



**UNIVERSIDAD
REY JUAN CARLOS**

INGENIERÍA TÉCNICA EN INFORMÁTICA DE SISTEMAS

Curso Académico 2003/2004

Proyecto de Fin de Carrera

**SISTEMA DE ENSEÑANZA ON-LINE PARA
AUTOESCUELAS CON TESTS ADAPTATIVOS**

Autor: Rubén Mena Girón

Tutora: Estefanía Martín Barroso



RESUMEN

El Proyecto Fin de Carrera desarrollado consiste en el diseño e implementación de un sistema de enseñanza on-line para autoescuelas. El sistema permitirá a los alumnos realizar a través de Internet el estudio necesario para superar el examen teórico para la obtención del permiso de conducción.

El estudio de la materia se realizará a través de un manual on-line de fácil consulta, un conjunto de ejercicios tipo test que serán generados dinámicamente adaptándose al nivel de conocimiento actual de cada alumno y un foro de consultas mediante el cual los usuarios podrán interactuar entre ellos, exponer sus dudas sobre ejercicios realizados, conceptos de teoría, etc.

Para poder adaptar los ejercicios al nivel de conocimiento de cada alumno, es necesario llevar un control de los tests realizados y del resultado obtenido en cada una de las preguntas de los tests presentados a los alumnos. Los datos necesarios para poder realizar la adaptación dinámica de los ejercicios serán almacenados en una base de datos relacional.

También se ofrece a los profesores las herramientas necesarias para realizar de una manera sencilla la inserción y el mantenimiento de los contenidos que integran el sistema de enseñanza.

La implementación ha sido llevada a cabo mediante la tecnología de Java J2EE, debido a sus características multiplataforma, rendimiento óptimo y escalabilidad.

Este sistema permitirá a los estudiantes formarse de una forma flexible (a cualquier hora y desde cualquier lugar) para el examen teórico del permiso de conducción de vehículos. Además reducirá el tiempo de aprendizaje de cada alumno, ya que el nivel de dificultad de los ejercicios presentados es adaptado a su nivel de conocimiento actual.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVO	3
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	4
2.2 ANÁLISIS DE REQUISITOS	5
3. DESCRIPCIÓN INFORMÁTICA	8
3.1 HERRAMIENTAS SOFTWARE UTILIZADAS	9
3.2 BASE DE DATOS	12
3.3 IMPLEMENTACIÓN	20
3.4 TEST ADAPTATIVOS	32
3.5 INTERFAZ GRÁFICA DEL SISTEMA	38
4. CONCLUSIÓN	50
5. BILIOGRAFÍA	51



ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1: Criterios de actualización de niveles para tests generales.....	35
Tabla 2: Ejemplo de actualización de niveles para tests generales	36
Tabla 3: Criterios de actualización de niveles para tests específicos.....	36
Tabla 4: Ejemplo de actualización de niveles para tests específicos	37
Figura 1: Esquema de funcionamiento del sistema.....	7
Figura 2: Arquitectura del sistema.....	8
Figura 3: Esquema relacional de la base de datos	19
Figura 4: Diagrama del esquema del manual	24
Figura 5: Esquema de funcionamiento del módulo Test.....	32
Figura 6: Diseño genérico de la páginas del sistema	39
Figura 7: Modificación del diseño de la página al iniciar sesión.....	40
Figura 8: Formulario de registro	40
Figura 9: Página de elección del tipo de test a realizar	41
Figura 10: Ejemplo de pregunta de test	42
Figura 11: Ejemplo de una pregunta del test corregida	42
Figura 12: Ejemplo de las estadísticas generadas para un alumno	43
Figura 13: Listado de los temas del manual	44
Figura 14: Esquema de tema con enlaces a los distintos subtemas y apartados	45
Figura 15: Ejemplo de un subtema del manual.....	45
Figura 16: Página de selección de foros	46
Figura 17: Listado de temas de un foro.....	46
Figura 18: Contenido de un tema de discusión y sus respuestas.....	47
Figura 19: Formulario de un tema nuevo de discusión	47
Figura 20: Formulario de respuesta	47
Figura 21: Diseño genérico del módulo administración	48
Figura 22: Detalle del foro con botón “Borrar”	49
Figura 23: Detalle de un subtema con las funciones de administración	49
Figura 24: Detalle de la previsualización de una pregunta	49



1.- INTRODUCCIÓN

Internet es un lugar en el cual se dan interacciones que combinan y entrecruzan las actividades de indagación, comunicación, construcción y expresión.

En el ámbito educativo, Internet ofrece ventajas respecto a la educación tradicional que hace que éste sea un medio muy atractivo. Internet permite a los usuarios acceder a una gran cantidad de información en cualquier momento y lugar. Esto hace posible que los usuarios complementen su formación de una forma flexible.

El plan para el desarrollo de unidades de enseñanza que estarán disponibles a través de Internet es semejante a los planes que realiza el profesorado en la enseñanza presencial. En primer lugar, hay que definir los objetivos que se pretenden alcanzar teniendo en cuenta qué conocimientos previos deben tener los alumnos, decidir qué información se les va a presentar y la estructuración de la misma. Después, el profesor deberá realizar los contenidos de cada una de las unidades didácticas o localizar la información que desea presentar en la red.

Sin embargo, debido al gran número de usuarios que utiliza Internet como fuente de información, los contenidos presentados en una misma página pueden resultar difíciles para algunos estudiantes y triviales para otros dependiendo de diversos factores como el nivel de conocimiento de cada estudiante. Este hecho puede acarrear consecuencias no deseables como el aburrimiento de alumnos con niveles altos de conocimiento o el desconcierto y la frustración en los alumnos menos aventajados. Por esto, es conveniente adaptar la información presentada al nivel de conocimiento del estudiante. Si los contenidos de las páginas son adaptados, los estudiantes podrán comprender más rápidamente los conceptos y avanzar más en su proceso de aprendizaje.

Esta labor es la que realizan los sistemas hipermedia adaptativos, cuyo objetivo es adaptar la información presentada al estudiante para agilizar el proceso de aprendizaje. Algunos de estos sistemas hipermedia adaptativos y educativos son AHA! [9] y ELM-ART II [10].

Actualmente, existen aplicaciones en Internet que ofrecen la enseñanza del Permiso de Conducción. Estas aplicaciones sólo ofrecen a los alumnos la realización de tests estáticos sin



ningún tipo de adaptación. La idea de ayudar al alumno en su aprendizaje generando los tests dinámicamente en base a sus conocimientos es nueva dentro de este contexto. Gracias a la implantación de este proyecto en Internet, se conseguirá una nueva herramienta de enseñanza para los usuarios de la web que estén realizando el estudio de esta materia.

Este documento se estructura en las siguientes secciones:

- En el capítulo segundo se explicará el objetivo del proyecto y la descripción del problema junto con el análisis de requisitos del sistema desarrollado.
- En el capítulo tercero se especificará la descripción informática del sistema implementado: herramientas software utilizadas, especificación de la base de datos, módulos que contiene el sistema, cómo se realiza la generación dinámica de test adaptativos y aspectos relacionados con la interfaz gráfica del sistema.
- Por último se expondrán las conclusiones extraídas del proyecto realizado.



2. OBJETIVO

El objetivo principal de este Proyecto Fin de Carrera es el desarrollo de un sistema adaptativo de enseñanza on-line que permita a un alumno realizar el estudio necesario para superar el examen teórico del permiso de conducción. El sistema deberá adaptar el nivel de dificultad de los ejercicios de los tests presentados al alumno teniendo en cuenta su nivel de conocimientos actual.



2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El proyecto desarrollado consiste en el diseño e implementación de un sistema de enseñanza a través de Internet para autoescuelas. El sistema debe permitir realizar el estudio de la materia para la obtención del permiso de conducción. Los usuarios de este sistema serán de tres tipos: usuario no registrado, alumnos y personal de la autoescuela.

Los usuarios no registrados tendrán acceso a la página de inicio del sistema y podrán leer los mensajes escritos en los foros.

Los alumnos dispondrán siempre de un manual de consulta on-line. Además, podrán realizar ejercicios tipo test generales o de un tema específico cuyo nivel de dificultad deberá ser adaptado a su nivel de conocimiento actual. Cuando el alumno realice un test, el sistema le deberá mostrar los resultados obtenidos. Por último, el sistema permitirá acceder a los alumnos a los foros en los que podrán exponer sus dudas o contestar a los mensajes escritos por otros compañeros.

En todo momento, el alumno deberá tener acceso a los datos de los tests realizados así como a gráficas que le indiquen su evolución en el estudio de la materia.

El personal de la autoescuela deberá disponer de las herramientas necesarias para realizar de una manera sencilla la administración del sistema. Las acciones que podrán realizar a través del sistema serán: i) inserción, actualización y borrado de contenidos del manual de consulta, ii) inserción, actualización y borrado de ejercicios tipo tests y iii) borrado de mensajes y respuestas de los foros del sistema.

Además, el sistema debe ser fácil de utilizar tanto para los alumnos como para el personal de la autoescuela y debe poder instalarse en diferentes plataformas.



2.2 ANÁLISIS DE REQUISITOS

En este apartado se detallan los requisitos (funcionales y no funcionales) que tiene que tener el sistema desarrollado en este proyecto.

Los requisitos funcionales están clasificados dependiendo del tipo de usuario que interactúe con el sistema (usuario no registrado, alumnos, administradores). A continuación se detallan los requisitos funcionales del sistema teniendo en cuenta su esquema de funcionalidad (ver figura 1):

- **Generales:**

- ✓ **RF.01 Compatibilidad:** Los contenidos del sistema podrán visualizarse independientemente del navegador web utilizado por el usuario y de la resolución de la pantalla.
- ✓ **RF.02 Registro:** Un usuario podrá registrarse en el sistema en todo momento.

- **Alumno:**

- ✓ **RF.03 Sesión:** Una vez que el alumno se registre en el sistema, se guardarán los datos de sus interacciones.
- ✓ **RF.04 Estructuración del Manual:** El contenido del manual estará estructurado en temas para facilitar al alumno la búsqueda de un determinado concepto.
- ✓ **RF.05 Consulta del Manual:** En todo momento, el sistema ofrecerá al alumno la posibilidad de consultar el contenido del manual de enseñanza.
- ✓ **RF.06 Generación de Tests:** El sistema contará con un módulo que permita realizar al alumno tests adaptados a su nivel de conocimiento actual. Estos tests serán generados dinámicamente. El alumno podrá realizar tests de un tema determinado o tests generales al estilo de los de la Dirección General de Tráfico (DGT).
- ✓ **RF.07 Corrección de Tests:** El sistema corregirá cada uno de los tests realizados por los alumnos y les mostrará los resultados obtenidos en cada uno de ellos. Además actualizará el nivel de conocimiento de los alumnos en cada uno de los temas y guardará los datos.



- ✓ **RF.08 Visualización de Tests:** Se permitirá al alumno acceder a los resultados obtenidos en todos los tests realizados.
- ✓ **RF.09 Estadísticas:** El sistema contará con un módulo que permitirá al alumno consultar su nivel de conocimiento en cada uno de los temas y ver su evolución en el estudio de la materia.
- ✓ **RF.10 Foros:** El sistema contará con foros a través de los cuales el alumno se podrá comunicar con el resto de usuarios registrados, resolviendo dudas o contestando a mensajes escritos en los mismos.

- **Administrador:**
 - ✓ **RF.11 Administración del Manual:** El sistema ayudará a los administradores en las labores de inserción, modificación y borrado de contenidos del manual de enseñanza del sistema.
 - ✓ **RF.12 Administración de Test:** El sistema facilitará al personal de la autoescuela la inserción de nuevas preguntas de test, la modificación y el borrado de las mismas.
 - ✓ **RF.13 Administración de Foros:** Los administradores podrán borrar mensajes y respuestas de los foros de una manera sencilla.
 - ✓ **RF.14 Acceso a Módulos de Alumnos:** El sistema permitirá que los administradores puedan acceder a las mismas páginas que los alumnos.

A continuación se describen los requisitos no funcionales que debe tener el sistema. Estos requisitos definen cualidades globales o atributos del sistema global.

- **RNF.01 Usabilidad:** El sistema deberá tener una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar tanto para los alumnos como para el personal de administración de las autoescuelas.
- **RNF.02 Portabilidad:** El sistema deberá ser portable a diferentes plataformas.
- **RNF.03 Eficiencia:** El sistema deberá reducir al máximo el tiempo de presentación de la información en el navegador web del usuario.

- **RNF.04 Audiencia:** Se debe tener claro que la audiencia principal serán alumnos de una autoescuela, que conocen el funcionamiento del examen teórico de la DGT.

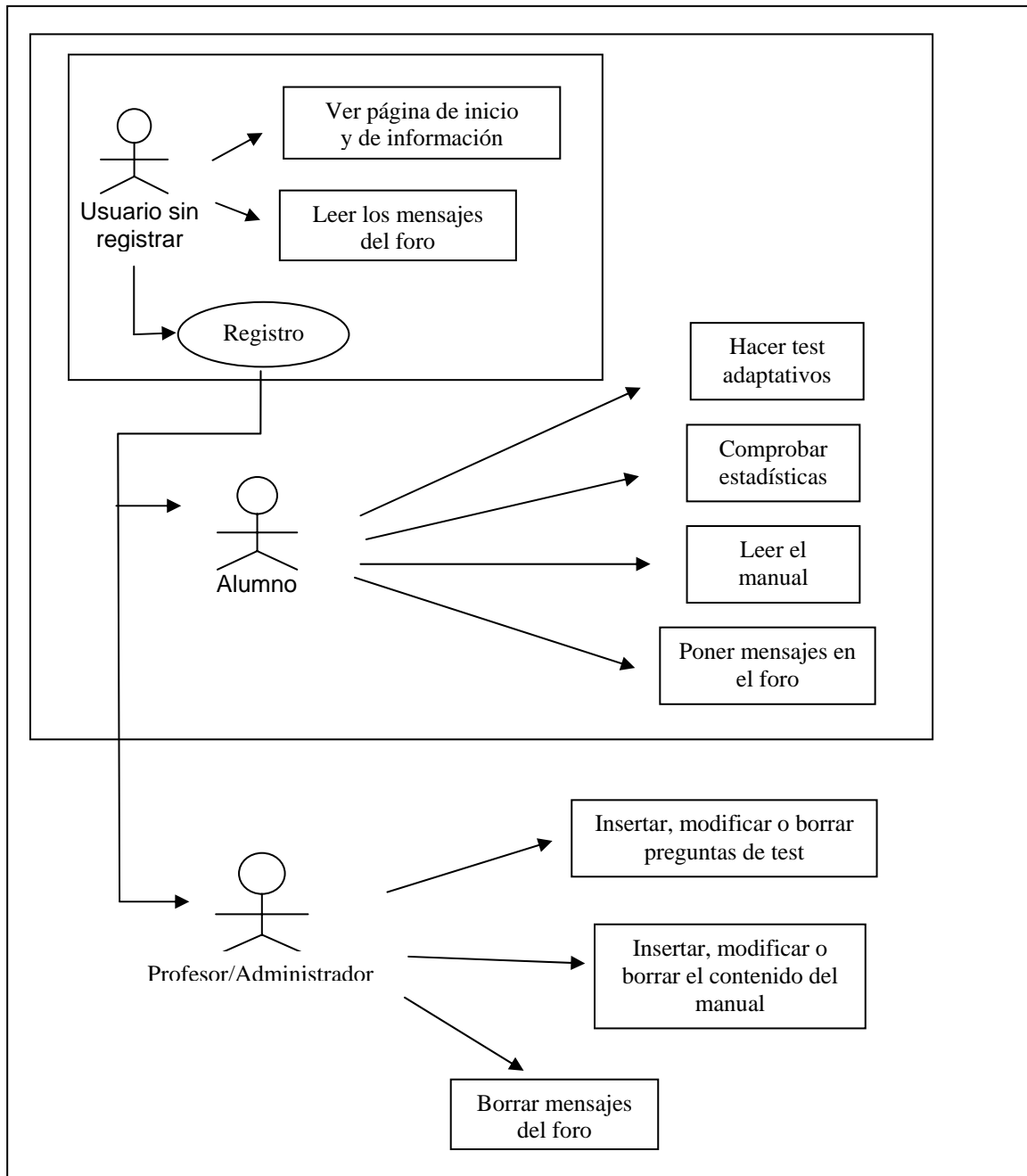


Figura 1: Esquema de funcionamiento del sistema

3.- DESCRIPCIÓN INFORMÁTICA

El desarrollo del sistema se ha dividido en tres partes para el estudio diferenciado de cada uno de los componentes de la arquitectura del sistema (ver figura 2). Esta arquitectura sigue el modelo clásico de tres capas:

- Capa de Datos: almacenamiento de los datos del sistema.
- Capa de Lógica del Negocio: funcionalidad del sistema.
- Capa de Presentación: interfaz gráfica del sistema.

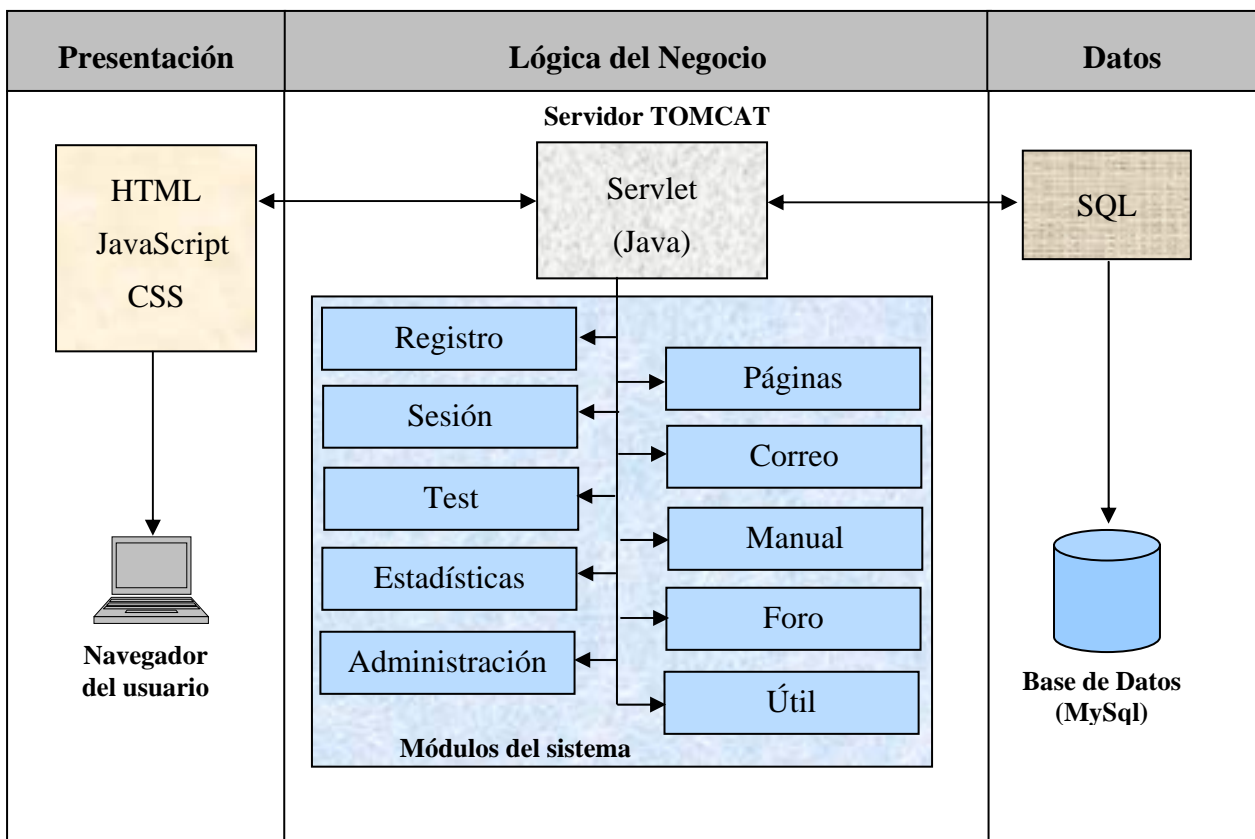


Figura 2: Arquitectura del sistema

En los siguientes apartados se explica qué herramientas software se han utilizado, el esquema de la base de datos, qué módulos contiene el sistema, cómo se realiza la adaptación de los tests presentados a los alumnos y cuál es la interfaz gráfica del sistema.



3.1 HERRAMIENTAS SOFTWARE UTILIZADAS

Para el desarrollo del sistema se ha tenido en cuenta las principales características que debía tener: portabilidad, bajo coste y alto rendimiento. Teniendo en cuenta estos aspectos se ha elegido utilizar:

- Tecnología J2EE [1].
- Servidor web Tomcat [2].
- Base de datos MySql [3].

La utilización de tecnología Java permite que el sistema pueda integrarse independientemente del sistema operativo. Esto facilita que el cliente final (una autoescuela) decida qué plataforma le conviene utilizar.

Las herramientas utilizadas son *software libre* que permite la utilización del producto bajo licencias gratuitas, por lo que el coste de adquisición es nulo.

El rendimiento del sistema es alto puesto que consume pocos recursos, los tiempos de respuesta son adecuados y es de una gran estabilidad.

Además de las herramientas anteriores, se han utilizado otras para el diseño gráfico y la modificación de documentos (Photoshop, Macromedia Dreamweaver), para la codificación de la aplicación (TextPad) y para el trabajo con la base de datos MySQL desde una interfaz gráfica (MySql Administrador, MySql Control Center, Splyog).

J2EE: SERVLETS

J2EE (*Java 2 Platform, Enterprise Edition*) es un conjunto de estándares y especificaciones para el desarrollo de aplicaciones de servidor en lenguaje Java.

Los Servlets son la respuesta de la tecnología Java a la programación CGI. Son programas que se ejecutan en un servidor web, pueden construir páginas dinámicamente y proporcionan un servicio específico. Por ejemplo, un servlet podría proporcionar a un cliente de un banco los detalles de sus depósitos y reintegros recientes.



Para utilizar servlets, normalmente se requiere la configuración de un servidor de aplicaciones. Cuando el servidor encuentra un tipo particular de solicitud, invoca a un determinado servlet pasándole los detalles de la solicitud y un objeto para almacenar el resultado de la petición.

Todos los servlets implementan el interface `javax.servlet.Servlet` que incluye métodos para inicializar el servlet, procesar solicitudes y destruir los recursos utilizados cuando el servlet se elimine de memoria.

TOMCAT

Tomcat es un contenedor de Servlets con un entorno JSP. Un contenedor de Servlets es un shell de ejecución que maneja e invoca servlets por cuenta del usuario. Tomcat puede utilizarse como un contenedor solitario (principalmente para desarrollo y depuración) o como plugin para un servidor web existente como puede ser Apache ó IIS.

Para integrar el sistema propuesto en este proyecto con Tomcat, es necesario copiar el directorio raíz del sistema (contiene el fichero `web.xml` y sus subdirectorios) al subdirectorio `webapps/ROOT/` de la instalación de Tomcat. En el subdirectorio `webapps/ROOT/WEB-INF/classes`, Tomcat buscará las clases del sistema.

Si se utilizan APIs para añadir funcionalidad al servidor, éstas deben instalarse en el subdirectorio `webapps/ROOT/WEB-INF/lib` con el formato `.jar`. Para este proyecto se han utilizado las siguientes:

- **JavaMail [4]:** El API JavaMail es un paquete para leer, componer y enviar mensajes electrónicos. Esta API servirá para enviar correos de texto por medio del protocolo SMTP (*Simple Mail Transport Protocol*), siendo éste el protocolo más usado en Internet.
- **JFreeChart [5]:** Esta API de Java, introducida en el JDK 1.2, proporciona gráficos avanzados en dos y tres dimensiones, texto y facilidades para el manejo de imágenes a través de la extensión de AWT.



- **FileUpload [6]:** Permite enviar ficheros a los servlets. Esta API analiza peticiones HTTP que utilicen método POST y tipo de contenido "multipart/form-data" (RFC 1867).

MYSQL

MySQL es uno de los servidores de bases de datos relacionales más populares actualmente. Una de las razones para el rápido crecimiento de la popularidad de MySQL, es que se trata de un producto Open Source. El servidor de bases de datos MySQL es rápido, seguro y fácil de utilizar.

El software de bases de datos MySQL consiste en un sistema cliente / servidor que se compone de un servidor SQL multihilo, varios programas clientes y bibliotecas, herramientas administrativas y una gran variedad de interfaces de programación (APIs).

Para el desarrollo de este proyecto se ha utilizado la API MySQL Connector / J, que proporciona una interfaz de alto nivel para convertir llamadas JDBC al protocolo que utiliza la base de datos MySQL.



3.2 BASE DE DATOS

Para diseñar la base de datos se ha estudiado qué contenidos debían ser almacenados y qué características tenían cada uno de ellos. Tras este análisis se llegó a la siguiente separación en grupos:

- Usuarios: información necesaria para la correcta gestión de los datos de los usuarios existentes en el sistema y el funcionamiento del registro de nuevos usuarios.
- Tests: información necesaria para poder crear los tests adaptativos y guardar la información relacionada una vez que son realizados por los alumnos.
- Manual: información necesaria para poder mostrar el material de consulta del código de circulación que necesita el alumno para un estudio correcto de la materia.
- Foro: información necesaria para poder componer los foros: datos de los distintos foros, temas de discusión de cada foro y respuestas a cada uno de los temas de discusión.

Aunque las características de cada uno de estos módulos están claramente diferenciadas, hay que tener en cuenta que habrá interacciones entre la información guardada de cada uno de ellos.

A continuación, se especifica cada una de las tablas relacionadas con estos grupos y los campos que tienen cada una de ellas.

Usuarios

Para el correcto funcionamiento del sistema, es necesario almacenar la información relacionada con cada uno de los usuarios. El sistema debe poder guardar y rescatar información asociada a cada usuario en cualquier momento. Para poder llevar este control sobre cada usuario, se han utilizado sesiones. Cada usuario se validará en el sistema mediante un nombre de usuario y una contraseña. Automáticamente se creará una sesión para ese



usuario. Toda la información relativa a los usuarios registrados se almacena en la tabla *USUARIO*, que tiene los siguientes campos:

- ***id_usuario***: Identificador único de usuario generado automáticamente por el sistema.
- ***nombre, apellidos, ciudad, código, país, DNI***: Datos personales del usuario que accede al sistema. Estos campos pueden variar en función de la información que las autoescuelas quieran guardar de los usuarios.
- ***email***: Dirección de correo electrónico del usuario. Será única para cada usuario.
- ***tipo***: Almacena el tipo de usuario que inicia la sesión: alumno, profesor o administrador.
- ***fecha_alta***: Fecha de alta de un usuario en el sistema.
- ***login***: Nombre de usuario único que se utilizará para iniciar sesión en el sistema.
- ***clave***: Contraseña que utilizará el usuario para iniciar sesión.

Cuando un usuario se registra, recibe un correo electrónico en el que vendrán las instrucciones para terminar el registro en el sistema. Los datos enviados por el usuario antes de confirmar su registro son almacenados en otra tabla llamada *USUARIOS_SIN_CONFIRMAR*. Esta tabla contiene los mismos campos que la tabla *USUARIO*, además de un nuevo valor *id_sesión* que se utilizará para poder confirmar la cuenta del usuario. Cuando el usuario termine el registro, el sistema pasará los datos almacenados en la tabla *USUARIOS_SIN_CONFIRMAR* a la tabla *USUARIO*. El motivo de tener dos tablas con los mismos campos es que la información de los usuarios registrados estará almacenada en una tabla y la de posibles usuarios en otra, de tal manera que se puedan realizar de una manera sencilla labores de mantenimiento (borrado de información innecesaria).

Tests

Para que el sistema pueda generar dinámicamente tests similares a los de la Dirección General de Tráfico, se necesita guardar información sobre las preguntas que van a componer este tipo de tests (enunciado, opciones de respuesta, respuesta correcta, conceptos asociados al



ejercicio, nivel de conocimiento al que pertenece la pregunta, etc). Esta información se guarda en la tabla *TEST_PREGUNTA* que contiene los siguientes campos:

- ***id_pregunta***: Código único de cada pregunta. Es la clave principal con la que se identifica cada una de las preguntas dentro de un test.
- ***id_tema***: Tema del manual de enseñanza al que pertenece la pregunta.
- ***id_apartado***: Código que relaciona la pregunta con un contenido concreto del tema al que pertenece (subtema o apartado).
- ***nivel***: Nivel de dificultad que tiene la pregunta. Este nivel puede ser bajo, medio o alto.
- ***enunciado***: Enunciado de la pregunta.
- ***opcion_a, opcion_b, opcion_c***: Posibles respuestas a la pregunta. El campo *opcion_c* es opcional.
- ***opcion_correcta***: Respuesta correcta a la pregunta.
- ***foto***: Nombre del archivo asociado que debe mostrarse como imagen en la pregunta. Este campo es opcional.
- ***contador***: Este campo es un contador que utiliza el sistema para no repetir frecuentemente las mismas preguntas dentro de los tests.

Para adaptar el nivel de dificultad de las preguntas de los tests al nivel de conocimiento de cada alumno, el sistema necesita almacenar los resultados obtenidos de cada uno de los tests realizados y su nivel de conocimiento actual. Esto da lugar a dos tablas llamadas *TEST_NIVEL_ALUMNO* y *TEST_TEST*.

La tabla *TEST_NIVEL_ALUMNO* contiene datos que relacionan a cada alumno con su nivel de conocimiento actual en los distintos temas que componen el manual de enseñanza del sistema. Tiene los siguientes campos:

- ***id_usuario***: Clave que nos indica a qué alumno pertenecen los datos del registro en el que nos encontramos.
- ***nivel_temas***: En este campo se almacenan los distintos niveles de conocimiento que tiene el alumno en cada uno de los temas del manual.
- ***preguntas_hechas***: Preguntas realizadas por el estudiante en cada uno de los temas del manual.



- ***preguntas_acertadas***: Número de preguntas acertadas por el estudiante en cada uno de los temas.

Estos dos últimos campos sirven para actualizar el nivel de conocimiento de cada alumno en función de los tests que va realizando y los resultados obtenidos en los mismos. Cuando se realice la actualización del nivel del estudiante en un determinado tema, el contador correspondiente de ese tema se pondrá a cero.

La tabla *TEST_TEST* guarda la información sobre los resultados de cada uno de los tests realizados. Contiene los siguientes campos:

- ***id_test***: Clave principal que almacena el identificador del test.
- ***id_usuario***: Código que identifica a qué alumno pertenece el test realizado.
- ***tipo***: Indica el tipo del test realizado (general como los de la DGT ó específico de un tema determinado del manual).
- ***nivel***: Indica el nivel del test realizado (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto).
- ***fecha***: Fecha de realización del test.
- ***num_acertadas***: Número de aciertos en el test.
- ***num_falladas***: Número de fallos en el test.
- ***ids_preguntas***: Identificadores de las preguntas que componen el test realizado.
- ***ids_temas_preguntas***: Identificadores de los temas a los que pertenece cada una de las preguntas del test.
- ***respuestas_correctas***: Respuestas correctas a cada una de las preguntas del test.
- ***respuestas_alumno***: Respuestas que ha dado el alumno en cada una de las preguntas del test.
- ***terminado***: Campo que indica si el test está terminado o si el alumno todavía lo está realizando.

En algunos campos de determinadas tablas de la base de datos de este proyecto, se ha utilizado valores separados por comas para ahorrar espacio y tener una mayor eficiencia a la hora de recuperar la información.



Manual

Para poder crear un libro electrónico de consulta, se necesita guardar todo el contenido del manual de enseñanza del sistema de una manera estructurada. El manual se divide en unidades didácticas (temas). Cada tema del manual está formado por varios subtemas que a su vez pueden contener diferentes apartados. En base a esto, se han definido las tablas que guardan información sobre el manual de enseñanza del sistema.

La tabla *MANUAL_TEMA* contiene la información del esquema de los temas del manual y está formada por los siguientes campos:

- *id_tema*: Identificador del tema.
- *nombre_tema*: Nombre del tema.
- *num_subtemas*: Número de subtemas en el que se encuentra dividido el tema.
- *descripcion_tema*: Breve descripción del contenido del tema.

La tabla *MANUAL_SUBTEMA* guarda información sobre los subtemas y sus posibles apartados. Se compone de los siguientes campos:

- *id_subtema*: Identificador del subtema.
- *id_tema*: Código que identifica a qué tema pertenece este subtema.
- *nombre_subtema*: Nombre del subtema.
- *id_dentro_tema*: Posición que ocupa dentro del tema.
- *num_apartados*: Número de apartados en que se descompone el subtema. Si el subtema no contiene apartados, este número es cero.
- *contenido_subtema*: Texto del subtema.

La última tabla relacionada con el manual es *MANUAL_APARTADO* y tiene campos análogos a los descritos en la anterior (*MANUAL_SUBTEMA*): *id_apartado*, *nombre_apartado*, *id_tema*, *id_subtema*, *contenido_apartado* e *id_dentro_subtema*. Además contiene un campo llamado *num_articulo* que guarda el número del artículo dentro del Código de Circulación de la DGT.



Foros

El diseño de los foros se ha realizado basándose en las características de otros foros disponibles a través de Internet. Dentro del sistema, los foros se encuentran clasificados en distintas categorías. Cada foro puede contener distintos temas de discusión a los que los demás usuarios pueden responder. Teniendo en cuenta estas características se han creado las distintas tablas que guardan la información relacionada con los foros.

La tabla *FORO_CATEGORÍA* guarda las distintas categorías en que se pueden clasificar los foros del sistema. Los campos que tiene son:

- ***id_categoria***: Código que identifica cada una de las categorías.
- ***nombre_categoria***: Nombre de la categoría.
- ***descripcion_categoria***: Breve descripción del tipo de foros que están clasificados dentro de esta categoría.
- ***num_foros***: Número de foros del sistema que pertenecen a esta categoría.

Para poder almacenar la información general de cada foro se ha creado la tabla *FORO_FORO*. Esta tabla tiene campos análogos (*id_foro*, *nombre_foro*, *descripcion_foro*, *num_temas*) a los que contiene la tabla anterior junto con un campo llamado *id_categoria* que indica a qué categoría pertenece el foro.

Dentro de cada foro puede haber dos tipos de mensajes: los temas de discusión que comienzan un diálogo y las respuestas que se escriben en relación a estos temas. Los distintos temas de discusión son almacenados en la tabla *FORO_TEMA* que tiene los siguientes campos:

- ***id_tema_foro***: Código que identifica al tema.
- ***id_foro***: Código del foro al que pertenece el tema.
- ***id_usuario***: Código del usuario que ha abierto el tema de discusión.
- ***asunto_tema***: Título del tema.
- ***num_respuestas***: Número de respuestas que tiene este tema en el foro.
- ***id_ultima_respuesta***: Código de la última respuesta escrita.
- ***fecha_tema***: Fecha de publicación del tema.
- ***fecha_ultima_respuesta***: Fecha en la que se escribió la última respuesta.
- ***contenido_tema***: Texto del tema de discusión.



Una vez abierto un tema de discusión, cualquier usuario registrado puede escribir una respuesta para opinar sobre el tema del que se está hablando en los mensajes. Esta información se guarda en la tabla FORO_RESPUESTA, que tiene los siguientes campos:

- *id_respuesta*: Código que identifica la respuesta.
- *id_tema*: Código del tema de discusión al que pertenece la respuesta.
- *id_foro*: Código del foro al que pertenece la respuesta.
- *id_usuario*: Código del usuario que escribió la respuesta
- *fecha_respuesta*: Fecha en la que se publicó la respuesta.
- *contenido_respuesta*: Texto de la respuesta.

Una vez descritos los campos de cada tabla y la información que guarda cada una de ellas, podemos observar en el esquema relacional presentado en la figura 3 las relaciones entre las distintas tablas.

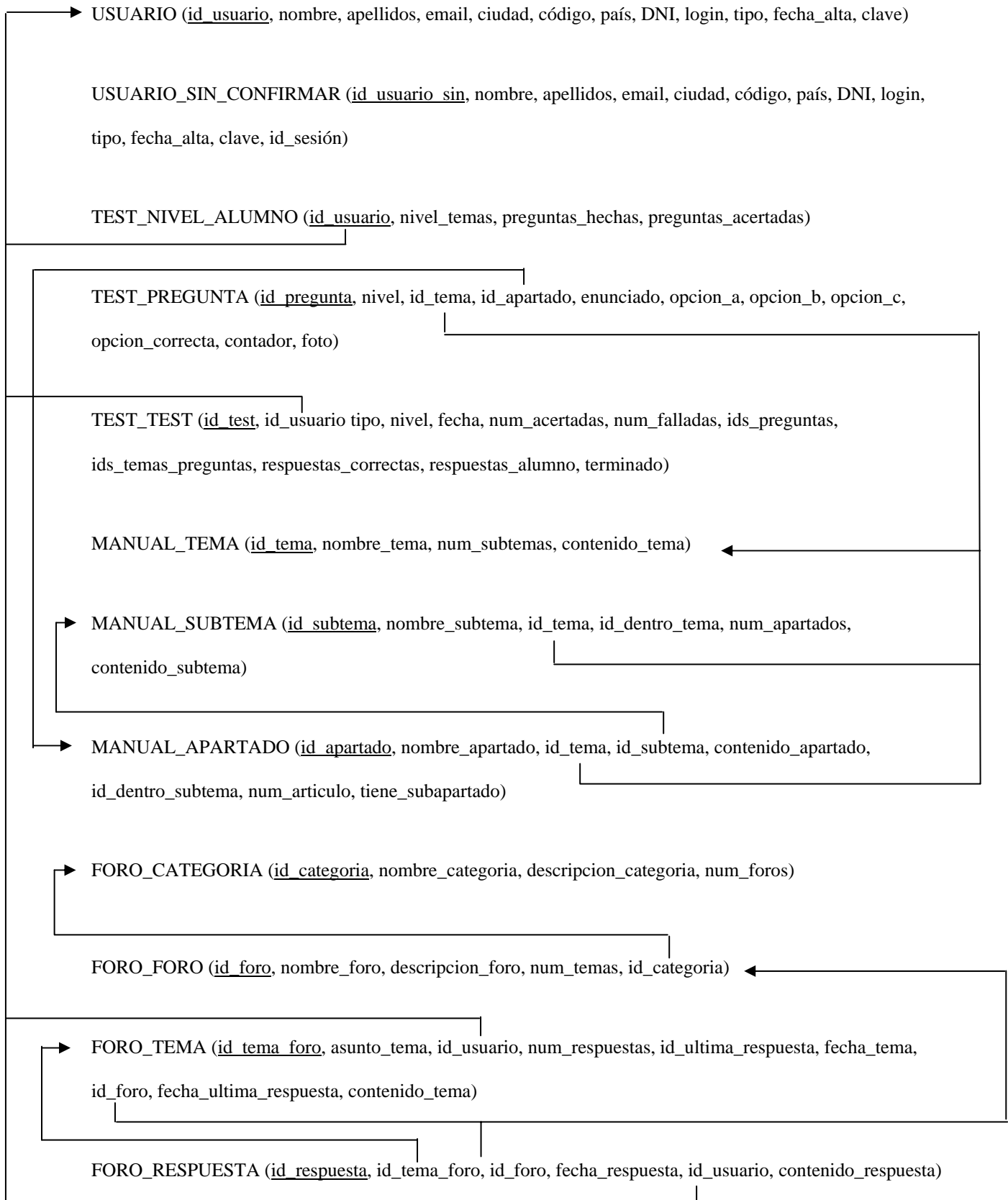


Figura 3. Esquema relacional de la base de datos



3.3 IMPLEMENTACIÓN

A la hora de realizar la implementación del sistema, se han aplicado los modelos obtenidos en la fase de diseño (ver figura 2) a una arquitectura de servidor web basado en la tecnología J2EE, usando para ello los conocimientos de programación aplicados al lenguaje Java. La parte correspondiente a la estructura de archivos que requiere el servidor, las librerías genéricas y la estructura de los servlets se encuentran explicadas dentro del apartado 3.1 que describe las herramientas software utilizadas en el proyecto.

A continuación se explicará el funcionamiento general de cada uno de los módulos en que se estructura el sistema. Estos módulos están divididos en carpetas dentro de la estructura del servidor. Cada uno contiene dentro los subprogramas que le otorgan la funcionalidad necesaria para desempeñar su labor. A la hora de realizar una petición URL, el sistema indicará a qué módulo va dirigida la petición para poder atenderla. Los módulos son los siguientes:

- Páginas: Su misión es la de presentar páginas web estáticas que se encuentran almacenadas en el servidor dentro de archivos de texto.
- Sesión: Se encarga de validar el inicio de las sesiones de los usuarios.
- Registro: Gestiona el registro de un nuevo usuario.
- Correo: Crea y manda los correos electrónicos necesarios para la validación automática de la cuenta creada en el sistema a un nuevo usuario.
- Manual: Gestiona y muestra el manual de enseñanza del sistema.
- Test: Crea dinámicamente los tests adaptándolos al nivel de conocimiento actual de cada alumno. Además es el responsable de la corrección automática de los tests y de la actualización de la información que se guarda en la base de datos.
- Estadísticas: Crea y muestra las estadísticas de cada alumno.
- Foros: Gestiona los foros y los mensajes que se escriben en cada uno de ellos.
- Útil: Módulo que contiene pequeñas aplicaciones de ayuda a la programación.
- Administración: Facilita las labores de administración del sistema en la parte de tests, manual y foros.

Cada uno de los módulos tiene una funcionalidad específica, aunque existen interacciones entre módulos para poder realizar determinados procesos. Por ejemplo, cuando



un alumno se quiere dar de alta en el sistema el módulo encargado de ello (Registro) se comunica con el módulo Correo para terminar correctamente el registro del nuevo usuario.

Los módulos que muestran información por pantalla harán uso del subprograma *CrearPagina* del módulo Útil, creando así la parte principal de la interfaz genérica de las páginas que se muestran al usuario. Por tanto, cada vez que se diga que un módulo muestra información por pantalla, se realizará la llamada a este subprograma.

A continuación se explica con detalle la misión de cada uno de los módulos que componen el sistema, a excepción del módulo Test que se estudiará en una sección aparte (3.4) al final de la descripción de todos los módulos, ya que es un módulo complejo y es la parte más importante del sistema desarrollado.

Página

La función de este módulo es la mostrar las páginas web en las que el contenido principal es estático. Este módulo recibe peticiones que contienen como parámetro el nombre de un archivo de texto que contiene la información de la página a mostrar. Cuando recibe una petición, lee el archivo correspondiente al nombre que le envían como parámetro y devuelve la página HTML asociada a este archivo, integrándola dentro de la interfaz genérica que tienen todas las páginas web del sistema.

Sesión

El seguimiento de sesión es un mecanismo que los servlets utilizan para mantener el estado de las distintas peticiones de un mismo usuario durante algún periodo de tiempo. La duración de la sesión es un parámetro dentro de la configuración del servidor.

Este módulo es el encargado de autenticar a los usuarios cuando inician una sesión en el sistema o de caducar una sesión activa cuando el usuario sale del sistema. Para conservar la información y los permisos de usuario durante toda su sesión se hace uso de una interfaz de alto nivel construida sobre las cookies y la reescritura de URLs. Se usan cookies si el



navegador las soporta, pero automáticamente se convierten a reescritura de URL cuando las cookies no son soportadas o están desactivadas.

Cuando recibe una petición en la que le llegan como parámetros el nombre y la contraseña del usuario que está intentando iniciar una sesión, busca en la base de datos si el usuario existe (caso de usuarios registrados). Si hay algún usuario con esos datos introduce los valores adecuados para los permisos de ese usuario dentro de su sesión en el servidor. En caso de que no se encuentre un usuario en la base de datos, le muestra un mensaje por pantalla con las diferentes alternativas que puede tomar: registrarse si no es un usuario registrado o si se le ha olvidado la contraseña puede pedir que se le envíe por correo electrónico.

Si lo que recibe este módulo es una petición de cierre de la sesión, lo que hace es cambiar los valores que otorgan los permisos denegándole el acceso a las zonas restringidas.

Los usuarios pueden iniciar sesión desde un formulario que se encuentra en todas las páginas y forma parte de la interfaz gráfica genérica del sistema. Una vez que se inicia la sesión, este formulario se sustituye por un botón de desconexión que permitirá finalizar la sesión activa.

Una vez concluida la operación (inicio o finalización de sesión), el módulo se encarga de redireccionar al usuario a la página en la que se produjo la petición.

Registro

La misión de este módulo es la de registrar nuevos alumnos en el sistema. Para ello, el alumno debe rellenar correctamente un formulario y completar el registro validándolo a través del correo electrónico. Tener una dirección de correo válida nos permitirá la gestión de determinados servicios a través del correo electrónico. Por ejemplo, si el alumno está registrado ya en el sistema pero olvidó su clave, este módulo se encarga de interactuar con el de correo para enviar a la dirección de correo electrónico del alumno su contraseña en el sistema. Este módulo se compone de varios subprogramas que realizan diferentes tareas.

El subprograma principal es *AgregarAlumno* que se encarga de insertar una entrada en la tabla *USUARIOS_SIN_CONFIRMAR* para registrar a un nuevo alumno. Primero muestra



por pantalla el formulario con los datos necesarios para dar de alta a un nuevo alumno. Cuando el alumno envía el formulario al servidor, el sistema comprueba que tanto el nombre de usuario elegido como la dirección de correo electrónico no estén registrados en el sistema. Si ya hubiese un alumno con estos datos se vuelve a mostrar el formulario con los datos facilitados anteriormente excepto la contraseña, que se debe volver a escribir por motivos de seguridad. Además indica al alumno qué dato no es correcto y se le pide que introduzca otro alternativo. Si los datos son correctos, se insertan en la base de datos, se crea el texto que se enviará en el correo para confirmar la nueva cuenta creada en el sistema y se envía haciendo uso del módulo de *Correo*.

Una vez hecho esto, el sistema llama a un subprograma llamado *PaginasRegistro* que se encarga de mostrar un texto informando al usuario que se le ha mandado un correo de confirmación del registro a su cuenta. Esta redirección se realiza para evitar posibles errores en el registro de los alumnos debidos, por ejemplo, a la utilización del botón actualizar del navegador web.

El correo de confirmación que el sistema envía a los nuevos alumnos, sirve para completar el proceso de alta del nuevo usuario. Por tanto, es necesario que el usuario suministre una dirección de correo electrónico válida. En el correo de confirmación del registro, se informa al alumno que debe pulsar sobre un enlace para terminar el registro. Este enlace llama al subprograma *ConfirmarUsuario* con un parámetro que será el identificador de la sesión con que se registró y que estará guardado en la base de datos. Este subprograma selecciona de la tabla *USUARIOS_SIN_CONFIRMAR* el registro con el valor pasado como parámetro, lo borra e inserta la información en la tabla *USUARIOS*, dando así por concluido el registro del nuevo usuario.

Además, este módulo contiene funciones auxiliares:

- *CorreoConfirmar* permite a un usuario solicitar que se le vuelva a mandar el correo de confirmación de registro, por si ha habido algún problema en anteriores envíos. Para ello muestra un formulario en el que se pide su nombre de usuario y su dirección de correo. Si estos datos son correctos y se encuentran en la base de datos en la tabla *USUARIOS_SIN_CONFIRMAR*, se vuelve a mandar el correo de confirmación de registro. Si el usuario ya hubiera completado su registro, se le

notifica que ya puede iniciar sesión con ese usuario. Para mandar el correo hará uso del módulo *Correo*.

- Si un usuario intenta iniciar sesión y los datos que proporciona no coinciden con ningún registro de la base de datos, se le informa de ello y se le da la opción de recordarle su contraseña por si la hubiese olvidado. El subprograma *Contrasenia* manda a la dirección de correo del usuario la contraseña que usó en el registro. Primero muestra el formulario pidiendo el nombre de usuario y la dirección de correo del registro. Si los datos son correctos y se encuentran en la base de datos, recupera la contraseña y la manda al correo electrónico del usuario. Para mandar el correo hará uso del módulo *Correo*.

Correo

Este módulo sirve para crear y mandar correos electrónicos con el formato adecuado para que los reconozcan los servidores de correo electrónico. El funcionamiento de este módulo está basado en un artículo encontrado en Internet [7] y requiere tener instalado el *API JavaMail* [4] en el servidor. Este módulo hace uso de las librerías *jaf-1_0_2*, *activation* y *javamail-1_2*.

Manual

La función de este módulo es mostrar por pantalla el contenido del manual de nuestro sistema de enseñanza. El manual contiene temas (unidades didácticas) que están divididos en subtemas. Si un subtema es muy amplio puede dividirse en apartados (ver figura 4).

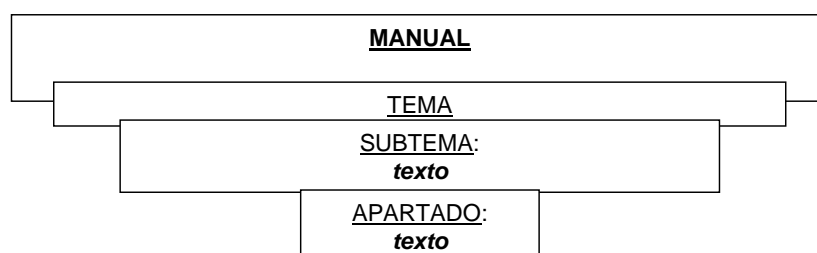


Figura 4: Diagrama del esquema del manual



Para mostrar correctamente el manual al alumno, este módulo consulta la estructura almacenada en la base de datos del mismo y muestra los contenidos del manual de una forma ordenada.

El listado de temas que contiene el manual de nuestro sistema de enseñanza lo crea el subprograma *Manual*, que genera un enlace por cada uno de los temas. Para poder generar este esquema debe hacer una consulta a la base de datos y recuperar toda la información referente a cada uno de los temas.

ManualTema es el encargado de generar las páginas con el contenido de cada uno de los temas del manual. En cada petición recibe como parámetro el número de tema que debe mostrar. En base al parámetro recibido selecciona de la base de datos la información de los subtemas que pertenecen al tema. A continuación, para cada uno de los subtemas muestra el contenido, si tiene, y si el campo *num_apartados* es distinto de cero selecciona el contenido de todos los apartados del este subtema.

Toda esta información se estructura de tal manera que cuando se muestre la página al usuario, primero aparece un esquema del contenido de cada uno de los temas desde el cual se puede acceder al texto de los mismos y a los diferentes apartados que puede contener. Esto se podrá observar con más detalle en el apartado de interfaz gráfica (sección 3.5).

Estadísticas

En un sistema adaptativo es importante que el alumno conozca el estado de su evolución en estudio de la materia. Para ello, el sistema desarrollado en este Proyecto Fin de Carrera cuenta con un módulo de estadísticas donde el alumno puede consultar su progreso. A través de este módulo, el alumno puede comprobar el nivel de conocimiento actual que tiene en cada uno de los temas del manual de enseñanza, los resultados obtenidos en los tests realizados y gráficas sobre el número de fallos cometidos y niveles de los tests realizados.

El primer grupo de estadísticas que se muestra al alumno a través del subprograma *Gráficas*, es el nivel que tiene en cada uno de los temas del manual. Para ello, se debe hacer una consulta a la tabla *TEST_NIVEL_ALUMNO* de la que se obtiene un número entero que



indica el nivel del alumno en un determinado tema. Posteriormente, el sistema mostrará al alumno un listado con los nombres de los temas y el nivel de conocimientos en cada uno de ellos (bajo, medio o alto).

Otro aspecto que pueden consultar los alumnos es el conjunto de tests realizados. Para ello, el sistema crea un listado con todos los tests que ha realizado cada alumno consultando la base de datos. A los alumnos se les presenta información relacionada con los datos más relevantes de cada uno de los tests realizados como son el número de fallos, el nivel global del test y el tipo del test (general o específico). Además se genera un enlace a través del cual el alumno puede ver cada uno de los tests corregidos.

Los subprogramas *CrearGráfica* y *CrearGráfica2* generan una imagen en formato *JPG* que contiene las gráficas que muestran el número de fallos y el nivel de los tests respectivamente. La llamada se realiza a través del código HTML de la página, que contiene unas etiquetas de imagen con la dirección de ambos servlets y sus parámetros. Al cargar la página en el navegador del cliente, se realizarán las peticiones a cada uno de los servlets y se visualizarán las imágenes.

La creación de las gráficas es similar en los dos casos: reciben el identificador del alumno y su nombre de usuario y realizan una consulta a la tabla *TEST_TEST* para obtener los valores representados en la gráfica (número de fallos y nivel de los tests respectivamente). Una vez que se han obtenido los valores que tendrán los ejes, se genera la imagen [8].

Para la creación de las gráficas es necesario tener instalado el API *JFreeChart* [5], que utiliza las librerías *jfreechart-0.9.18*, *jcommon-0.9.3.jar* y *log4j-1.2.8.jar*.

Foro

El módulo foro se encarga de mostrar un esquema con un enlace a cada uno de los foros que hay en el sistema. El sistema clasifica los foros en distintas categorías. En cada uno de estos foros, se pueden abrir distintos temas de discusión a los que los demás usuarios podrán contestar. Un usuario no registrado puede acceder a la información almacenada en los foros y leer el contenido de sus mensajes, pero sólo los usuarios que hayan iniciado sesión



(alumnos o personal de la autoescuela) pueden abrir nuevos temas de discusión e insertar respuestas.

Cuando un usuario accede a los foros, el sistema genera distintas páginas dependiendo de los parámetros que le lleguen en la petición:

- Si no recibe ninguna variable en la petición, muestra la página principal en la que deja elegir entre cada uno de los foros que hay en el sistema. Estos foros se encuentran clasificados en categorías.
- Si recibe el identificador de un foro, realiza una consulta a la base de datos para obtener los mensajes que pertenecen a este foro ordenándolos por la fecha de la última respuesta. Estos mensajes se presentarán agrupados por páginas para mejorar la velocidad de carga en el navegador web del usuario.
- Si recibe el identificador de un foro y el identificador de un tema de discusión, se muestran tanto el texto del tema de discusión como el texto de las respuestas a ese tema ordenadas de forma descendente por la fecha en la que fueron redactadas. Todos los mensajes se muestran con la información correspondiente: los temas de discusión tienen título, autor y fecha y las respuestas tienen solamente autor y fecha.

Como se ha dicho anteriormente, el sistema permite a los usuarios registrados iniciar nuevos temas de discusión, así como responder a los temas expuestos en los foros por otros usuarios además de visualizar la información de los foros.

Si se recibe una petición para insertar un nuevo tema en el foro, el sistema muestra al usuario un formulario que contiene campos para especificar el título y el texto del tema de discusión. Una vez que el usuario cumplimenta el formulario y envía la información, el sistema lo almacena en la base de datos.

Para el caso de respuestas a un tema de discusión abierto, se muestra una página con los mensajes asociados al tema seleccionado junto con un área para escribir la respuesta. De esta manera el usuario puede consultar el resto de mensajes asociados mientras escribe su respuesta.



Útil

Este módulo está compuesto por una serie de subprogramas que contienen funciones que otros módulos necesitan. Se ha decidido agruparlos para que sea más fácil utilizarlos y para estructurar el código. Entre la información que contiene este módulo están: i) los datos de configuración del sistema, ii) funciones para crear la parte de interfaz genérica de todas las páginas web, iii) funciones con código Javascript que utilizan algunas páginas y iv) subprogramas para la conversión de caracteres entre el texto enviado por los usuarios en formularios de las páginas HTML (por ejemplo en los foros) y el texto que se almacena en la base de datos.

Entre los datos relativos a la configuración del sistema que contiene este módulo se encuentran:

- Datos de la configuración del servidor: por ejemplo el nombre de la máquina en el que la que el sistema se encuentra alojado.
- Constantes de la base de datos: nombre de la máquina en la que se encuentra la base de datos, usuario y contraseña de administración de la base datos.
- Constantes relacionadas con el envío de correos electrónicos: el nombre del servidor de correo, la dirección del remitente (administrador del sistema de cada una de las autoescuelas), etc.
- Constantes relacionadas con los tests que realizarán los estudiantes: número de temas que contendrá el manual de enseñanza, número de preguntas de cada uno de los tests, etc.

Administración

Este módulo es una pequeña aplicación dentro del proyecto general que ayuda al mantenimiento y a la actualización de los contenidos almacenados en el sistema. Los usuarios que podrán tener acceso a este módulo serán personal de la autoescuela. Las labores de administración que este módulo permite realizar son: i) borrar mensajes o respuestas del foro, ii) introducir, actualizar y borrar preguntas de test e iii) introducir, actualizar o borrar contenidos del manual de enseñanza del sistema.



Cuando una persona entra en el módulo de administración, el sistema valida el usuario para comprobar que tenga acceso a la zona de administración. Si realmente tiene acceso a esta zona, el sistema le muestra las opciones disponibles.

A través del módulo de foros, el sistema permite a los administradores navegar por cada uno de los foros para poder realizar labores de mantenimiento sobre ellos. La interfaz generada es parecida a la que se le presenta a los estudiantes. Para que los administradores puedan borrar un mensaje del foro o una determinada respuesta, en la interfaz aparece un botón de borrado al lado de cada uno de los mensajes o respuestas. Este botón facilita la eliminación de mensajes del foro de una manera visual, ya que si se hiciese a mano sería más complicado para el personal de la autoescuela debido a la dependencia entre campos de distintas tablas. De esta forma, la persona encargada de la administración del sistema no tiene que tener conocimientos de bases de datos para administrar el foro. Si el administrador decide borrar un mensaje o una respuesta de un foro, debe pulsar sobre el botón de borrado asociado. Esto hace que el sistema reciba una petición con los parámetros adecuados que le indican si lo que quiere borrar es un tema o una respuesta y cuál es el identificador asociado. Si el administrador decide borrar un tema, el sistema elimina todas las respuestas asociadas y actualiza el número de mensajes del foro. Por el contrario, si lo que se borra es una respuesta se actualiza el número de respuestas asociadas al tema. Una vez finalizado el proceso de borrado, el sistema muestra al administrador la misma página desde la cual envió la petición de borrado.

Dentro del módulo de test de la parte de administración, el personal de la autoescuela podrá realizar distintas opciones relacionadas con el mantenimiento de las preguntas que forman parte de los tests. Cuando un administrador acceda a este módulo, el sistema le mostrará la opción de insertar nuevas preguntas o de mostrar las preguntas almacenadas en el sistema para modificar o borrar alguna de ellas.

Para insertar nuevas preguntas, el sistema realiza un procedimiento similar al que utiliza para insertar nuevos mensajes en los foros. Cuando el administrador quiera añadir una nueva pregunta de test, el sistema le mostrará un formulario para facilitar la inserción de los datos de la nueva pregunta. Los datos que el administrador debe facilitar al sistema son: el enunciado del ejercicio, las posibles respuestas al ejercicio, la respuesta correcta y el nivel de dificultad (bajo, medio, alto) que tiene la pregunta. Además el sistema ofrece la posibilidad de



adjuntar una fotografía al ejercicio. En el caso de que el administrador elija asociar una imagen al ejercicio, debe suministrarla al sistema a través de otro formulario. El sistema se encargará de guardar todos los datos de la nueva pregunta del test en la base de datos, así como de copiar las fotografías asociadas a las nuevas preguntas en el directorio correspondiente del servidor. Como se verá más adelante, para evitar que se puedan repetir con frecuencia las mismas preguntas en el módulo de generación de tests adaptativos, el sistema asigna a cada nueva pregunta el contador menor de las preguntas existentes con el mismo nivel para equipararla con el resto.

Si lo que se quiere realizar es un mantenimiento de las preguntas tipo test almacenadas en la base de datos, el administrador debe elegir el tema y el nivel de las preguntas que quiere revisar. Una vez realizada la petición, se mostrará un listado con las preguntas del tema que tengan el nivel de dificultad seleccionado dando la opción de modificarlas o borrarlas.

Si el administrador desea modificar una pregunta, el sistema consultará en la base de datos la información asociada a la pregunta seleccionada y la visualizará en el navegador web del cliente dentro de un formulario similar al mostrado en la opción de inserción de nuevas preguntas. A través de este formulario, el administrador podrá modificar cada uno de los campos de la pregunta (enunciado, respuestas, respuesta correcta, nivel, fotografía).

Cuando el administrador quiera borrar una pregunta, debe seleccionarla y el sistema se encargará de borrarla de la base de datos una vez confirmada la eliminación.

Por último, el personal de la autoescuela podrá administrar el manual de enseñanza pudiendo visualizar, introducir, actualizar y borrar contenidos del manual. Si el administrador quiere añadir nuevos contenidos deberá especificar si lo que quiere insertar es un nuevo tema, subtema o apartado. Una vez especificado el tipo de contenido a insertar en el manual, el sistema le mostrará un formulario para recoger la información asociada. El administrador completará la información y la enviará al servidor que se encargará de guardarla en la base de datos así como de actualizar los campos que sean necesarios. En el caso de la modificación de contenidos del manual, el sistema mostrará un formulario relleno con la información almacenada en la base de datos correspondiente al tema, subtema o apartado en cuestión y posteriormente actualizará esta información. Por último, si desea borrar contenidos del



manual, el administrador seleccionará lo que quiere borrar y el sistema lo eliminará una vez confirmado el borrado.

3.4 TEST ADAPTATIVOS

Este módulo es el encargado de generar dinámicamente tests adaptados al nivel de conocimiento actual de cada alumno y de corregirlos. Los alumnos pueden realizar dos tipos de tests: generales o específicos. Los tests generales están constituidos por cuarenta preguntas relacionadas con cualquier tema del manual de enseñanza del sistema. El formato de este tipo de tests es igual al que la DGT utiliza en el examen teórico presencial que realiza para la obtención del permiso de conducción. Los tests específicos están formados por veinte preguntas asociadas a un determinado tema del manual. El objetivo de este último tipo de test es que los alumnos que tengan problemas con la comprensión de los conceptos relacionados con un determinado tema, puedan reforzar sus conocimientos a través de la realización de ejercicios de ese tema. De esta manera, el alumno podrá realizar exámenes del estilo de la DGT ó reforzar sus conocimientos en un determinado tema.

En la figura 5 se muestra el funcionamiento de este módulo. Como se puede observar, consta de cuatro pasos: creación dinámica de los tests, visualización de los tests generados, corrección y visualización de los resultados obtenidos en los mismos. Con esta separación de funciones se evitan posibles incoherencias en la inserción y actualización de información en la base de datos.

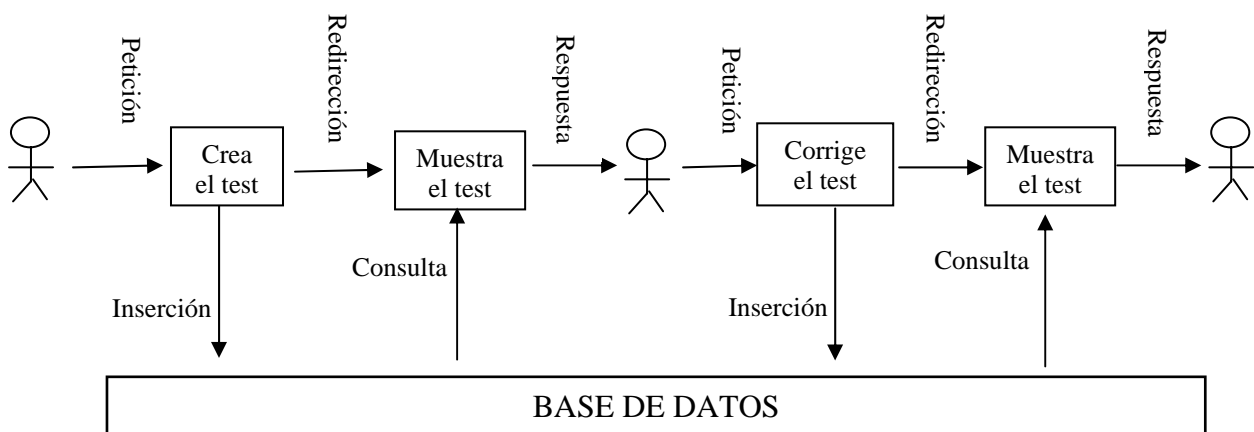


Figura 5: Esquema de funcionamiento del modulo Test

Antes de que el alumno comience a realizar un test, debe especificar qué tipo de test quiere realizar (general o de un tema específico). Si elige hacer un test específico, el sistema le mostrará un listado con los temas del manual para que seleccione sobre qué tema desea



realizar el test. Una vez que el alumno selecciona el tipo de test a realizar, el sistema generará dinámicamente el test de la siguiente manera:

- Primero comprobará que el alumno no tenga ningún test pendiente por realizar. Si tuviera alguno, el sistema lo eliminaría y generaría el nuevo test. Esta comprobación se realiza para evitar la acumulación de información sobre tests incompletos.
- A continuación, consultará en la base de datos los niveles que tiene el alumno en los diferentes temas en el caso de tener que generar un test general o solamente el nivel del alumno en un tema concreto en el caso de tests específicos. Si el alumno no ha hecho ningún test todavía, el sistema empezará por mostrarle preguntas de nivel medio de dificultad.
- Una vez que el sistema conoce el nivel de conocimientos del alumno, seleccionará las preguntas que constituirán el test a realizar teniendo en cuenta el nivel del alumno y el campo contador de la tabla *TEST_PREGUNTA*. Dicho campo de esta tabla sirve para intentar que las preguntas no se repitan frecuentemente. El sistema seleccionará las preguntas que tengan el campo contador menor. Cada vez que se inserte una pregunta en un test, el contador asociado a esa pregunta se actualizará incrementándose en una unidad. Si el alumno quiere realizar un test específico, el sistema seleccionará veinte preguntas del tema. Si por el contrario el test es de tipo general, el sistema escogerá cuarenta preguntas repitiendo el siguiente proceso por cada una de ellas:
 - ✓ Elección de un número de tema aleatoriamente comprobando que no sobrepase el número máximo de preguntas por cada tema.
 - ✓ Selección de la pregunta con menor contador del tema obtenido en el paso anterior teniendo en cuenta el nivel de conocimientos actual del alumno.
 - ✓ Si no es una pregunta repetida en este test, se añade al mismo.

Una vez que el sistema tiene toda la información a mostrar, se introducirá en la base de datos un nuevo registro en la tabla *TEST_TEST* con los datos generados y se visualizará el test generado en el navegador web del alumno.



El alumno contestará las preguntas del test y lo enviará al sistema para que se lo corrija y le muestre los resultados obtenidos. Cuando el sistema reciba el test, se encargará de comparar la respuesta que dio el alumno a cada una de las preguntas con la respuesta correcta. En la base de datos se guardará información sobre el número de preguntas acertadas y falladas en el test, así como las respuestas del mismo. Una vez corregido y almacenado el test en la base de datos, se evaluarán y actualizarán los niveles de conocimiento del alumno.

Para que se realice la actualización del nivel de conocimiento del alumno en un determinado tema, es necesario que el alumno haya contestado un mínimo número de preguntas sobre ese tema. En el caso de que no pueda hacerse la actualización del nivel debido a que el alumno no ha contestado un número suficiente de preguntas (seis para el caso de tests generales y veinte para el caso de tests específicos), el sistema guardará los datos obtenidos en los ejercicios de ese test para tenerlos en cuenta en futuras actualizaciones de nivel.

Por ejemplo, un alumno podría realizar dos tests generales en los que se le ha presentado dos preguntas por test de un mismo tema. Por tanto, sólo habría realizado cuatro preguntas del mismo tema y no llegaría al límite mínimo para poder actualizar su nivel de conocimiento en ese tema (seis preguntas). Si posteriormente el alumno realizase un test específico del mismo tema se le sumarían veinte preguntas más, con lo cual al superar el límite de veinte preguntas de los tests específicos, el sistema actualizaría el nivel de conocimiento del alumno en ese tema teniendo en cuenta las veinticuatro preguntas (las cuatro realizadas anteriormente en tests generales más las veinte del test específico).

La actualización de niveles se realizará con unos criterios específicos dependiendo del tipo de test realizado.

Actualización de nivel en tests generales:

Si se trata de un test general se actualizarán los niveles de conocimiento de los alumnos relacionados con cada uno de los temas asociados a las preguntas del test. Esta actualización de nivel sólo se realizará cuando el alumno haya contestado seis o más preguntas de un mismo tema. En este caso, el sistema se encargará de comprobar que el

número de preguntas acertadas es equivalente a un porcentaje determinado de las preguntas realizadas, usando para todas estas operaciones solamente la parte entera de los resultados.

En la *Tabla 1*, se muestran los criterios de actualización de niveles para tests generales. Estos porcentajes se han elegido teniendo en cuenta las consultas realizadas a varios profesionales del área (profesores y directores de autoescuela) y el número máximo de fallos permitidos en el examen teórico de la Dirección General de Tráfico.

Nivel actual	Baja de nivel	Se mantiene en el nivel	Sube de nivel
Bajo	--	< 70% realizadas	>= 70% realizadas
Medio	<= 40% realizadas	40% < correctas < 85%	>= 85% realizadas
Alto	< 70% realizadas	>= 70% realizadas	--

Tabla 1: Criterios de actualización de niveles para tests generales

En la *Tabla 2*, se muestra un ejemplo sobre la actualización de niveles en tests generales. En este ejemplo, el alumno ha realizado seis preguntas de un mismo tema. A partir de esta tabla podemos ver casos concretos de cómo actuaría el sistema a la hora de actualizar el nivel de conocimiento del alumno:

- Si el alumno tuviera nivel de conocimientos bajo y hubiese contestado correctamente cuatro de las seis preguntas del tema subiría de nivel porque cuatro preguntas acertadas equivalen al 70% de las preguntas realizadas. Por el contrario, si el mismo alumno hubiera tenido nivel medio su nivel no cambiaría.
- Si el alumno tuviera nivel alto y hubiera acertado tres preguntas de las seis, el sistema le bajaría de nivel porque tres preguntas acertadas es menor que el 70% de las preguntas realizadas.

Preguntas correctas	De 0 a 2	3	4	De 5 a 6
Bajo	--	--	Sube	Sube
Medio	Baja	--	--	Sube
Alto	Baja	Baja	--	--

Tabla 2: Ejemplo de actualización de niveles para tests generales

Actualización de nivel en tests específicos:

En el caso de que el alumno realizara un test específico, el sistema sólo actualizaría el nivel de conocimiento del alumno en ese tema. El sistema comprobaría los resultados obtenidos en esas veinte preguntas del test y en preguntas anteriores de test generales que no se hubieran tenido en cuenta todavía en la actualización de niveles. La actualización del nivel del alumno en ese tema se hará de acuerdo a los criterios de la siguiente tabla:

Nivel actual	Baja de nivel	Se mantiene en el nivel	Sube de nivel
Bajo	--	< 83%	>= 83%
Medio	<= 70%	70% < correctas < 85%	>= 85%
Alto	< 83%	>= 83%	--

Tabla 3: Criterios de actualización de niveles para tests específicos

Los porcentajes de esta tabla son distintos de los que se utilizan para tests generales porque en los tests específicos el margen de preguntas que el alumno ha realizado es mayor (entre veinte y veinticinco preguntas) y se puede tener una mayor precisión a la hora de evaluar el nivel de conocimientos del alumno en ese tema.

En la *Tabla 4* se muestra un ejemplo de cómo funciona la actualización de nivel para un alumno que ha realizado un test específico y no tiene pendiente ninguna pregunta por evaluar de tests anteriores.



Preguntas correctas	0 a 14	15	16	17 a 20
Bajo	--	--	Sube	Sube
Medio	Baja	--	--	Sube
Alto	Baja	Baja	--	--

Tabla 4: Ejemplo de actualización de niveles para tests específicos

En este caso, si el nivel de conocimientos del alumno fuera medio y tuviese dos fallos en el test específico, el sistema le subiría de nivel porque dieciocho preguntas que ha acertado es superior al 85% de las preguntas realizadas.

Una vez que el sistema ha terminado de actualizar los niveles de conocimiento del alumno, se encargará de mostrar los resultados del test al alumno. En un principio, el sistema mostrará únicamente las preguntas falladas junto con unas señales que indicarán qué respuesta era la correcta y qué respuesta dio él. Si el alumno quisiera ver todas las preguntas del test corregidas, podría hacerlo mediante un enlace que le mostraría el sistema.

Para facilitar la comprensión de los resultados al alumno, se mostrará información adicional sobre el número de fallos y el nivel de dificultad que tenía el test realizado (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto). Además, se ofrece al alumno la posibilidad de ver todas sus estadísticas y los resultados obtenidos en cada uno de los tests realizados hasta el momento mediante un enlace.



3.5 INTERFAZ GRÁFICA DEL SISTEMA

La interfaz gráfica del sistema se ha diseñado de una forma sencilla y estructurada, pero manteniendo todas las funcionalidades necesarias para la correcta navegación por las diferentes páginas que componen el proyecto. La información de las páginas está estructurada de una manera clara, permitiendo conocer rápidamente el orden y la distribución de la información en las mismas.

Un aspecto muy importante que se ha cuidado a la hora de implementar la interfaz gráfica del sistema, es que las páginas web del proyecto se visualicen de forma correcta independientemente de la resolución de la pantalla del ordenador del usuario del sistema y del navegador web utilizado. Las páginas web del sistema están diseñadas para visualizarse correctamente a partir de una resolución de pantalla de 800 x 600. Aunque con esta resolución, la información se visualizará de una forma correcta, es aconsejable usar una resolución de 1024 x 768, o superior.

Para definir el aspecto de las páginas mostradas, se utilizan hojas de estilo en cascada (CSS). En ellas se han especificado opciones básicas de las páginas web del proyecto como, por ejemplo, el tipo y el tamaño de letra del texto, los colores utilizados para el texto, enlaces y barras de desplazamiento, etc.

Diseño genérico

El diseño genérico que tendrán todas las páginas web del sistema se puede ver en la figura 6. Las páginas estarán divididas en diferentes áreas:

- En la parte superior de la página habrá una cabecera en la que podrá ir el nombre de la autoescuela en la que se encuentra implantado el sistema.
- En la parte izquierda de las páginas, aparecerá un formulario para que el usuario se registre en cualquier momento (formulario de sesión), el menú principal que permitirá acceder a los usuarios a las opciones principales del sistema y un área de noticias.

- En la parte derecha se mostrará una zona de utilidades: buscador *Google*, calendario del mes actual y enlaces a ciertas páginas relacionadas con el negocio las autoescuelas.
- En la parte central se mostrarán los contenidos de las páginas solicitadas al sistema: manual, test generados, estadísticas, foros, etc.
- Por último, en la parte inferior hay enlaces a páginas de información, así como un acceso a la zona de administración del sistema.

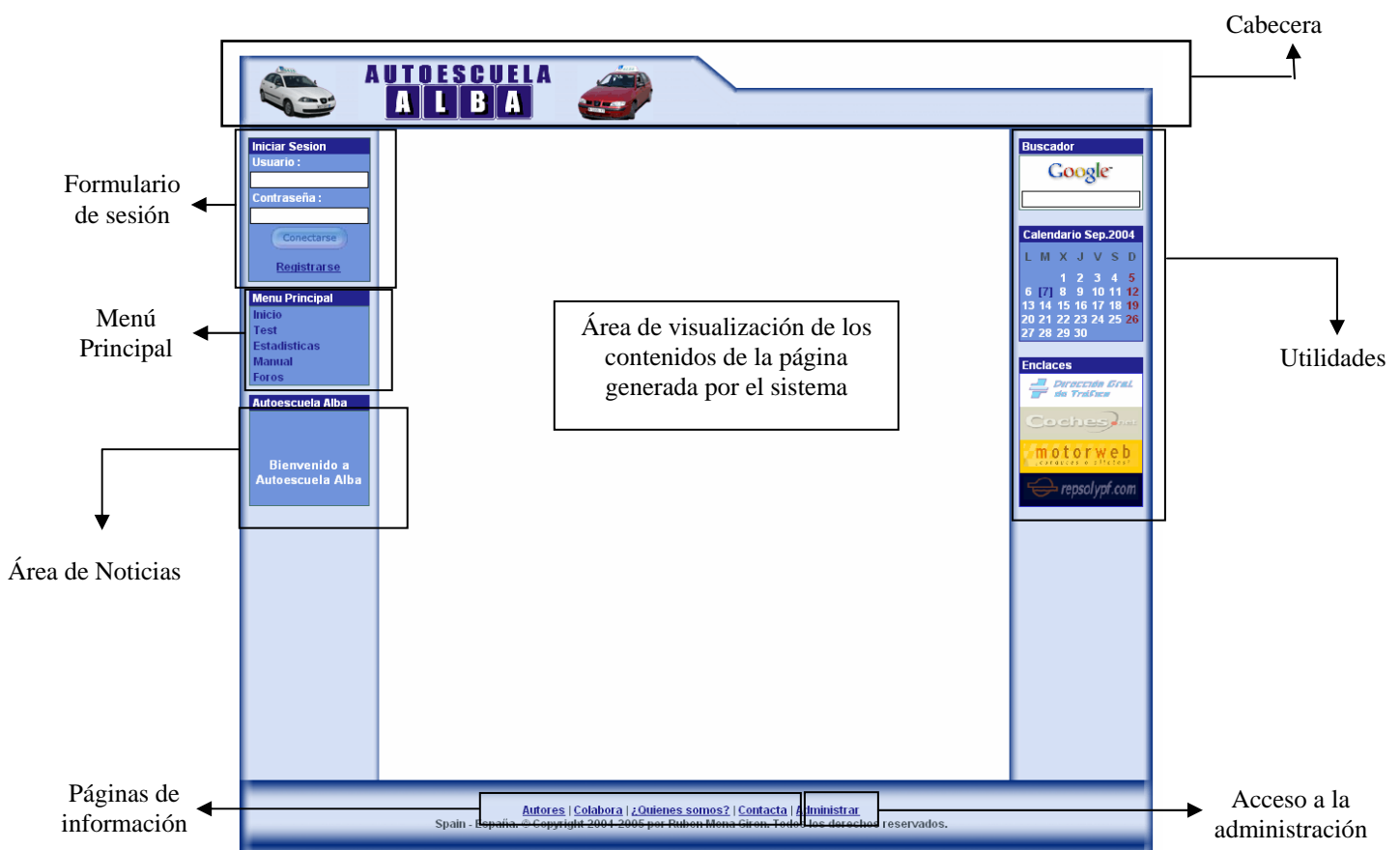


Figura 6: Diseño genérico las páginas del sistema

Aunque este diseño es genérico, sufrirá ligeras modificaciones cuando un usuario se conecte al sistema mediante el formulario de registro. El cambio que se produce es el que se puede observar en la figura 7.

El diseño de la página también sufrirá alguna pequeña modificación cuando un usuario entre en el módulo de administración. A un administrador se le mostrarán otro tipo de enlaces para poder realizar las labores de mantenimiento del sistema.

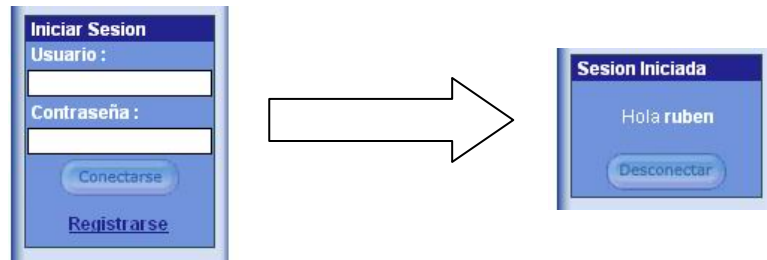


Figura 7: Modificación del diseño de la página al iniciar sesión

Registro

Cuando un usuario desea registrarse en el sistema, debe rellenar el formulario de la figura 8 con sus datos. Esta página realiza varias validaciones con funciones JavaScript:

- Comprobar que el usuario ha rellenado todos los campos obligatorios.
- Comprobar que la dirección de correo tiene un formato válido.
- Comprobar que los campos de la contraseña y su confirmación son iguales.

Figura 8: Formulario de registro

Una vez que el usuario rellena todos los campos del formulario y lo envía al sistema, recibirá un correo electrónico a su dirección para terminar el registro.

Test

Cuando un alumno quiere realizar un test, debe elegir qué tipo de test desea realizar (general o de un tema específico). La pantalla que se le presenta al estudiante es la que se muestra en la figura 9. Como se puede ver, el sistema le presenta los dos posibles tipos de test que puede realizar.

Si el alumno elige realizar un tema específico, se le mostrará un listado con los temas del manual de enseñanza del sistema y deberá elegir sobre qué tema quiere realizar el test. Una vez que pulse sobre el tema concreto o sobre la opción de realizar un test general, el sistema le mostrará las preguntas del test generado acorde a su nivel de conocimientos actual.

Opción de test general

Listado de temas para test específico

Figura 9: Página de elección del tipo de test a realizar

Cada una de las preguntas del test consta de: enunciado, posibles respuestas a la pregunta y una imagen asociada al enunciado de la pregunta (en el caso de que exista). El alumno deberá marcar una de las posibles respuestas de cada una de las preguntas del test. En la figura 10 se muestra un ejemplo de las preguntas de un test.

La página que contiene el test generado tiene una función JavaScript que impide que el alumno pulse sobre la opción de corregir si no ha contestado a todas las preguntas del test. Esta función además de mostrar una ventana indicando el número de pregunta que no está contestada, moverá la barra vertical de la página para situar al alumno en la pregunta que se ha dejado por contestar.

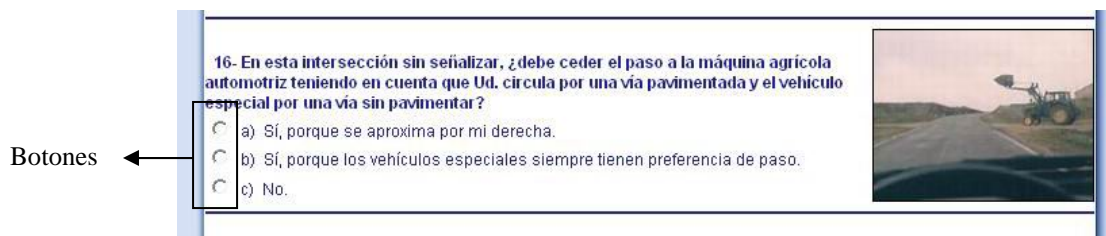


Figura 10: Ejemplo de pregunta de test

Cuando el alumno termine el test, el sistema le mostrará las preguntas que ha fallado junto con unas señales que indicarán qué respuesta era la correcta y qué respuesta dio él (ver figura 11). Si el alumno quisiera ver todas las preguntas del test corregidas, podrá hacerlo mediante un enlace que le facilita el sistema.



Figura 11: Ejemplo de una pregunta del test corregida

Estadísticas

El alumno puede ver su evolución en la materia mediante las estadísticas que el sistema genera para cada estudiante. Todas las estadísticas se mostrarán en una única página (figura 12) que contendrá: i) menús desplegables con información sobre los niveles de conocimiento del alumno en cada uno de los temas e información sobre los tests realizados, ii) gráficas con el número de fallos cometidos y los niveles de cada uno de los tests realizados y iii) una breve explicación sobre los datos presentados en esta página que ayudará a interpretarlos.

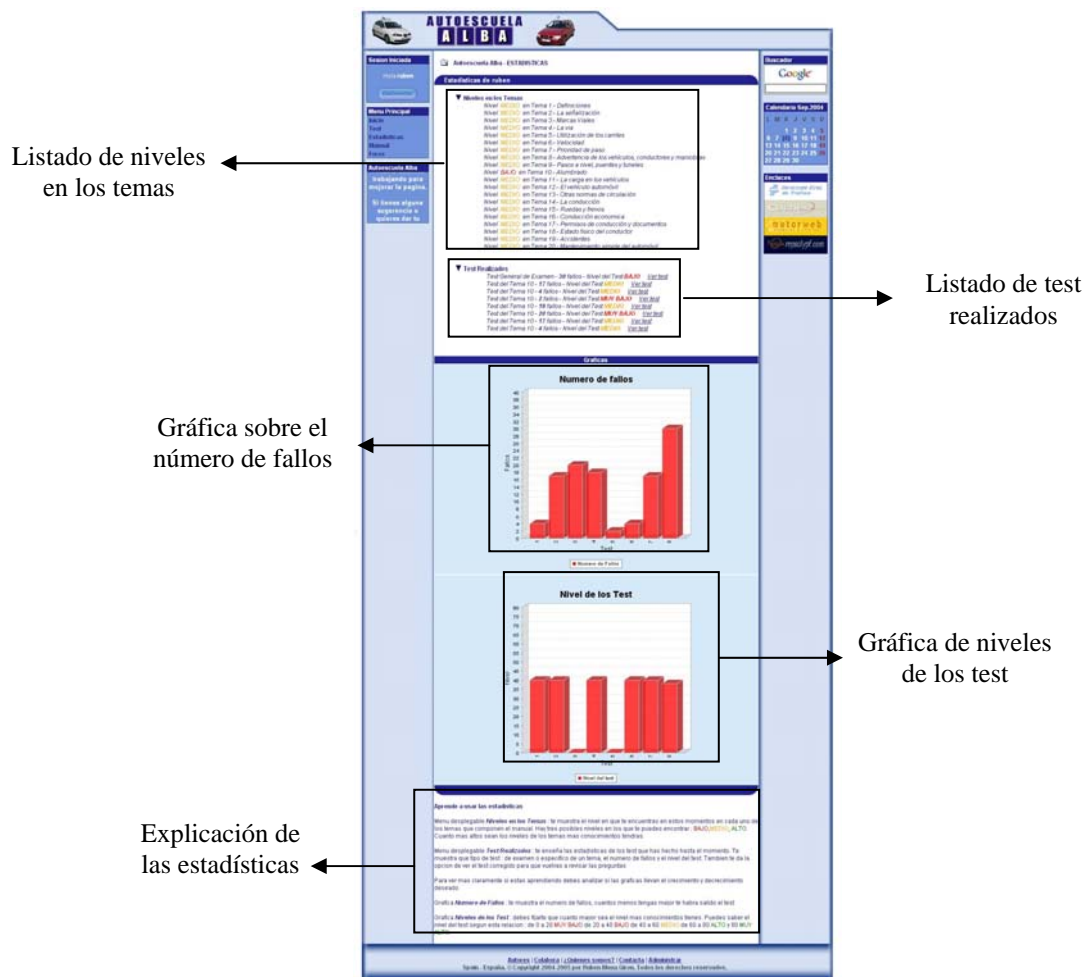


Figura 12: Ejemplo de las estadísticas generadas para un alumno

Manual

El manual de enseñanza del sistema está dividido en temas. Si el alumno decide consultar el manual, el sistema le mostrará una página con el listado de los temas del manual (ver figura 13).

The screenshot shows the 'Autoescuela Alba - MANUAL' interface. At the top, there's a header with the logo and two car images. Below the header, there's a navigation menu on the left with options like 'Inicio', 'Test', 'Estadísticas', 'Manual', and 'Foros'. The main content area is titled 'Indice de Temas.' and lists 20 topics, each with a right-pointing arrow icon. The topics range from 'Definiciones' to 'Mantenimiento simple del automóvil'. On the right side, there's a search bar with the Google logo, a calendar for September 2004, and a section for 'Enlaces' with logos for 'Dirección General de Tráfico', 'Coches.com', 'motorweb', and 'repsolypf.com'. At the bottom, there's a footer with links for 'Autores', 'Colabora', '¿Quiénes somos?', 'Contacta', and 'Administrar', along with copyright information for 2004-2005.

Figura 13: Listado de los temas del manual

En esta página, el usuario seleccionará el tema del que quiere obtener información y el sistema generará una página con los contenidos de dicho tema (subtemas y apartados). Para facilitar al usuario el acceso a los distintos apartados del tema, al comienzo de la página se mostrará un esquema con enlaces a los distintos apartados (ver figura 14 y 15).

The screenshot shows the 'Tema 4.- La vía' page. The title is 'Tema 4.- La vía'. Below the title, there's a list of sub-topics: '4.1.- Lugar en la vía', '4.2.- Utilización de los carriles', and '4.3.- Arcenes'. Under '4.2.- Utilización de los carriles', there are three sub-sub-topics: '4.2.1.- Utilización de los carriles en calzadas con doble sentido de circulación.', '4.2.2.- Utilización de los carriles, fuera de poblado, en calzadas con más de un carril para el mismo sentido de marcha.', and '4.2.3.- Utilización de los carriles, fuera de poblado, en calzadas contras o más carriles para el mismo sentido de marcha.'. Under '4.3.- Arcenes', there is one sub-sub-topic: '4.3.1.- Prohibiciones'. At the bottom right, there's a link for 'Indice de Temas'.

Figura 14: Esquema de un tema con enlaces a los distintos subtemas y apartados

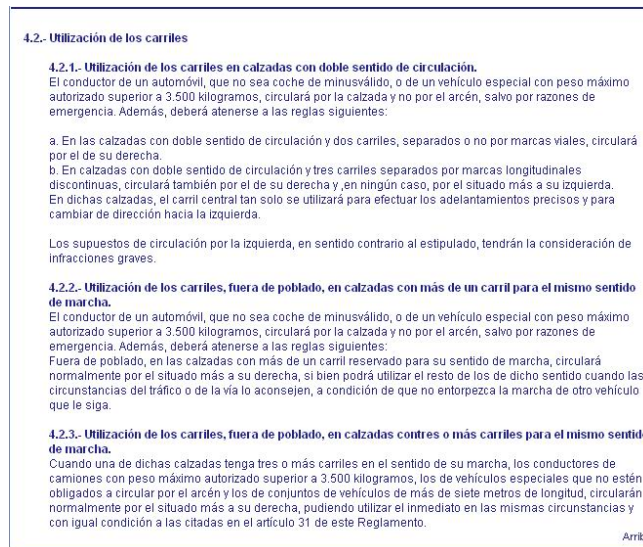


Figura 15: Ejemplo de un subtema del manual.

Foros

Al acceder a la página de foros del sistema, se presentará al alumno una pantalla de selección de foros (ver figura 16). En ella podemos observar cómo el sistema clasifica los foros en distintas categorías, mostrando al lado del título del foro una breve descripción sobre el contenido de los mensajes publicados en él.

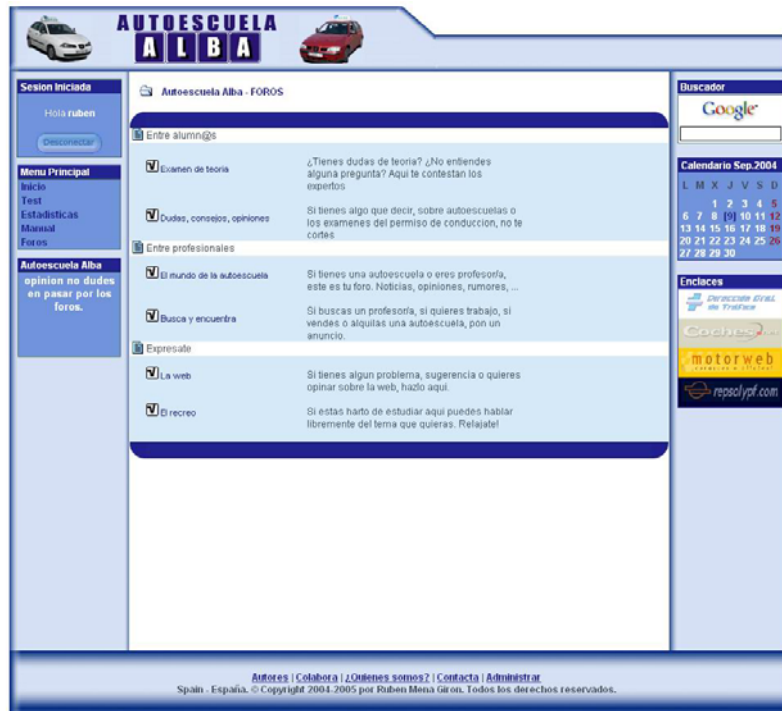


Figura 16: Página de selección de foros

Al acceder a uno de los foros, se mostrará un listado con los temas de discusión creados (ver figura 17). Por cada tema de discusión se presentará su título, el autor, la fecha de apertura y los datos asociados a la última respuesta (fecha y autor).



Figura 17: Listado de temas de un foro

Cuando un usuario quiera ver los mensajes asociados a un tema de discusión, el sistema le presentará una página similar a la de la figura 18. Para diferenciar el tema de discusión de las respuestas, se mostrará en un color de fondo distinto.

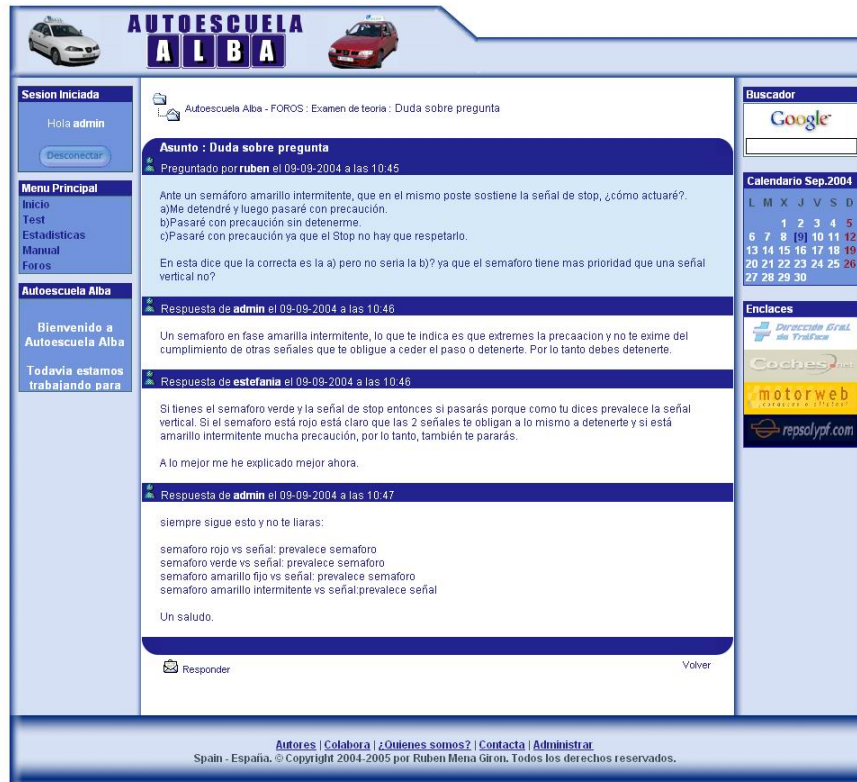


Figura 18: Contenido de un tema de discusión y sus respuestas

Si el usuario desea insertar un nuevo tema de discusión o una respuesta a uno ya creado, deberá rellenar los campos de los formularios correspondientes con la información que quiera mostrar al resto de usuarios (ver figura 19 y 20).

Figura 19: Formulario de un tema nuevo de discusión

Figura 20: Formulario de respuesta

Administración

Cuando un administrador inicia sesión en el sistema, la parte genérica de la interfaz sufre ligeras modificaciones para adaptarse a las funciones de este módulo (ver figura 21). En la parte superior derecha aparecerá un texto que le indicará al usuario que está dentro del módulo de administración. También se modificarán las opciones del menú de la parte izquierda y en la parte inferior se mostrará un enlace para volver a la página principal del sistema.

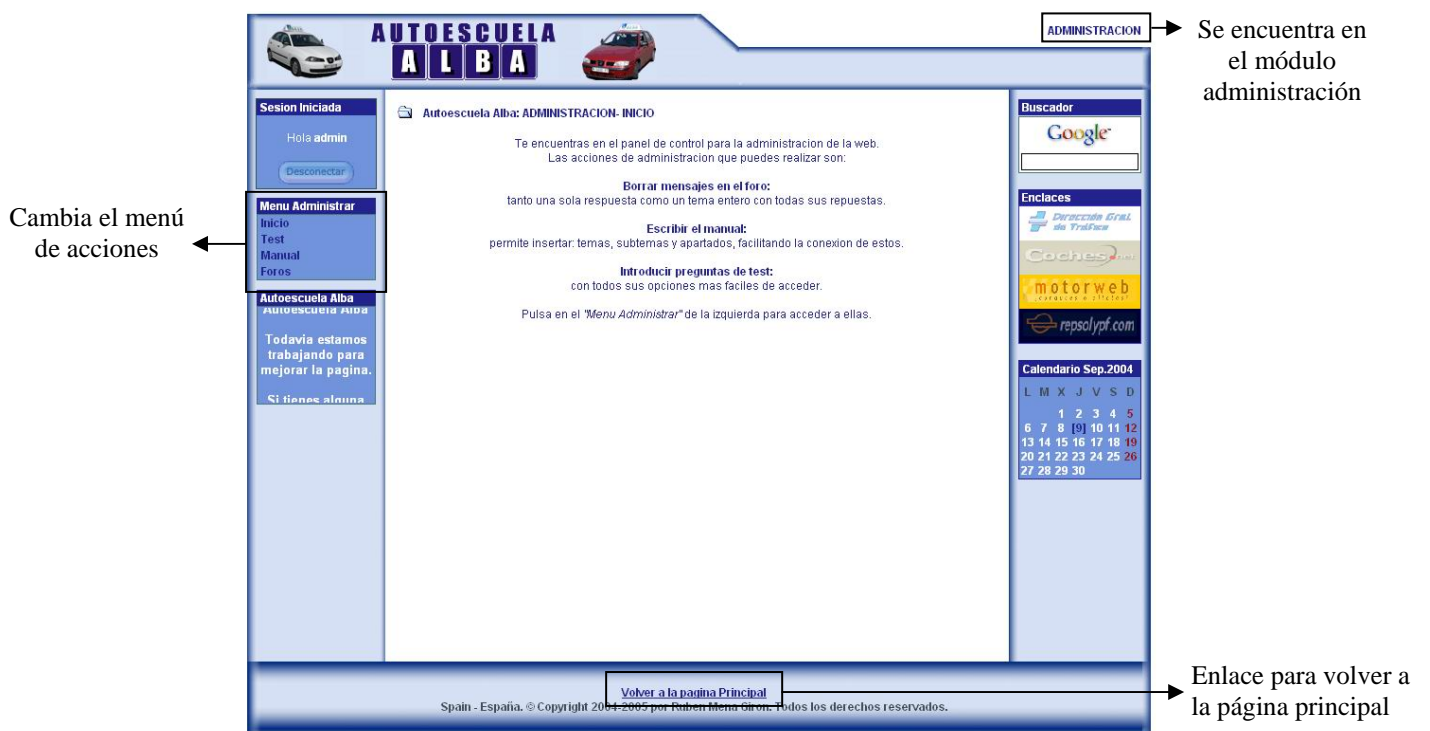


Figura 21: Diseño genérico del módulo de administración

Un administrador debe poder realizar labores de mantenimiento del sistema. Para ello, se modificará ligeramente el diseño de las páginas añadiendo los botones necesarios para darles la funcionalidad adecuada. Por ejemplo, en el caso de los foros se añadirá un botón para permitir a los administradores borrar un tema de discusión o una respuesta del foro (ver figura 22), en el manual se agregarán dos botones para modificar o borrar (ver figura 23) y en el módulo de test se añadirá un botón para permitir al administrador poder previsualizar una pregunta que acaba de insertar en el sistema (figura 24). Además, se añadirán enlaces a

formularios para que el personal de la autoescuela pueda insertar nuevos contenidos en el manual y nuevas preguntas de test.

Asunto	Usuario	Ultimo Mensaje	
<input type="checkbox"/> Duda sobre pregunta	Escrito por ruben el 09-09-2004	09/09/2004 - 10:47 por admin	Borrar
<input type="checkbox"/> El aliento de mi gato huele a comida para gatos	Escrito por mathews el 13-07-2004	07/09/2004 - 13:49 por ivan	Borrar

Figura 22: Detalle del foro con botón “Borrar”

INSERTAR NUEVO APARTADO en Subtema 4.3

Modificar **Borrar**

4.3.- Arcenes
Conductores obligados a su utilización:

El conductor de cualquier vehículo de tracción animal, vehículo especial con peso máximo autorizado no superior a 3.500 kilogramos, ciclo, ciclomotor o coche de minusválido, en el caso de que no exista vía o parte de la misma que le esté especialmente destinada, circulará por el arcén de su derecha, si fuera transitable y suficiente, y, si no lo fuera, utilizará la parte imprescindible de la calzada. Deberán circular también por el arcén de su derecha, o, en las circunstancias a que se refiere este apartado, por la parte imprescindible de la calzada, los conductores de motocicletas, de turismos y de camiones con peso máximo autorizado que no exceda de los 3.500 kilogramos que, por razones de emergencia, lo hagan a velocidad anormalmente reducida, perturbando con ello gravemente la circulación.

4.3.1.- Prohibiciones
Se prohíbe que los vehículos enumerados en el apartado anterior circulen en posición paralela (artículo 15, nº 2, del texto articulado).
El conductor de cualquiera de dichos vehículos no podrá adelantar a otro, si la duración de la marcha de los vehículos colocados paralelamente excede los quince segundos o el recorrido efectuado en dicha forma supera los 200 metros.


Arriba

Modificar **Borrar**

Figura 23: Detalle de un subtema con las funciones de administración

14844- En esta intersección sin señalizar, ¿debe ceder el paso a la máquina agrícola automatizada teniendo en cuenta que Ud. circula por una vía pavimentada y el vehículo especial por una vía sin pavimentar?

a) Sí, porque se aproxima por mi derecha.
b) Sí, porque los vehículos especiales siempre tienen preferencia de paso.
 c) No.



Modificar **Borrar**

Figura 24: Detalle de la previsualización de una pregunta



4. CONCLUSIONES

En este proyecto se ha conseguido realizar un sistema adaptativo que sirve para la enseñanza de los conocimientos necesarios para la obtención del permiso de conducción. En la actualidad, existen diversos sistemas de enseñanza on-line para autoescuelas, pero no hay ninguno que adapte dinámicamente el nivel de dificultad de los ejercicios realizados al nivel de conocimientos del alumno.

Este proyecto puede resultar muy útil en otros campos relacionados con la enseñanza puesto que la parte de adaptación de tests se puede utilizar para el estudio de otra materia. Si se utiliza en otros contextos, será necesario realizar un estudio con profesores de la materia para adecuar los porcentajes utilizados para realizar la adaptación de los niveles de conocimiento de los alumnos.

El sistema debe ser probado con usuarios reales para evaluar si se han logrado los objetivos: facilitar la labor del estudio del examen teórico del permiso de conducción y reducir el tiempo de aprendizaje del alumno. Los datos que se obtengan de su futura evaluación podrán darnos información sobre si los criterios que se utilizan para la adaptación de los tests a los niveles de conocimiento del alumno son adecuados o es necesario ajustarlos para que el sistema sea útil a los usuarios. Además, las opiniones de los usuarios reales del sistema servirán para añadirle nuevas funcionalidades o modificar algún aspecto determinado.

Si en la evaluación del sistema se obtienen buenos resultados, es posible que se distribuya fácilmente entre las autoescuelas.

Internet es el medio del futuro y el hecho de saber construir un sitio web como el de este sistema supone una ayuda muy importante a la hora de salir al mercado laboral. El conocimiento adquirido de herramientas informáticas actuales con un gran potencial, sobre todo por su versatilidad y portabilidad, es un gran aliciente.



5. BIBLIOGRAFÍA

Libros y apuntes:

- De Miguel, A, Piattini, M.: Fundamentos y modelos de bases de datos. Ed: Ra-Ma. ISBN: 84-7897-361-3
- Apuntes de la asignatura de Diseño de Bases de Datos, Universidad Rey Juan Carlos: <http://kybele.escet.urjc.es/asignatura.asp?Nombre1=dbd>.
- Apuntes de la asignatura de Ingeniería del Software, Universidad Rey Juan Carlos: <http://kybele.escet.urjc.es/asignatura.asp?Nombre1=IS>.

Páginas de consulta

- Java en Castellano: <http://programacion.com/java/>.
- Java Hispano: <http://www.javahispano.org/canyamo.action>.
- MySQL Hispano: <http://www.mysql-hispano.org/>.
- Desarrollo Web: <http://www.desarrolloweb.com/>.
- Tomcat: <http://jakarta.apache.org/tomcat/tomcat-4.1-doc/index.html>.

Herramientas

- [1] Tecnología J2EE de Sun: <http://www.sun.com/>
- [2] Servidor Web Tomcat: <http://jakarta.apache.org/tomcat/>
- [3] Servidor de Base de Datos MySql: <http://www.mysql.com/>
- [4] Api JavaMail: <http://java.sun.com/products/javamail/>
- [5] Api JfreeChart : <http://www.jfree.org/jfreechart/>
- [6] Api FileUpload: <http://jakarta.apache.org/commons/fileupload>

Artículos

- [7] Molpeceres, A.: “*JavaMail (parte 2): enviando mails de texto*” URL: <http://www.javahispano.org/articles.article.action?id=72>
- [8] Canales Mora, R.: “*Gráficas en Java con JFreeChart*” URL: <http://www.adictosaltrabajo.com/tutoriales/tutoriales.php?pagina=jfreechart>



- [9] Weber, G., Brusilovsky, P.: “*ELM-ART: An Adaptive Versatile System for Web-based Instruction*”. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 12, pp. 351-384. 2001.
- [10] De Bra, P., Aerts, A., Berden, B., De Lange, B., Rousseau, B., Santic, T., Smits, D., Stash, N.: “*AHA! The Adaptive Hypermedia Architecture*”. *Proceedings of the ACM Hypertext Conference*. UK. August 2003.