignatura**”:

- id\_asignatura: entero,
- nombre\_asignatura: string de largo máximo 40.

Contiene el nombre de la asignatura, la llave principal es id\_asignatura.

En el horizonte cercano del uso del sistema está la asignatura de Matemáticas y eventualmente algunos ejercicios de la asignatura de Física, a modo de poder ejemplificar las aplicaciones en el aprendizaje de las matemáticas.

▪ Tabla “**nivel asignatura**”:

- id\_nivelasignatura:
  - id\_nivel: llave foránea de tabla nivel,
  - id\_asignatura: llave foránea de tabla asignatura.

Relaciona la tabla nivel y la tabla asignatura. Esta tabla servirá para definir los tópicos según el nivel y la asignatura, ya que los tópicos serán poblados de acuerdo a la “Organización del Programa de Estudios del Ministerio de Educación” (Apéndice B). Cualquier atributo relacionado a este tema podrá ser agregado en la presente tabla. Llave principal id\_nivelasignatura.

▪ Tabla “**profesor curso asignatura**”:

- id\_profesorcursoasignatura:
  - rut\_profesor: llave foránea de tabla profesor,
  - id\_curso: llave foránea de tabla curso,
  - id\_asignatura: llave foránea de tabla asignatura.

Esta tabla caracteriza al profesor respecto del curso y la asignatura. Se podrán agregar atributos, como: si es profesor jefe o de profesor de taller, etc.

Utilizando el ejemplo anterior de la tabla curso, a partir de la presente tabla podríamos mostrar: que el profesor Juan González en la asignatura de Matemáticas, en el colegio Paula Jaraquemada, Primero Medio letra A del año 2001, fue el profesor de taller. Llave principal `id_profesorcursoasignatura`.

▪ Tabla “**alumno curso**”:

- id\_alumnocurso:
  - `rut_alumno`: llave foránea de alumno,
  - `id_curso`: llave foránea de tabla curso.

Reutilizando el ejemplo anterior de la tabla curso, en esta tabla podríamos registrar a la alumna María Pérez en la asignatura de Matemáticas, del colegio Paula Jaraquemada, Primero Medio letra A del año 2001. Llave principal `id_alumnocurso.`

▪ Tabla “**tema**”:

- id\_tema: entero,
- `id_nivel`: llave foránea de tabla nivel,
- `id_asignatura`: llave foránea de tabla asignatura,
- `nombre_tema`: string de largo máximo 100.

Corresponde al concepto Tema y contiene las descripciones de las materias de estudio, la llave principal es `id_tema`. Los temas se clasifican por nivel y asignatura; por ejemplo, el Tema número 6 [6 Factorizaciones y productos - Cálculo de productos, factorizaciones y productos notables], corresponde al nivel Primero Medio de la asignatura de Matemáticas.

▪ Tabla “**tema específico**”:

- id\_temaespecifico:
  - `id_tema`: llave foránea de tabla tema,
  - `secuencia_tema`: entero,
- `nombre_temaespecifico`: string de largo máximo 100.

Corresponde al concepto Tema Específico, la llave principal es `id_temaespecifico`. Contiene descripciones más detalladas de las materias de estudio. Es una división jerárquica de la tabla tema, donde de cada registro de la

tabla topico dependen uno o más registros de la tabla topico específico. Cada registro de la tabla topico específico puede tener también asociados ninguno, uno o más registros de la tabla blob de acuerdo si han sido ingresadas al sistema ejercicios con o sin sus respuestas.

Las tres tablas descritas a continuación, “**guía**”, “**guía diaria**” y “**guía detalle**”, corresponden al concepto Guía de Ejercicios:

▪ Tabla “**guía**”:

- id\_guía: entero,
- fecha\_creacion\_guia: tipo fecha,
- nombre\_guia: string de largo máximo 30,
- observacion\_guia: string de largo máximo 60,
- rbd\_colegio: foránea de tabla colegio,
- id\_profesorcursoasignatura: foránea de tabla profesorcursoasignatura.

Contiene la información general de la Guía de Ejercicios, corresponde al encabezado y su llave principal es id\_guia. Está relacionada con la tabla profesorcursoasignatura, de manera que de un registro dependen varias guías; por ejemplo, permitirá ver las guías que ha creado el profesor Juan González en la asignatura de Matemáticas, en el colegio Paula Jaraquemada, Primero Medio letra A del año 2001.

▪ Tabla “**guía diaria**”:

- id\_guiadiaria:
  - id\_guia: foránea de tabla guía,
  - día\_guiadiaria: tipo fecha
- observacion\_guiadiaria: string de largo máximo 60.

Indica la información día a día en el periodo que comprende la Guía de Ejercicios, la llave principal es id\_guiadiaria. Dependen de cada registro de la tabla guía, varios registros de la tabla guía diaria. El sistema deberá controlar que los días sean consecutivos.

▪ Tabla “**guía detalle**”:

- id\_guiadetalle:

- id\_guiadiaria: foránea de tabla guiadiaria,
  - secuencia\_guiadetalle: entero,
- id\_blob: llave foránea de tabla blob.

Es el detalle de la guía para cada día, permitiendo publicar las materias, ejemplos y ejercicios con sus resultados, la llave principal es id\_guiadetalle. Cada registro de esta tabla indica a una imagen en la tabla blob.

▪ Tabla “**blob**”:

- id\_blob: entero,
- id\_topicoespecifico: llave foránea de tabla topicoespecifico,
- tipo\_blob: string de largo 2,
- respuesta\_blob: string de largo 1,
- nombre\_blob: string de largo máximo 40,
- imagen\_archivo\_blob: string largo.

Su contenido es una imagen (“.gif”), con llave principal id\_blob. Cada registro correspondiente de manera exclusiva a uno de los siguientes conceptos:

- Materia: es el “Contenido de un Tópico Específico” a estudiar por Alumno, se identifica por ser tipo\_blob = “20”. La existencia de varias materias para un tópico específico se deberá a que la materia puede explicarse parcialmente y/o de formas distintas.
- Ejemplo: corresponde a un ejercicio desarrollado en detalle, se identifica por ser tipo\_blob = “40”. Uno o más ejemplos se relacionan sólo con un tópico específico. Si no se ingresan ejemplos asociados a un tópico específico, el Sistema deberá considerar solo que no hay disponible ejemplos de ejercicio para ese tópico específico.
- Ejercicio: se identifica por ser tipo\_blob = “60” y respuesta\_blob = nulo. Los ejercicios siempre indican solo a un tópico específico, con el cual se relacionan por ser la materia de estudio (en la próxima versión del sistema existirá una relación de varios ejercicios con varios tópicos específicos).
- Resultado: corresponde a las respuestas de un ejercicio planteado. En caso de existir respuesta(s) para un ejercicio, tiene(n) la misma id\_blob del ejercicio al cual aspiran a ser respuesta, tipo\_blob = “60” y solo se diferencian como respuestas distintas en los siguientes valores de

respuesta\_blob:

- respuesta\_blob = 0 : respuesta correcta
- 0 < respuesta\_blob < 9 : respuesta incorrecta

- Tabla “**sistema**”: Tiene información general sobre el estado del sistema: parámetros, claves de acceso, etc.

## 4.2. Especificación de Programas, Menús y Rutinas

Esta sección describe los principales programas que conforman el sistema, corresponde a una primera versión, donde de la manera más económica se pretende satisfacer los requerimientos. Por este motivo una vez definida la funcionalidad de los programas necesarios, se procedió a buscar pedazos de programas existentes en otros sistemas ya realizados y luego adaptarlos o hacerlos funcionar de acuerdo a las necesidades planteadas.

Se pueden definir tres agrupaciones de programas por el tipo de orientación que poseen:

1. Programas tipo menú, éstos cumplen la función de guiar al usuario en su interacción con el sistema.
2. Programas de procesos, que realizan tareas después que el usuario o el sistema lo determinan.
3. Rutinas, programas que cumplen funciones específicas, realizadas en distintas situaciones.

A continuación se detallan algunas especificaciones de programas, a modo de ejemplo del resto de los programas, en el orden que la operación normal del sistema los requieren:

### 4.2.1. Rutina de acceso al sistema

**Función:** Es la primera interacción del usuario con el sistema, describe en forma breve al sistema y permite ingresar al sistema según si es profesor o alumno.

**Características:**



- a. Solicita la identificación del establecimiento educacional, rbd colegio, la que valida contra la tabla colegio.
- b. El usuario debe ingresar su rut y clave de acceso, el sistema validará contra la tabla sistemas.
- c. Si el usuario es profesor, permitirá usar las aplicaciones destinadas a crear las guías y visualizar guías correspondientes a los cursos donde es profesor de la asignatura.
- d. Si el usuario es alumno, permitirá usar las aplicaciones de visualización de las guías del curso donde el usuario es alumno (tabla alumno curso).

#### **4.2.2. Programa menú Requerimientos confección guía de ejercicios**

**Función:** Solicita al usuario profesor los requerimientos genéricos para hacer la guía de ejercicios.

**Características:**

- a. Recibe la identificación del establecimiento educacional seleccionado por el usuario.
- b. Despliega el nombre del establecimiento educacional, desde la tabla colegio.
- c. Determina el Curso al que se le realizará la guía:

De acuerdo Colegio seleccionado, accesa y despliega como opción a elegir:

1. Todos los registros de la tabla nivel (a través de la tabla nivel colegio),
  2. Todos los registros de la tabla curso y
  3. Todos los registros de la tabla asignatura (a través de la tabla profesor curso asignatura).
- d. Determina los contenidos de la guía:
    1. Solicita asignatura y nivel
    2. Despliega como opción a elegir todos los registros de la tabla topico que cumplen la condición del nivel y la asignatura. El usuario podrá de esta forma elegir el tópico sobre el cual desea seguir su selección.
    3. Se accesa y despliegan como opción a elegir todos los registros de la tabla topico especifico, correspondientes al tópico seleccionado.
    4. Despliega y selecciona los ejercicios a elegir para formar la guía:
      - i. De acuerdo al tópico específico elegido, desde la tabla blob, se

despliegan ordenadamente todas las imágenes de materias, ejemplos, ejercicios y sus respuestas.

- ii. Permite seleccionar las imágenes. Las ya elegidas durante la sesión deben marcarse en la pantalla como “ocupado = si” y en un extremo de la pantalla debe desplegarse el número total de ejercicios seleccionados en la sesión. El proceso de selección de ejercicios se debe realizar en una sola sesión.
  - iii. Permite de manera exclusiva:
    - Agregar a la guía las imágenes seleccionadas y volver a **d.4.i.**
    - Seleccionar Contenidos, a manera de cascada hacia arriba permite elegir **d.3, d.2 o d.1.**
    - Generar la guía, seguir en **e.**
- e. Crea la guía:
1. Solicita el día de inicio y número de días que tendrá la guía.
  2. Se distribuyen el total de los ejercicios seleccionados de acuerdo al número de días que tendrá la guía, en el orden en que fue la selección. Si la división no es exacta, se distribuye un ejercicio más en los primeros días de la guía, hasta completar el total de los ejercicios seleccionados.
  3. Se despliega la guía de ejercicios para ser confirmada o rechazada:
    - En caso de confirmar la guía, se le asigna identificación de guía, incrementando id\_guía al último existente en la tabla guía y se toma la fecha de creación de la guía como la fecha de proceso del archivo sistema. Solicita al profesor el nombre\_guía y observacion\_guia. Se graba la información recolectada en las tablas guía, guía diaria y guía detalle.
    - En caso de rechazar la guía, se pierde lo realizado.

### **4.3. Definición del esquema de funcionamiento del sistema**

Dada la necesidad de distribuir el sistema a través de internet por páginas Web, el sistema interactúa con los usuarios en una arquitectura CLIENTE-SERVIDOR. La siguiente

imagen muestra los canales de comunicación entre el sistema que almacena la información y la distribución de información a los usuarios.

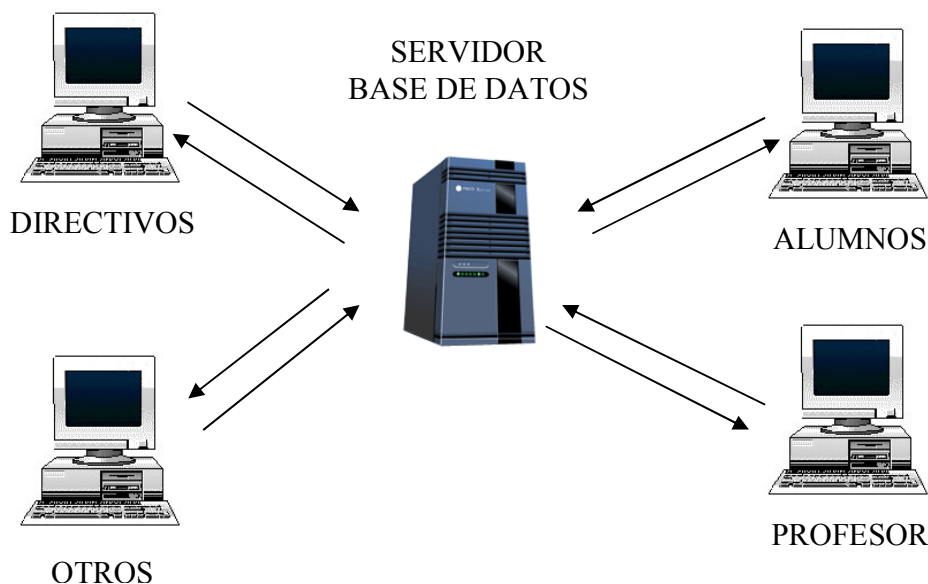


Figura 4.1 Esquema CLIENTE-SERVIDOR para sistema de creación y publicación de guías

#### 4.4. Base de datos y lenguaje de Programación

El lenguaje de programación que se utilizará para el desarrollo de este sistema es PHP. Teniendo en cuenta que existen otros lenguajes de programación orientados a la Web, y que cada uno tiene sus propias ventajas y desventajas, se ha elegido PHP por ser un lenguaje que desde su inicio fue creado y desarrollado para aplicaciones en la Web, resulta fácil y ameno de aprender para actualizarse en los sistemas de programación para la Web., es un lenguaje multiplataforma, y no propietario. Un script PHP normal puede ejecutarse sin cambiar ni una sola línea de código en cualquier servidor que interprete PHP, es decir, en servidores Windows, Linux, etc. PHP combina excelentemente con otras inmejorables herramientas, como son el servidor Apache y la base de datos Mysql o Postgres todas ellas gratuitas.

El Administrador de Base de Datos que se utilizará para el desarrollo del sistema de creación y publicación de guías será Postgres. En un comienzo se había elegido Mysql para la administración de los datos, sin embargo, el año 2003 la falta de verificación de integridad referencial en este motor de Base de Datos hizo cambiar de opinión dejando este servicio a Postgres. La siguiente tabla comparativa muestra las diferencias más importantes entre estos dos motores, a la fecha indicada:

| MYSQL   | POSTGRES  |
|---|---|
| No considera las claves ajenas. Ignora la integridad referencial, dejándola en manos del programador de la aplicación | Soporta transacciones y desde la versión 7.0, claves ajenas (con comprobaciones de integridad referencial). |
| No soporta transacciones, "roll-backs" ni subselects  | Tiene mejor soporte para triggers y procedimientos en el servidor.  |
| Mayor rendimiento. Mayor velocidad tanto al conectar con el servidor como al servir selects y demás                   | Consume bastantes más recursos y carga más el sistema   |

Tabla 4.1: Tabla Comparativa entre MYSQL y POSTGRES, año 2003

#### 4.5. Poblar la base de contenidos

En el proceso de creación e ingreso de ejercicios a la Base de Datos, para cada uno de los elementos del sistema: Materia, Ejemplo, Ejercicio y Resultado de Ejercicio, descritos en 3.2.3, se siguió ir el siguiente procedimiento:

- Creación del archivo “.gif”: En forma previa a la etapa computacional se desarrollaron los elementos, principalmente por medio de examinar textos de matemáticas existentes, se identificaron tipos o “familias de ejercicios” y se crearon variantes del mismo tipo de ejercicio. El ingreso a un medio digital podía realizarse según el conocimiento que tuviera el encargado de generar imágenes en programas ya existentes; por ejemplo: Microsoft Word, MathType, LATEX, TEX, Lyx, etc. o Paint de Microsoft, también pueden ser copiados desde un medio impreso usando un escáner. Lo importante es que los elementos debían quedar en un formato de

imagen, archivo "gif".

- Luego de generados los archivos "gif", se agruparon según los siguientes conceptos:
  - nivel de curso (por ejemplo, Primero medio).
  - asignatura (por ejemplo, Matemática).
  - tópico (por ejemplo, el tópico 6: Factorizaciones y productos -Cálculo de productos, factorizaciones y productos notables).
  - tópico específico (por ejemplo, Producto notable - Cuadrado de un binomio)
- Todos los archivos "gif" de acuerdo a la clasificación indicada en el párrafo anterior, se fueron agregando a la base de datos, tabla blob, indicando uno a uno el tópico específico al cual pertenecen.

## **4.6. Configuración computacional necesaria**

### **4.6.1. Software**

- **Servidor:**
  - Linux.
  - PHP 4.0 o superior para interpretación de scripts
  - POSTGRES 7.0 o superior.
- **Clientes:**
  - Microsoft Explorer 5.5 o superior.

### **4.6.2. Hardware**

- **Servidor:**

La siguiente lista muestra los principales dispositivos que debería contener el Servidor para un buen performance en el uso del sistema de guías:

CPU - 1x XEON 1.8 GHZ 512KB, BUS 499 INT – MPGA o Superior

MEMORIA - 2x DDR 256MB ECC REGISTER PC-266 VALUE RAM

DISCO DURO - 36GB SCSI MAXTOR - QUANTUM 10.000 RPM/68PIN

# 5.Conclusiones

## 5.1. Pruebas y discusión de resultados

Al realizar las pruebas del sistema se optó por utilizar los recursos más modestos disponibles en ese momento, de manera de acercarse a las condiciones críticas en que funcionan los establecimientos educacionales más precarios:

- Servidor y cliente:

Tanto para las pruebas y la utilización posterior del sistema se realizaron en un servicio web hosting con servidor Linux, PHP 4.0 o superior y POSTGRES 7.0 o superior y para el cliente conexiones desde servicios públicos llamados “cibercafé”. Para ambos casos los servicios se ofrecen para un uso discreto limitado, intencionalmente elegidos en los rangos más económicos, de manera de probar el sistemas en medios utilizados por la mayoría de la población, en las condiciones descritas el sistema se desempeña en forma aceptable.

- Espacio ocupado por la base de datos en disco duro:

Para los contenidos desarrollados, la base de datos completa ocupa 7,1 MB, de los cuales 6.6 MB, el 93% es ocupado por el archivo que contiene materias, ejemplos, ejercicios y respuestas, el espacios ocupado por un ejercicio es entre 1 a 2 KB y cuando tienen alternativas de respuestas ocupan entre 10 y 20 KB. En el diseño no se le dio mayor relevancia a la estimación del espacio en disco duro, dado que la experiencia indicaba que las magnitudes no serían significativas y que los valores de dicho recurso cada vez son menores, en todo caso es bueno comprobar que para las dimensiones estimadas, el tamaño de la base no constituye problema.

- Velocidad de procesamiento y percepción de respuesta por internet para el usuario:

Principalmente debido a la discreta utilización de recursos visuales a desplegar, permite que la respuesta al usuario sea percibida como más rápida que el común de las aplicaciones.

- Contenidos :

- Creación de contenidos: se crearon 72 materias, 92 ejemplos de ejercicios resueltos y 600 ejercicios con sus respectivas alternativas de respuestas; para tópicos relacionados de séptimo básico y primero medio. En forma posterior, modificado el sistema, se dio servicio a tres cursos de primero medio durante tres meses, pertenecientes a dos colegios, donde los profesores crearon de Capítulos, generalmente de periodo semanal.
- Cantidad de ejercicios: al término del periodo de utilización, uno de los dos profesores encuentra poca la cantidad de ejercicios.
- Variedad de ejercicios: el mismo profesor indicado en el punto anterior, desea mayor diversidad de tipos de ejercicios. Esta situación evidencia la necesidad de ampliar el concepto de tipo de ejercicios (“familia”) disponibles, asociados a cada materia.
- Organización de los contenidos: es aceptada, resulta natural para el profesor ya que concuerda con la organización de los planes de estudio.

El sistema se comporta dando el servicio esperado, generando expectativas sobre su uso y cosa no esperada al comienzo, ayudando en la planificación de las clases.

## **5.2. Conclusiones**

1. Sobre la elección de la alternativa de diseño [Apéndice D] y las dificultades para el profesor:

La Alternativa 5, que fue la elegida para ser desarrollada, tiene la debilidad de estar expuesta a la crítica sobre los ejercicios que forman la base de datos, la solución de generar un módulo para que los profesores puedan mandar ejercicios que ellos consideren apropiados y que finalmente sean ingresados a la base, mejora la situación frente a la dirección del establecimiento, en cuanto a que hay respuesta a una crítica al sistema, de alguna forma se puede responder al "poder experto" que el profesor de la asignatura ejerce. También hay que tener en cuenta que aquellos ejercicios que el profesor estima que faltan en la base de datos y que él los considera muy importantes en la enseñanza de los contenidos, los puede exponer en la clase de aula, de la manera tradicional, anotarlos en el pizarrón.

2. Sobre a quienes sirve el sistema y la evaluación del sistema:

Si bien el cliente final del sistema es el alumno y el apoderado, que son los que eligen año a año continuar en el colegio, por otro lado es la dirección del establecimiento quien asigna los recursos, el profesor es un intermediario que forma parte del sistema como operador, a diferencia de otros sistemas este operador pasa a ser muy importante en la elección, ya que lo califica como experto frente a opiniones que caben en el terreno de lo subjetivo; en otras palabras a modo de ejemplo, no es como un sistema de Contabilidad donde el sistema en cuestión tiene que ser aceptado finalmente por el contador y personal administrativo porque la dirección superior de la empresa lo considera apropiado.

3. Sobre las tensiones al interior del establecimiento y la evaluación del sistema:

También hay que considerar que al interior de un establecimiento educacional, como en toda empresa hay distintas tensiones internas, en particular el profesor de matemáticas está fuertemente presionado por toda la comunidad escolar:

- Los alumnos entienden que es una asignatura difícil, pero presionan al profesor por obtener mejores calificaciones desde la perspectiva de su grado de madurez y hábitos de estudio.
- La dirección del colegio espera principalmente del profesor:
  - Rendimiento en prueba SIMCE [Minc], que aunque se aplica a los alumnos, la comunidad evalúa al colegio y la dirección del colegio de alguna forma evalúa al profesor.
  - Resultados alcanzados en las pruebas de ingreso a la educación superior.
  - Por otra parte la dirección del colegio también espera un profesor no conflictivo, que sepa complementar las aspiraciones de los apoderados con las exigencias a los alumnos y sus calificaciones.

En este contexto se desarrolla el sistema, como una herramienta que puede mejorar el rendimiento de los alumnos y del colegio, por lo que de esta forma será finalmente evaluado el sistema.



### 5.3. Perspectivas de desarrollo

Como extensión o desarrollo futuro del sistema se puede:

- Establecer un método de medición de resultados del sistema, en su objetivo principal “elevar la destreza matemática de los alumnos de un curso, en un establecimiento educacional de enseñanza media, por medio de la ejercitación diaria de los contenidos recién enseñados por el profesor en la clase de aula”.
- Entregar información del sistema a otros sistemas que pudiera tener el colegio, como sistemas de administración académica.
- Agregar problemas resueltos y explicados, para la consulta de distintas alternativas de cómo resolver los problemas.
- Mejorar la interactividad con el alumno, de manera que si el profesor considera adecuado, los ejercicios estén disponibles para el alumno en forma paulatina a través de la semana y de la misma forma los resultados de los problemas.
- Asociar a las Guías la explicación de los contenidos, con algunos ejemplos resueltos, de manera que puedan ser agregados a la Guía y facilitar la resolución de los problemas. Este punto es especialmente interesante porque podría llegar a dar vuelta la actividad del profesor, de manera de que el profesor partiera planificando su clase en el sistema.
- Extender el sistema para que administre contenidos de otras asignaturas como: física, química, biología, historia, etc.
- Agregar un módulo que administre distintos grados de dificultad de los ejercicios, debido a lo relativo que es calificar este concepto, queda pendiente de desarrollar un esquema que permita a partir de cierto grado de aprendizaje de los alumnos, es decir, conociendo las materias dominadas por el grupo de alumnos que resolverán los ejercicios, definir su grado de dificultad relativo.
- Agregar mecanismos de control de la recepción de la guía realizada por cada alumno, de manera que al profesor le sea más fácil recolectar las guías.
- Modificar el esquema de Guías, de manera que pueda extenderse a la

administración de cuestionarios o pruebas, los que serían evaluados al ingresar el alumno las respuestas al sistema.

- Agregar la posibilidad de permitir la contribución de nuevos ejercicios, por parte de los usuarios del sistema, como los profesores o los alumnos.
- Agregar módulos culturales de interés asociados a las asignaturas, de manera de recrear o hacer más grato la interacción con el sistema.
- Estadísticas de uso y recorrido por el sistema, por parte de los usuarios, de manera de poder mejorar el sistema.

## 6. Visión del sistema a la fecha

Debido a que el presente Informe de Práctica corresponde al sistema desarrollado el año 2004, este capítulo muestra el estado actual del sistema y las posibles modificaciones dada la evolución de la tecnología y nuevas necesidades de usuarios.

### 6.1. Sistema a la fecha actual

El sistema se encuentra en MySQL, se cambió el administrador de la base de datos debido a que en el momento de realizar las modificaciones resultó más fácil encontrar apoyo en la programación en PHP y MySQL, y que dado los objetivos planteados, MySQL resultaba satisfactorio.

La versión actual se muestra en el Apéndice E, se consiguió en forma básica por medio agregar columnas a las tablas existentes provenientes modelo de datos especificado en 3.2.8. al 3.2.10.

Principales modificaciones:

- Se aumenta la interactividad: el Profesor puede escoger ejercicios para que el Alumno responda en la web día a día, durante un periodo determinado.
- Cambio del concepto de Guía por “Capítulo”: el Alumno al acceder en la web a materias, ejemplos y ejercicios a resolver con sus resultados (respuesta correcta y distractores), en la práctica entiende que lo que el Profesor le ha publicado es un texto interactivo de estudio a su medida, el cual se va entregando por Capítulos; en lo que queda del Informe se denominará como Guía o Capítulo, entendiendo que a nivel físico de tablas y columnas siguen llevando en alguna parte del nombre la palabra “guía”, pero a nivel de usuario final se publica usando la palabra “Capítulo”.
- Control de las respuestas diarias a los ejercicios planteados en el Capítulo, permitiendo al Alumno resolver día a día, de acuerdo a lo determinado por el Profesor al crear el Capítulo:
  - El profesor programará los días y horas del día, en que se habilitará al

Capítulo para aceptar las respuestas por parte del Alumno. Es necesario agregar en la tabla “guía” las columnas: fecha inicio, fecha de término y hora de término para el ingreso de las respuestas del Alumno.

- Los Alumnos pueden responder en el día, hasta la hora de término de ingreso de respuestas. Se les permite siempre observar las respuestas corregidas de los días anteriores; y a partir de la hora de término, pueden ver las respuestas corregidas del mismo día.
- Clasificación de los ejercicios en “familia de ejercicios”, definida como un subconjunto de ejercicios de un Tópico Específico; corresponden a ejercicios con características similares en: forma de resolución, conocimientos previos y grado de dificultad; por ejemplo, para el Tópico Específico “Producto notable – cuadrado de un binomio”, deberían pertenecer a “familia de ejercicios” distintas, los ejercicios  $(3a+4b)^2$  y  $(3a^3+4b)^2$  ya que en el segundo ejercicio se requiere resolver la potencia de potencia  $(a^3)^2$ ; y por otra parte, atendiendo al mismo razonamiento los ejercicios  $(3a+4b)^2$ ,  $(2x+5y)^2$  y  $(4a+2b)^2$  podrían considerarse dentro de la misma familia. Esta clasificación permite materializar de alguna forma un concepto relativo como el grado de dificultad, permitiendo en la práctica que el Profesor que es quien conoce a sus Alumnos, por medio de la elección de la familia, pueda determinar el tipo de ejercicio que considera adecuado de agregar al momento de la creación del Capítulo.

La “familia de ejercicios” es implementada agregando una columna en la tabla “blob” donde se identifica por medio de un código cada familia de ejercicios.

- Evaluación según la etapa del proceso enseñanza aprendizaje: se habilita al Profesor la posibilidad de clasificar cada Ejercicio seleccionado al crear los Capítulos, según criterios de evaluación. Se utiliza el modelo típico de clasificación de evaluación: “diagnóstica” (inicial), “formativa” (intermedia, continua o procesal) y “sumativa” (final). La implementación es agregando una columna en la tabla “guía detalle”, para guardar el dato “D”, “F” o “S” de acuerdo a la evaluación, pero no se han definido las entidades respectivas de manera de implementar las estadísticas con los recursos de la base de datos; las estadísticas se obtienen por agregar código a los programas.

- Dado un ejercicio contestado incorrecto por el Alumno, permitir al alumno examinar el desarrollo de la solución del ejercicio, posiblemente uno sin resolver, permitir desde el Capítulo a ejemplos resueltos y variantes de explicación de la misma materia, de manera de facilitar la comprensión de los contenidos. Este punto es especialmente interesante porque podría llegar a dar vuelta la actividad del profesor, de manera que el profesor partiera planificando su clase en el sistema.

## **6.2. Nuevas necesidades**

- Entregar información del sistema a otros sistemas que pudiera tener el colegio, como sistemas de administración académica.
- Proceso de evaluación: permitir la definición por parte del Profesor u otro usuario superior extensiones del modelo de evaluación.
- Control de respuestas diarias: pensado para periodos de vacaciones, controlar una holgura para responder los ejercicios de un determinado día; por ejemplo, la fecha de responder es el martes 10 de junio, pero si la holgura es un día, podría responder el 9, 10 u 11 de junio. Lo normal es permitir solo responder con holgura cero.

## **6.3. Perspectivas dada la evolución tecnológica**

Dada la cultura de los jóvenes de estar conectados de la manera más permanente posible mediante dispositivos inalámbricos, debería ser pedagógicamente efectivo intentar integrarse a la red de comunicaciones natural del alumno, mediante:

- Ampliar las aplicaciones para que los Capítulos puedan ser respondidos usando dispositivos móviles inalámbricos como celulares.
- Agregar el envío y administración de mensajes en correos-e, chat y celulares:
  - Rendimiento en las respuestas de los Capítulos.
  - Recordatorios de plazos para responder.

## **6.4. Uso del sistema**

El sistema se utilizó parcialmente durante el año 2004 en el Colegio El Prado de Pudahuel, para generar guías de trabajo, de la experiencia surgió la versión actual, descrita en el

apéndice E, la cual se usa durante el 2006 y a principios del año 2007:

- Mediante acuerdo con la Corporación de la Municipalidad de Recoleta, se ocupa en cursos de nivel primero medio, de los colegios:
  - Paula Jaraquemada: durante el primer semestre del año 2006, se hicieron pruebas y modificaciones. En el segundo semestre, se utilizó en dos periodos de 6 semanas, en rutina semanal de generación de Capítulo, con ejercicios diarios e inclusión de materias y ejemplos. Formó parte de la planificación del curso y los alumnos contestaron según lo esperado, utilizando el sistema con todas sus opciones. Hubo pleno apoyo de la dirección del colegio, la que puso a disposición los recursos necesarios para que el sistema pudiera funcionar en su totalidad, se participa en las reuniones de alumnos del curso y en reuniones de apoderados, motivando el uso del sistema, obteniendo interés y compromiso familiar. Es destacable que el sistema se utiliza en forma regular incluso durante el festivo de “fiestas patrias”.  
Al iniciar el año 2007, todas las alumnas de los nuevos primeros medio, tuvieron un taller de ingreso al colegio utilizando el sistema en el aprendizaje de introducción al lenguaje algebraico, siendo una experiencia completa de buen uso.
  - Valentín Letelier: durante el segundo semestre, se utilizó en forma continua entre mayo y junio, sin dificultades en la operación por parte de la profesora y alumnos, en general con rutina semanal de generación de Capítulo para 3 días consecutivos; los Capítulos incluyeron ejercicios y materias. No fue parte de la planificación formal, siendo considerado como taller paralelo a las clases, donde la realización de ejercicios por parte de los alumnos era en la práctica voluntaria, al ser instruidos en el uso del sistema los alumnos muestran interés, pero menos del 50% de los alumnos contestan en forma regular. Por parte de la dirección del colegio, se aceptó formalmente la utilización del sistema, pero existieron dificultades al necesitar de la infraestructura del colegio; como: acceso a sala de computadores, impresión de Capítulos y hojas para fotocopias.
- Colegio particular San Pedro Poveda de Maipú: en las vacaciones de verano del año

2007, durante 9 días se realizó un taller de reforzamiento para alumnos seleccionados por el profesor de matemáticas, que habían cursado primero medio el año 2006. Se utilizó el sistema para reforzar materias pasadas durante el año anterior, al examinar la información generada en el sistema, se observa el correcto uso por parte del profesor y alumnos.

A la fecha actual el sistema se encuentra en análisis y adaptación, utilizando un prototipo [Val03], para ser usado en educación parvularia, dando énfasis en facilitar la planificación, uso de los recursos pedagógicos en forma diaria y la participación del hogar; entendiéndose el autor de este informe, que el aprendizaje en el contexto escolar, es además un proceso integral en la familia del alumno.

# Apéndice A

## Experiencia práctica previa

Entre los años 2000 al 2003 se han desarrollado distintas experiencias prácticas en el Colegio El Prado de la comuna de Pudahuel. Estas se realizaron para el nivel de primero medio durante los años académicos 2000 y 2002, y durante el período de vacaciones de verano 2002-2003. Estas experiencias corresponden a distintas etapas del desarrollo lógico de las alternativas de solución al problema de ejercitación sistemática en el área de las matemáticas, descritas en Alternativas de ejercitación [Apéndice D].

### A.1. Colegio El Prado

El Colegio El Prado, con dirección calle Cooperativa 7029, comuna de Pudahuel, el año 2003 es un colegio particular no subvencionado, con un valor a pagar por el apoderado de 35.000 pesos mensuales por cada alumno, hay un curso por nivel desde primero básico a cuarto medio, con un promedio entre 35 y 40 alumnos por curso. Tiene instalaciones de un taller de computación en red conectado a internet, donde los computadores son usados en forma básica ocasionalmente por los alumnos. Los alumnos matriculados corresponden principalmente a familias del sector. Los apoderados corresponden a personas de un nivel de educación limitado, que excepcionalmente supera el cuarto medio, corresponden en general a personas que para el medio de la comuna tienen recursos y valoran el pagar una educación que ellos consideran mejor para sus hijos.

Los padres o el entorno familiar del alumno, en general, no pueden apoyar directamente la educación de sus hijos de enseñanza media, ya que el nivel de los contenidos entregados en el colegio supera su formación. Desde el punto de vista de los Planes y Programas del Ministerio de Educación, los contenidos no son logrados plenamente en el año escolar, pero al comparar los resultados del SIMCE con otros establecimientos de la comuna, resultan estar dentro de los mejores [Minc].

### A.2. Experiencia año académico 2000

Durante el año académico 2000, para los alumnos de primero medio, se aplicó la Alternativa 2, Realización manual de guías de ejercitación manuscritas [Apéndice D]. La



definición del tipo de ejercicios a realizar en la guía, acorde a los contenidos a enseñar durante la semana, se determinó mediante una reunión semanal con el profesor de la asignatura, de una duración de no más de cinco minutos.

### **A.3. Experiencia año académico 2002**

El año académico 2002 es similar al año 2000 en el procedimiento de trabajo con el profesor de la asignatura. La diferencia se da en que debido a la experiencia del año 2000, se logra reutilizar algunos ejercicios o trozos de guías de ejercicios del año 2000, de una forma que se asemeja a la Alternativa 3, Creación de una base manual de guías de ejercitación manuscritas [Apéndice D]. Durante el año para facilitar la redacción de la guía se comienzan a escribir los ejercicios en el computador utilizando Microsoft Word, MathType o Latex, para escribir los ejercicios de manera literal (expresiones algebraicas con valores fijos), de una manera que se puede asimilar con el tiempo a la Alternativa 4, Creación de una base manual de guías de ejercitación escritas en un medio digital [Apéndice D].

### **A.4. Experiencia vacaciones de verano 2002-2003**

Para las vacaciones escolares de verano 2002-2003 se realizaron guías de ejercicios de manera similar a la Alternativa 4, Creación de una base manual de guías de ejercitación escritas en un medio digital [Apéndice D]. El material de trabajo, entregado a los alumnos, comprendió de 10 guías de ejercicios a realizar durante las semanas desde el 23 de diciembre de 2002 al 2 de marzo de 2003. Los ejercicios a resolver cada día son 4, por lo general, y están ordenados guía a guía, según el orden en que fueron pasados los contenidos durante el año. Previo a la entrega del material en papel, hubo una reunión con los apoderados y alumnos donde se expuso la realización de la ejercitación durante las vacaciones, lo cual fue aceptado por aclamación en virtud de los buenos resultados, en opinión de apoderados y alumnos. Las guías fueron entregadas impresas en papel con un compromiso de desarrollar los ejercicios en forma diaria, el establecimiento se comprometió a una calificación de 7 a todos los alumnos que entreguen las guías resueltas el primer día de clases en el 2003. Habilitando también la alternativa de poder acceder una página web [Val01], la cual contenía una copia de las guías entregadas.

# Apéndice B

## Organización del programa de estudio del Mineduc

La organización del Programa de Estudio para la asignatura de Matemáticas se enmarca en las orientaciones que derivan de los Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios:

### B.1. Primer año medio: Nuevo Programa de Estudio para Primer Año Medio, Formación General, Educación Media

Para ser puesto en práctica en el año escolar de 1999. Santiago, noviembre de 1998, José Pablo Arellano M. Ministro de Educación. El presente programa se organiza en siete unidades, dividida cada una en temas:

#### 1. Números:

- Potencias de base un entero, un decimal o una fracción positiva y exponente un entero. Multiplicación de potencias.
- Números racionales e irracionales.
- Resolución de problemas, estimaciones de cálculos, redondeos.

Uso de la calculadora.

Tiempo estimado: 25 a 30 horas.

#### 2. Lenguaje algebraico:

- Operatoria algebraica:
  - Generalización de la operatoria aritmética a través del uso de símbolos.
  - Convención de uso de los paréntesis.
  - Reducción de términos semejantes.
  - Sintaxis del lenguaje algebraico.
- Demostración de propiedades asociadas a los conceptos de múltiplos, factores y divisibilidad.
- Planteo y resolución de problemas que involucren ecuaciones de primer grado con una incógnita.

Tiempo estimado: 25 a 30 horas.

### **3. Transformaciones isométricas:**

- Traslaciones, simetrías y rotaciones de figuras planas.
- Uso de regla y compás; de escuadra y transportador; manejo de un programa computacional que permita dibujar y transformar figuras geométricas.

Tiempo estimado: 20 a 25 horas.

### **4. Variaciones proporcionales:**

- Lectura e interpretación de situaciones que involucren porcentaje.
- Resolución de problemas en los que el referente asociado a 100 está implícito.
- Relación entre porcentaje, números decimales y fracciones.
- Porcentaje como un operador multiplicativo.

Tiempo estimado: 20 a 25 horas

### **5. Variaciones porcentuales:**

- Lectura e interpretación de situaciones que involucren porcentaje.
- Resolución de problemas en los que el referente asociado a 100 está implícito.
- Relación entre porcentaje, números decimales y fracciones.
- Porcentaje como un operador multiplicativo.

Tiempo estimado: 20 a 25 horas

### **6. Factorizaciones y productos:**

- Cálculo de productos, factorizaciones y productos notables.
- Análisis de fórmulas de perímetros, áreas y volúmenes en relación con la incidencia de la variación de los elementos lineales y viceversa.

Tiempo estimado: 20 a 25 horas

### **7. Congruencia de figuras planas:**

- Congruencia de dos figuras planas. Criterios de congruencia de triángulos.

- Resolución de problemas relativos a congruencia de trazos, ángulos y triángulos.
- Demostración de propiedades de triángulos, cuadriláteros y circunferencia, relacionadas con congruencia.
- Clasificación de triángulos y cuadriláteros considerando sus ejes y centros de simetría.

Tiempo estimado: 25 a 30 horas.

# Apéndice C

## Universo de Tópicos posibles

De acuerdo a lo descrito en 3.2.3 Análisis de los elementos del sistema, donde se define el concepto Tópico y se determina que para este sistema se hará corresponder a la Organización del Programa Estudios del Ministerio de Educación, descrito en el Apéndice B Organización del Programa Estudios del Ministerio de Educación. A continuación se detallan como ejemplo, los Tópicos posibles de existir para Primer Año Medio, Formación General, Educación Media:

### C.1. Primer año medio:

1. Para la unidad Números, se generan los siguientes Tópicos:
  - a) Números - Potencias de base un entero, un decimal o una fracción positiva y exponente un entero. Multiplicación de potencias.
  - b) Números - Números racionales e irracionales.
  - c) Números - Resolución de problemas, estimaciones de cálculos, redondeos. Uso de la calculadora.
  
2. Para la unidad Lenguaje algebraico, se generan los siguientes Tópicos:
  - a) Lenguaje algebraico - Operatoria algebraica: Generalización de la operatoria aritmética a través del uso de símbolos. Convención de uso de los paréntesis. Reducción de términos semejantes. Sintaxis del lenguaje algebraico.
  - b) Lenguaje algebraico - Demostración de propiedades asociadas a los conceptos de múltiplos, factores y divisibilidad.
  - c) Lenguaje algebraico - Planteo y resolución de problemas que involucren ecuaciones de primer grado con una incógnita.
  
3. Para la unidad Transformaciones isométricas, se generan los siguientes Tópicos:
  - a) Transformaciones isométricas - Traslaciones, simetrías y rotaciones de figuras planas.
  - b) Transformaciones isométricas - Uso de regla y compás; de escuadra y

transportador; manejo de un programa computacional que permita dibujar y transformar figuras geométricas.

4. Para la unidad Variaciones proporcionales, se generan los siguientes Tópicos:
  - a) Variaciones proporcionales - Gráficos de distinto tipo; interpretación y lectura.
  - b) Variaciones proporcionales - Proporcionalidad directa inversa; constantes de proporcionalidad; su relación con un cociente o un producto constante.
  - c) Variaciones proporcionales - Resolución de problemas. Gráficos, tablas de valores y expresión algebraica.
  
5. Para la unidad Variaciones porcentuales, se generan los siguientes Tópicos:
  - a) Variaciones porcentuales - Lectura e interpretación de situaciones que involucren porcentaje.
  - b) Variaciones porcentuales - Resolución de problemas en los que el referente asociado a 100 está implícito.
  - c) Variaciones porcentuales - Relación entre porcentaje, números decimales y fracciones.
  - d) Variaciones porcentuales - Porcentaje como un operador multiplicativo.
  
6. Para la unidad Factorizaciones y productos, se generan los siguientes Tópicos:
  - a) Factorizaciones y productos - Cálculo de productos, factorizaciones y productos notables.
  - b) Factorizaciones y productos - Análisis de fórmulas de perímetros, áreas y volúmenes en relación con la incidencia de la variación de los elementos lineales y viceversa.
  
7. Para la unidad Congruencia de figuras planas, se generan los siguientes Tópicos:
  - a) Congruencia de figuras planas - Congruencia de dos figuras planas. Criterios de congruencia de triángulos.
  - b) Congruencia de figuras planas - Resolución de problemas relativos a congruencia de trazos, ángulos y triángulos.

- c) Congruencia de figuras planas - Resolución de problemas relativos a congruencia de trazos, ángulos y triángulos.
- d) Congruencia de figuras planas - Demostración de propiedades de triángulos, cuadriláteros y circunferencia, relacionadas con congruencia.
- e) Congruencia de figuras planas - Clasificación de triángulos y cuadriláteros considerando sus ejes y centros de simetría.

# Apéndice D

## Alternativas de ejercitación

### D.1. Evolución de alternativas de ejercitación manual

Para apoyar el desarrollo de la destreza matemática, a través de la ejercitación, las alternativas pueden ser:

1. Ocupar los libros correspondientes a la asignatura.
2. Realización manual de guías de ejercitación manuscritas.
3. Creación de una base manual de guías de ejercitación manuscritas.
4. Creación de una base manual de guías de ejercitación escritas en un medio digital.
5. Creación de una base digital de ejercicios para generar guías de ejercitación.

Alternativas que se analizan a continuación

#### **Alternativa 1: Ocupar los libros correspondientes a la asignatura.**

Los libros están elaborados de acuerdo a los planes de estudio, es material aprobado por el Ministerio de Educación y además están en poder del alumno. Aunque esta es la solución más prevista de acuerdo a lo que se espera de manera tradicional, es decir, el profesor enseña los contenidos en la clase de aula, los que se encuentran debidamente explicados en el libro y luego el profesor les indica de tarea los ejercicios que el mismo libro considera adecuados en cantidad y nivel de dificultad creciente, pero por distintos motivos los profesores ocupan muy poco los libros y algunos no los usan, seguramente por la disparidad entre el conocimiento de los alumnos que el profesor tiene frente a su clase y el nivel esperado por el libro acorde al año que se cursa.

A continuación se analiza la alternativa en función de los objetivos específicos expuestos en la sección 3.1.1.:

**Objetivo 1:** Para lograr la adecuada cantidad de ejercicios, basta que el profesor especifique los números de ejercicios del libro. Lograr ejercicios con el nivel de dificultad acorde al curso, depende del grado de conocimiento de la asignatura que tengan los alumnos. En caso que los alumnos estén atrasados o tengan vacíos en los



contenidos dicho objetivo se complica, por ejemplo: en primero medio se enseña multiplicación de polinomios, pero este tema se dificulta cuando el polinomio tiene fracciones y el alumno no tiene claro la multiplicación de fracciones y con mayor razón si no domina las multiplicaciones de potencias.

Gráficamente:  $(a + b)(c + d) = ac + ad + bc + bd$ , se complica cuando la expresión

toma la forma:  $(x^2 + \frac{p}{q})(\frac{x}{y} + \frac{1}{p})$ ,

si el alumno no domina los contenidos de años anteriores. En cuanto a la regularidad diaria se presenta una dificultad para lograr el objetivo, ya que esta forma de trabajo no regula la continuidad de ejercicios a realizar en forma diaria; en otras palabras, por hábitos ya adquiridos por el alumno, este tenderá a realizar todos los ejercicios de una vez y seguramente el día antes de la próxima clase.

**Objetivos 2, 3, 4 y 5:** Estos objetivos están logrados, ya que el alumno tiene el material en el libro.

#### **Alternativa 2: Realización manual de guías de ejercitación manuscritas.**

El profesor confecciona guías de ejercitación con papel y lápiz, esto es lo tradicionalmente deseable y requiere de la asignación de mayores recursos en horas de actividades curriculares no lectivas, ya que en la práctica el profesor, debe escribir las guías, fotocopiar, compaginar y entregar el material a los alumnos.

Con respecto al logro de los objetivos de la sección 3.1.1., a continuación se analizará dicha alternativa:

**Objetivo 1** Se logra la adecuada cantidad de ejercicios, el nivel de dificultad y la regularidad diaria. Todo se cumple ya que depende de la disciplina y trabajo del profesor.

**Objetivo 2** Este objetivo no se cumple, ya que como alternativa es la que más trabajo manual requiere del profesor.

**Objetivos 3, 4 y 5** Son logrados ya que el alumno recibe el material de manera controlada, esto último, depende del orden del profesor en su esquema de trabajo.

#### **Alternativa 3: Creación de una base manual de guías de ejercitación manuscritas.**

Esta alternativa pasa a ser la extensión normal con los años de la alternativa 2. La elaboración manual de guías de ejercitación, depende en gran medida de la política de apoyar al profesor con asignación de recursos o algún tipo de valoración de su esfuerzo, ya que cuando el profesor se mantiene a través de los años en el mismo establecimiento, siguiendo el ciclo de formación de los alumnos en la asignatura y llegando a formar generaciones de alumnos con una base del conocimiento similar, de esta forma las guías de trabajo de ejercitación sirven durante varios años y el esfuerzo de generarlas se justifica plenamente. Estas guías que han sido generadas a través del tiempo o que fueron creadas de manera intencionada, forman una base de guías de ejercitación.

Con respecto al logro de los objetivos de la sección 3.1.1., a continuación se analizará dicha alternativa:

**Objetivo 1** Se logra la adecuada cantidad de ejercicios, el nivel de dificultad y la regularidad diaria. Todo se cumple ya que depende de la disciplina y trabajo del profesor.

**Objetivo 2** Se requiere seleccionar la guía acorde al tema enseñado en clase de aula. Por lo cual este objetivo está logrado. Sólo se ve dificultado cuando se requiere modificar algunos contenidos, de un año para otro.

**Objetivos 3, 4 y 5** Son logrados ya que el alumno recibe el material de manera controlada, esto último, depende del orden del profesor en su esquema de trabajo.

#### **Alternativa 4: Creación de una base manual de guías de ejercitación escritas en un medio digital.**

Esta alternativa también es una extensión de la alternativa 3, pero corresponde al ingreso a un medio digital de las guías hechas manualmente, estas pueden ser ingresadas por distintos tipos de editores disponibles, como por ejemplo: MicrosoftWord, MathType, Tex, Latex, Lyx, etc. Una vez completo el conjunto de guías el sistema opera igual que la alternativa anterior, cuando eran guías manuscritas, sólo se diferencia cuando hay que actualizar los contenidos de ejercicios individuales en una guía, ya que no es necesario elaborar la guía nuevamente, como en el caso del material manuscrito, basta con sólo hacer el cambio puntal.

### **Alternativa 5: Creación de una base digital de ejercicios para generar guías de ejercitación.**

Los ejercicios son generados de manera individual y almacenados en una base de datos, que dada su condición pueden ser manipulados por los recursos computacionales disponibles para administrar datos, que entre otras cosas permiten:

- La clasificación de los ejercicios según distintos conceptos, como por ejemplo: nivel del curso donde se enseña el contenido correspondiente al ejercicio (Álgebra - Multiplicación de polinomios, Geometría – Teorema de Pitágoras, etc.).
- La creación de guías, gracias a una amplia disponibilidad de ejercicios en la base de datos.
- El almacenamiento eficiente de guías en distintos medios, como discos compactos, internet, diskette, etc.
- La posibilidad de interactuar con las guías desde medios como discos compactos, intranet, internet, etc.

Con respecto al logro de los objetivos de la sección 3.1.1, a continuación se analizará dicha alternativa:

**Objetivo 1** Se logra la adecuada **cantidad** de ejercicios, el **nivel de dificultad** y la **regularidad diaria**. La única dificultad podría ser que el profesor opinase que los ejercicios en la base de datos no son de la “calidad” de los que él le entrega a sus alumnos de la manera tradicional.

**Objetivo 2** Este objetivo se cumple, ya que depende del profesor que selecciona los ejercicios y crea la guía. El profesor debería ingresar a un menú y seleccionar por distintos criterios los ejercicios que constituirán la guía, siendo el sistema quién finalmente genera la guía y la deja disponible.

**Objetivo 3** La entrega de material de ejercitación se facilita, ya que la guía está disponible en el sistema el sistema, a partir del cual se puede:

- Permitir que el alumno ingrese al sistema y la imprima.
- Un administrativo o el profesor ingresen al sistema e imprima, compagine y entregue las guías a los alumnos.

**Objetivo 4** La recepción por parte del alumno también se ve beneficiada, porque al estar la

guía de ejercitación disponible en el sistema, permite que:

- El mismo alumno ingrese al sistema e imprima la guía.
- El alumno reciba de un administrativo o del profesor la guía de ejercitación ya impresa y compaginada.

**Objetivo 5** El profesor al crear la guía, el sistema deberá asociar los ejercicios usados, a la guía que ha generado para un curso determinado. De esta manera se controla la cantidad de material entregado.

## **D.2. Análisis de alternativas de solución en función de su factibilidad**

Las distintas alternativas para solucionar las necesidades a través del logro los objetivos planteados, son funcionales a los recursos existentes en el establecimiento, al considerar que en la actualidad la mayoría de los establecimientos cuentan con computadores personales conectados a la red internet, por lo que la implementación del sistema resulta un proyecto factible con estos medios.

Las Alternativas 1, 2 y 3, corresponden a soluciones manuales y se producen según los recursos que el colegio asigne o por último la voluntad del profesor.

La Alternativa 4 es el paso esperado de tipear el conjunto de ejercicios en caso de contar con los recursos computacionales suficientes, pero tiene el inconveniente de no poder manipular los ejercicios de manera individual como elementos básicos que forman la guía de ejercitación.

La Alternativa 5 es la elegida por cumplir los objetivos de manera optima, pero supone la existencia del recurso computacional en el establecimiento, cosa normal a la fecha, sólo existe una posible dificultad, que el profesor de la asignatura no encuentre los ejercicios existentes en la base de datos adecuados y los critique permanentemente, el diseño de esta alternativa deberá permitir darle solución.

Los elementos a considerar en la estimación del número mínimo de ejercicios en la base de datos, para determinado curso son:

- Ejercicios que el profesor excluirá de todas las guías (E), los puede rechazar por considerarlos inapropiados.

- De los ejercicios restantes, una cantidad de ejercicios va a ser elegida para más de una guía (R), ya que bien podrían repetirse como parte de actividades relacionadas a contenidos distintos.

En base a las experiencias de realizadas anteriormente, descritas en el capítulo 1, se puede estimar el número de ejercicios excluidos en  $E = \frac{1}{3}$ , y el número de ejercicios repetidos en  $R = \frac{1}{20}$ . Sobre la base de un trabajo anual consistente en 4 ejercicios diarios, el número mínimo de ejercicios en la base de datos para un curso determinado (N) debe cumplir con la siguiente relación  $365 \cdot 4 = 1460 = N(1 - \frac{1}{3})(1 + \frac{1}{20})$ , de la cual de manera aproximada  $N = 2.086 \approx 2.100$  ejercicios.

# Apéndice E

## Implementación versión actual del sistema.

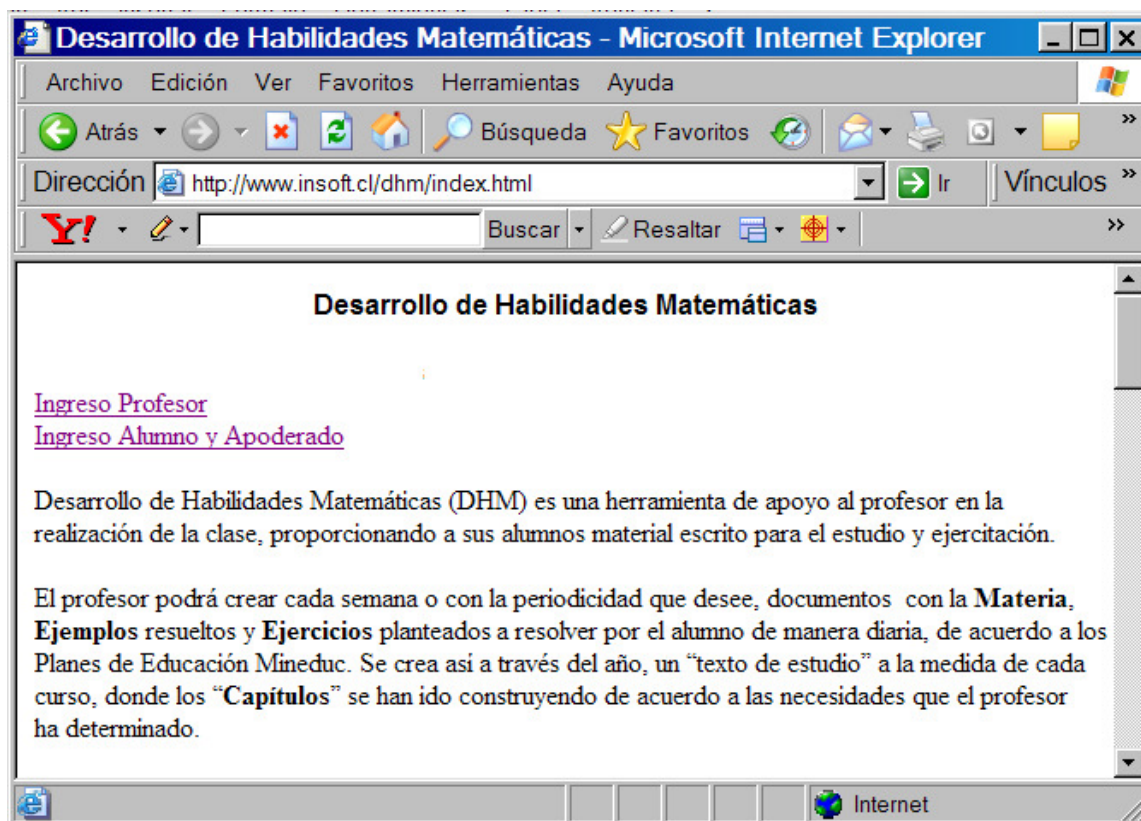
La implementación [Val02] realizada el año 2006, principalmente se diferencia de la del año 2004, expuesta en la presente memoria, por:

- Permite al profesor clasificar los ejercicios según el grado de dificultad y conocimientos previos, agrupándolos en el concepto de “Familia de Ejercicios”. Las materias, ejemplos y ejercicios son impresos en un “Capítulo” en lugar de una “Guía de Ejercicios”, para fortalecer la idea de disponer de un texto realizado a la medida.
- Para cada alumno se acepta contestar y evaluar las respuestas de manera diaria, con control horario de cierre de ingreso de respuestas.

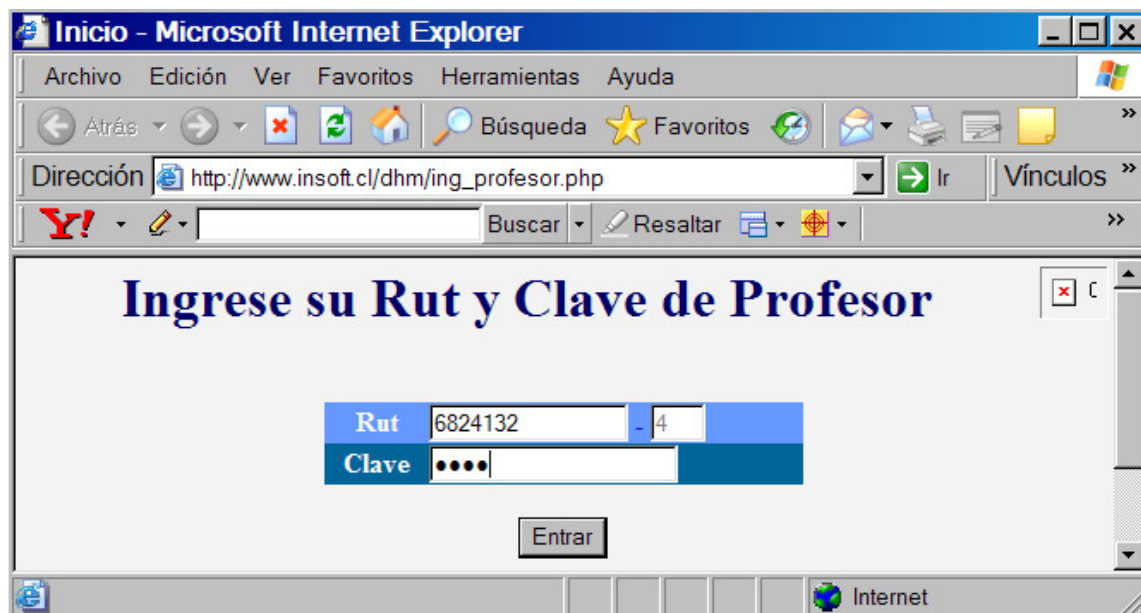
A continuación se muestra, a modo de ejemplo, un conjunto de despliegue de pantallas ordenado según la forma más habitual de uso del sistema, con el propósito de ilustrar las diferencias:

## E.1. El profesor crea un capítulo

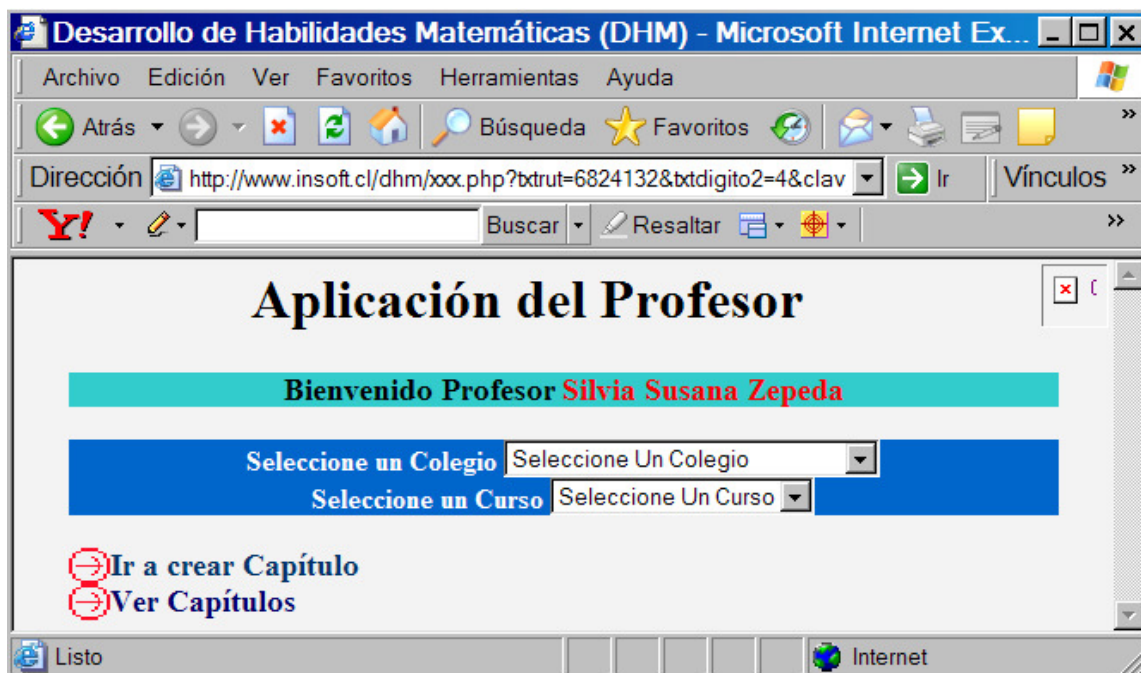
Portada:



Acceso del Profesor:



Selección de Colegio y Curso donde el Profesor hace clases. Creación y revisión de Capítulos:





Selección de contenidos para crear el Capítulo:

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer browser window titled "Creador de Capítulos - Microsoft Internet Explorer". The address bar shows the URL "http://www.insoft.cl/dhm/CreadorGuiasControles\_new.ph". The page content is titled "Creación de Capítulo" and is for "LICEO PAULA JARAQUEMADA" and "Primero medio D".

| LICEO PAULA JARAQUEMADA   |  | Primero medio D           |
|---|--|---------------------------|
| Fecha Inicio :  | 24/10/2006 ddmmaaaa  |                           |
| Nivel :   | Primero medio  |                           |
| Unidad :  | 6. Factorizaciones y productos   |                           |
| Aprendizaje Esperado :  | 6.2. Calculan productos notables; los factorizan; los interpretan numérica y geoméricamente. | Otro Aprendizaje Esperado |
| Topico Especifico   |  |                           |
| Prod.Notable - Multiplicación de dos binomios con término común | Seleccionar  |                           |
| Prod.Notable - Cuadrado de un binomio                           | Seleccionar  |                           |
| Multiplicación de monomios                                      | Seleccionar  |                           |
| Multiplicación de monomios por polinomios                       | Seleccionar  |                           |
| Multiplicación de polinomios                                    | Seleccionar  |                           |
| Prod.Notable - Binomio suma por diferencia                      | Seleccionar  |                           |
| Prod.Notable - Cubo de un binomio                               | Seleccionar  |                           |
| Triángulo de Pascal   | Seleccionar  |                           |
| Prod.Notable - Potencias del binomio                            | Seleccionar  |                           |
| Prod.Notable - Otros  | Seleccionar  |                           |

Selección de Materias, Ejemplos y Ejercicios para crear el Capítulo:

**Selección de Contenido**

**LICEO PAULA JARAQUEMADA**  
**Primer medio D**

Nivel : Primer medio  
 Unidad : 6. Factorizaciones y productos  
 Aprendizaje : 6.2. Calcular productos notables; los factorizan; los interpretan numéricamente y geométricamente.  
 Topico Especifico : Prod. Notable - Cuadrado de un binomio  
 Fecha de inicio: 24/10/2006  
 Fecha de Termino: 25/10/2006

[Materias](#) [Ejemplos](#) [Ejercicios](#)  
 Próximo Día

Se ha seleccionado la lista de Ejercicios

| Ejercicios                               | Seleccionar   |
|--|---|
| $(a + 6)^2$                              | EJERCICIO: Prod. Notable - Cuadrado de un Binomio                       |
| $(2a^2 + 8)^2$                           | Familia Ejercicios<br>EJERCICIO: Prod. Notable - Cuadrado de un Binomio |
| $(2x + 3y)^2 - (2x - 3y)^2$              | Familia Ejercicios<br>EJERCICIO: Prod. Notable - Cuadrado de un Binomio |
| $(a + 3b)^2 + (2a + 3b)^2 - 3(a + 4b)^2$ | Familia Ejercicios<br>EJERCICIO: Prod. Notable - Cuadrado de un Binomio |

**Contenido del Capítulo**

Martes 24/10/2006

Sumativo: producto notable  
 Cuadrado de un Binomio:  
 $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$

Formativo:  $(a + 6)^2$

Sumativo:  $(12 + 9m)^2$

Sumativo:  $(3a + 4b)^2$

Miércoles 25/10/2006

Diagnostico:  $(2a^2 + 8)^2$

Sumativo:  $(2a - 4b)^2$

Sumativo:  $(5x^2 + 9y)^2$

Grabación del Capítulo:

**Registrar Capítulo - Microsoft Internet Explorer**

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Atrás Búsqueda Favoritos Ir Vínculos

Dirección <http://www.insoft.cl/dhm/registraGuia.php?textlmg=00107&APR>

**Ingrese un título para el Capítulo**

**LICEO PAULA JARAQUEMADA Primero medio D**

|                 |                                      |
|-----------------|--------------------------------------|
| Nombre          | Cuadrado de un binomio (semana N° 1) |
| Fecha Inicio    | 24/10/2006                           |
| Fecha Término   | 25/10/2006                           |
| Hora de Término | 20                                   |
| Observación     | estudien para ...                    |

Grabar Capítulo

Listo Internet

## E.2. Actividades del alumno

Visualización del Capítulo:

**Capítulo Cuadrado de un binomio (semana N° 1)**

**Colegio** : LICEO PAULA  
: JARAQUEMADA      **Nivel** : Primero medio

**Profesor** : Silvia Susana Zepeda

**Fecha Inicio** : 24/10/2006      **Fecha Término** : 25/10/2006

**Observación profesor** : **estudien para ...**

**Martes**      24/10/2006

**producto notable**  
**Cuadrado de un Binomio:**

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$(a + 6)^2$   
 $(12 + 9m)^2$   
 $(3a + 4b)^2$

**Miércoles**      25/10/2006

$(2a^2 + 8)^2$   
 $(2a - 4b^2)^2$

Ingreso de respuestas del Alumno:

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer browser window with the title "Cuadrado de un binomio (semana N° 1)". The address bar contains the URL "http://www.insoft.cl/dhm/ejercicios\_alumno.php?fecha\_inicio=2006-10-24&fecha\_termino=...". The page content includes a header "Capitulo Cuadrado de un binomio (semana N° 1)" and a table of student information:

|              |              |               |                           |                   |            |
|--------------|--------------|---------------|---------------------------|-------------------|------------|
| Colegio      | : XXXX       | Nivel         | : Primero medio           | Curso             | : D        |
| Profesor     | : x x        | Alumno        | : ESMERALDA 3<br>ARANGUIZ | Ult.Actualización | : 21:01:33 |
| Fecha Inicio | : 24/10/2006 | Fecha Término | : 25/10/2006              | Hora Término      | : 20 horas |

Below the table, there is a yellow highlighted section for "Observación profesor" with the text "estudien para ...". A "Guardar Respuestas" button is located below this section. The main content area asks the student to "Contesta las siguientes preguntas:" and shows question 1) with a text input field containing  $(a+6)^2$  and a list of radio button options:

- $a^2 + 12a + 36$
- $a^2 + 12a + 16$
- $a + 2a + 36$
- $a^2 + 12a + 6$
- $a^2 + 2a + 36$
- $a^2 + 12a + 12$
- $a^2 + 2a + 12$

# Bibliografía

[dCR] Universidad Interamericana Heredia de Costa Rica. El tutor cibernético.  
[www.eltutor.com](http://www.eltutor.com)

[k2] Método kumon. <http://www.kumonchile.cl/> [www.kumon.es](http://www.kumon.es)

[Mina] Ministerio de Educación, Chile. Jornada de trabajo: Art. 68 y Art. 69 estatuto docente de los profesionales de la educación. Reglamento DF1 año 1997 refundido de la Ley 19.070.

[Minb] Ministerio de Educación, Chile. Normativa de Evaluación y Promoción Escolar  
[http://600.mineduc.cl/resguardo/resg\\_educ/educ\\_norma/index.php](http://600.mineduc.cl/resguardo/resg_educ/educ_norma/index.php)

[Minc] Ministerio de Educación, Chile. SIMCE, sistema de medición de la calidad de la educación. <http://www.simce.cl>. Funciona en base a una prueba que se aplica a nivel nacional, una vez al año. A partir del año 2006, se evalúa todos los años a 4° Básico y se alternan 8° Básico y 2° Medio.

[Mind] Ministerio de Educación, Chile. “Plan de Apoyo Escolar” año 2010; por ejemplo, Educación Matemática cuarto año básico, distribuido en noviembre de 2010:

- “Cuaderno de trabajo N° 3” (para imprimir y ser resuelto por el alumno):  
<http://www.comunidadescolar.cl/documentacion/planapoyo/Matematica4AlumnoCuaderno3.pdf>
- “Guía para docentes N° 3”:  
<http://www.comunidadescolar.cl/documentacion/planapoyo/Matematica4ProfesorCuaderno3.pdf>

[MV02] H. Muñoz y I. Villarroel. Algunas consecuencias metodológicas de considerar a

las matemáticas como lenguaje. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Educación, 2002. Apuntes del curso La Comprensión textual en la Prosa y los Problemas Matemáticos.

[Oddp] F. Oteiza (director de proyecto). Aprender matemática creando soluciones.

<http://www.comenius.usach.cl/fondef/index.htm>

U. de Santiago de Chile, proyecto FONDEF número: D00I1073.

[otW] Mathematical Treasure on the Web. 20.000 problems under the sea.

<http://problems.math.umd.edu/index.htm>

[Val01] R. Valdebenito. Desarrollo de habilidades matemáticas 2002-2003.

<http://lasduras.vtrbandaancha.net/>

[Val02] R. Valdebenito. Desarrollo de habilidades matemáticas 2006-2010.

<http://www.multiclick.cl/dhm/index.php>

Pruebas: profesor rut: 200, clave: 1234; alumnos rut: 213, 214, 215, 216; claves: 1234; colegio: XXXX; curso: primero medio X

[Val03] R. Valdebenito. Escuela Especial de Lenguaje Vista Hermosa 2010-2011.

<http://www.escuelavistahermosa.cl/capacitacion%20presentacion.htm>

Planificación y evaluaciones:

- 2011: cuando lo solicite, acceder con usuario: apoderado.escuela@gmail.com ; clave: vistahermosa
- 2010: solo visualización y sin restricción de acceso