

# Universidad Autónoma de Madrid

## Escuela Politécnica Superior



### Grado en Ingeniería Informática

# TRABAJO FIN DE GRADO

## DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CUESTIONARIOS ADAPTATIVOS PARA EL APOYO AL APRENDIZAJE

Pablo Molins Ruano  
Tutor: Pilar Rodríguez Marín

JUNIO 2015

## 3 Diseño y desarrollo

En esta sección se presentan los resultados del análisis, diseño y desarrollo del proyecto. Primero, se detallarán todos los requisitos, funcionales y no funcionales, que se han identificado. A continuación, algunas notas sobre el diseño ideado para el proyecto. Para terminar la sección, se detallan aquello más relevantes de la fase de desarrollo.

Como este proyecto nació asociado a una investigación, no se ha utilizado una metodología en cascada clásica, sino un modelo en espiral, partiendo del descrito en [6]. A pesar de que el modelo describe varias iteraciones, en esta sección se presentan agrupados los resultados a los que se han llegado entre todas las iteraciones.

### 3.1 Análisis de requisitos

Los requisitos aquí detallados son el fruto de un análisis a priori sobre cómo debería necesidades debería cubrir el sistema y de las aportaciones realizadas por la experiencia que han tenido los usuarios después de ser utilizado en entornos reales.

#### 3.1.1 Análisis funcional

**RF 1.** Gestión de usuarios.

**RF 1.1.** El sistema deberá permitir crear cuentas de usuario. Las cuentas tendrán un nombre de usuario y contraseña que identifiquen a cada usuario.

**RF 1.2.** Cada cuenta de usuario tendrá un rol en cada asignatura en la que participe. Podrá ser un rol docente o rol estudiante. Dependiendo del rol que tenga, la cuenta podrá acceder a más o menos funcionalidad en cada sección del sistema, como se detalla más adelante.

**RF 1.3.** El equipo docente de cada asignatura determinará qué alumnos pertenecen a sus grupos.

**RF 2. Rol docente:** Creación y gestión de materias.

**RF 2.1.** Dentro de su asignatura, el docente podrá crear tantas materias como necesite. Cuando cree una materia, deberá establecer un título, el número de niveles en

---

los que se clasificarán las preguntas y el número de respuestas que tendrá cada una.

**RF 2.2.** Una vez creada una materia, el docente podrá modificar su configuración. Podrá cambiar el título en cualquier caso, pero solo podrá cambiar el número de niveles y el número de respuestas cuando no haya preguntas asociadas a la materia o cuando el número aumente. Para disminuir alguno de los dos valores, deberá borrar antes todas las preguntas asociadas a la materia.

**RF 3. Rol docente:** Creación y gestión de preguntas y respuestas.

**RF 3.1.** Existiendo al menos una materia, los docentes podrán crear preguntas y respuestas asociadas a dicha materia.

**RF 3.2.** Cuando se cree una pregunta nueva, deberá indicarse la materia a la que pertenece (que deberá haber sido creada previamente), el nivel, el enunciado, el enunciado de la respuesta correcta y el resto de respuestas. El número de respuestas que deberá escribir vendrá condicionado por el valor establecido en la materia relativa.

**RF 3.3.** Opcionalmente, se podrá asociar ficheros multimedia a las preguntas. Se pueden asociar imágenes o audio tanto al enunciado como a cada una de las respuestas. Si se desea asociar un fichero multimedia, deberá especificarse el nombre del fichero.

**RF 3.4.** Opcionalmente, se podrá establecer un mensaje de feedback asociado a la pregunta.

**RF 3.5.** Una vez creada una pregunta, el docente podrá modificar cualquier atributo o borrar dicha pregunta. En ambos casos, se mantendrá una copia en la base de datos de la antigua pregunta para que los alumnos no vean alterados sus cuestionarios una vez realizados.

**RF 4. Rol docente:** Subida y gestión de ficheros multimedia.

**RF 4.1.** Existiendo al menos una materia, los docentes podrán subir un fichero de audio (en formato mp3) o imagen (con extensión gif, png, jpeg o jpg) y asociarlo a dicha materia para utilizarlos después en alguna pregunta de la materia.

**RF 4.2.** Se podrá consultar un listado de todos los ficheros multimedia ya subidos a una materia, que mostrará el nombre de cada fichero además de mostrar la imagen o permitir reproducir el audio.

---

**RF 4.3.** Se podrá actualizar un fichero subiendo otro al servidor con el mismo nombre.

**RF 5. Rol docente:** Creación y gestión de cuestionarios.

**RF 5.1.** Existiendo al menos una materia y preguntas suficientes en cada nivel, el profesor podrá crear un cuestionario. Al hacerlo deberá definir un nombre, si el cuestionario será visible a los alumnos, la materia que se usará como banco de preguntas, el número de preguntas que deberán contestarse en cada intento, el tiempo máximo, si el examen acepta respuestas con duda y cómo deberán mostrarse el resultado a los alumnos.

**RF 5.2.** Una vez creado un cuestionario, el docente podrá modificar alguno de sus valores, o eliminar el cuestionario. Esto no afectará, en ningún caso, a la información almacenada sobre los cuestionarios ya respondidos por alumnos.

**RF 5.3.** Los docentes podrán acceder a un listado de todos los cuestionarios ya creados.

**RF 6.** Realización de cuestionarios.

**RF 6.1.** Una vez creado un cuestionario por un profesor, y si está marcado como visible, los alumnos podrán acceder a él.

**RF 6.2.** Una vez que un estudiante acceda a un cuestionario, se le irán mostrando preguntas que deberá ir contestando. Las preguntas se mostrarán en función de las respuestas previas y los niveles establecidos por el profesor.

**RF 6.3.** Si las preguntas van asociadas a ficheros multimedia, estos se mostrarán al estudiante mientras responde. Si aceptan la opción de responder con duda, el alumno tendrá a su disposición un método de establecer que ha respondido con duda.

**RF 6.4.** Para cada pregunta que el alumno responda, quedará almacenado en el sistema a qué cuestionario pertenece, cuando se responde, qué pregunta se ha formulado y cuál ha sido la respuesta elegida. Si hay opción de duda, si se ha dudado o no al responder.

**RF 7.** Visualización de resultados.

**RF 7.1.** Si el profesor ha establecido que los resultados se muestren al terminar el examen, se mostrará la nota final, todas las preguntas, junto con cuál ha sido la respuesta del alumno para cada pregunta y si esta ha sido correcta. El profesor también puede elegir que solo se muestre la nota, o ninguna información.

---

**RF 7.2.** Cuando una pregunta tenga una cadena de feedback asociada, se mostrará a los alumnos después de que respondan, junto con si la respuesta ha sido correcta o no.

**RF 7.3. Rol docente:** Los docentes podrán acceder a un listado con todos los intentos que han realizado cada alumno a cada cuestionario que hayan creado. Para cada cuestionario, podrán ver el detalle de cada uno, es decir, qué preguntas se respondieron, cuál fue la respuestas, si era correcta y el instante en el que se respondió.

### 3.1.2 Análisis no funcional

#### RNF 1. Interfaz y usabilidad

**RNF 1.1.** La interfaz que el sistema mostrará al estudiante debe ser intuitiva y fácil de usar para todas las edades. Estudiantes alfabetizados deben ser capaces de elegir un cuestionario y completarlo sin asistencia externa. Una clase de niños que aún no sepan leer debe ser capaz de completar un cuestionario sin asistencia del profesor, después de que este les haya configurado el ordenador para que el cuestionario elegido empiece.

**RNF 1.2.** La interfaz para el equipo docente deberá ser fácil de aprender para profesores con o sin conocimientos informáticos avanzados.

**RNF 1.3.** Atendiendo a la diversidad de dispositivos con los que los usuarios trabajan, el sistema debe ser capaz de utilizarse en todos los tamaños de pantalla y para ser utilizado con teclado y ratón o pantalla táctil.

#### RNF 2. Seguridad

**RNF 2.1.** Debido al carácter secreto de gran parte del contenido creado por los profesores, el sistema deberá garantizar la no accesibilidad de ese contenido a usuarios no autorizados.

**RNF 2.2.** Todo usuario que acceda al sistema debe autenticarse previamente a través de un usuario/contraseña, para asegurar la autoría de las respuestas de los cuestionarios.

**RNF 2.3.** La autenticación de los usuarios debe ser segura. En concreto, el sistema no almacenará las contraseñas en la base de datos en texto plano. Deberá utilizar un método que garantice que la contraseña no sea conocida aunque se acceda a la base de datos.

---

## RNF 3. Accesibilidad

**RNF 3.1.** El sistema debe cumplir con el estándar WCAG 2.0 en un nivel A.

### 3.2 Diseño

Los sistemas adaptativos pueden abstraerse como una serie de módulos como los descritos en la figura 3.1.

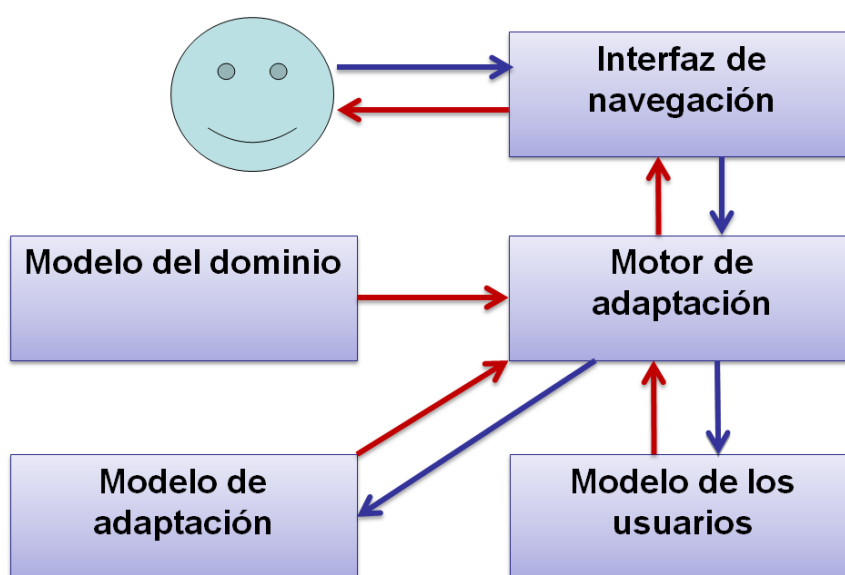


Figura 3.1: División en módulos de un sistema adaptativo

El usuario (representado arriba a la izquierda) interactúa con el sistema a través de una interfaz de navegación que representa el estado del motor de adaptación, componente que articula al resto de módulos. El modelo del dominio, de adaptación y el modelo de los usuarios son las herramientas de las que el motor de adaptación obtiene la información que le permite dar una respuesta adecuada a cada situación. Mientras que el modelo del dominio es fijo, en el sentido de que permanece estable durante la vida del mismo, el modelo de adaptación y el modelo de los usuarios van sufriendo variaciones, en función de la entrada que produzcan los usuarios.

Durante las siguientes secciones se dará una descripción más detallada de los módulos.

#### 3.2.1 Interfaz de navegación

La interfaz de navegación es la parte del sistema encargada de permitir la interacción entre el sistema y el usuario. Debe representar ante el usuario la información del sistema

---

que este deba conocer, además de recibir la entrada que el usuario genere para que el motor de adaptación pueda incorporarla.

En el diseño seguido para este trabajo se decidió utilizar las tecnologías web como base sobre la que construir, por lo que las funciones de la interfaz de navegación recaen principalmente en el navegador web del usuario. Aún así, el sistema debe crear y, sobre todo, adaptar los ficheros html que envía al navegador del cliente. Para ello se han utilizado las tecnologías web estándar: HTML, Javascript, CSS y PHP. Más información sobre las tecnologías utilizadas en 3.3.2.

### 3.2.2 Modelo de los usuarios

El sistema tiene dos roles de usuarios claramente diferenciados: rol docente y rol estudiante. Las necesidades que tienen ambos roles respecto de la aplicación, son radicalmente distintas. Mientras que a los docentes se les debe mostrar herramientas para la creación y gestión de cuestionarios, motorización de resultados y recuperación de exámenes, los estudiantes deben acceder a la ejecución de los cuestionarios, a cierta retroalimentación y a sus resultados.

En ninguno de los dos roles podemos presuponer conocimientos informáticos avanzados, como se recoge en **RNF 1.1.**. Además, desde las fases iniciales del proyecto se planteó que el sistema debería ser fácil de usar para docentes y estudiantes de todas las etapas educativas, desde la primera infancia hasta la edad adulta. Al ser una aplicación potencialmente disponible a niños y niñas muy jóvenes, tampoco podemos presuponer que el estudiante sepa leer, debiendo dotar en consecuencia al rol del docente la habilidad de incluir ficheros multimedia con los que suplir dicha carencia.

### 3.2.3 Modelo del dominio

La aplicación pretende ser una ayuda al aprendizaje y por lo tanto, su dominio es la actividad educativa. Más concretamente, aquellas actividades relacionadas con comprobar, por parte del propio estudiante o de un docente, si el alumno ha adquirido correctamente ciertos conocimientos. Para ello, a grandes rasgos, el equipo docente de una asignatura creará una serie de preguntas y respuestas, agrupadas por su contenido en materias, que utilizará para crear cuestionarios a los que los estudiantes tendrán acceso. Del resultado de dichos cuestionarios, tanto el estudiante como los docentes podrán conocer cómo están realizando su actividad y realizar los cambios que fueran necesarios.

La asignatura es la primera división que se utiliza normalmente en los entornos

---

educativos. Un docente se encarga de unas asignaturas en concreto y los estudiantes van explorando por asignaturas. Así, cada asignatura tiene asociados un listado de usuarios, algunos como docentes y otros como estudiantes. Es importante notar que un usuario podría ser docente en una asignatura pero estudiante en otra, por lo que el rol es un atributo de la unión usuario y asignatura, y no solo del usuario.

Dentro de cada asignatura, existen una serie de materias, que son las entidades que clasifican los conocimientos por similitud dentro de una asignatura. El concepto de materia en este modelo se utiliza para representar los conceptos del lenguaje común de *temas* o *partes* en los que se divide una asignatura. Dentro de cada materia existe un conjunto de preguntas, ordenadas por un nivel de relevancia.

La división de las preguntas en niveles de relevancia es una de las características novedosas del modelo propuesto. Con ello se busca facilitar que el estudiante adquiera los conocimientos en el orden más adecuado, asegurando que no se enfrenta a conceptos que dependen de otros hasta que domina los conceptos base. Esta división también ayuda a evitar que un estudiante obtenga una buena calificación en un examen porque haya aprendido a realizar los ejercicios, pero aún así carezca de entendimiento sobre los conceptos básicos. Una discusión más detallada sobre el sistema de clasificación de las preguntas en niveles puede encontrarse en el apéndice A.

Cada pregunta lleva asociada una serie de respuestas y solo una es la válida. Tanto las preguntas como las respuestas llevan asociadas mucha información, como el enunciado, imágenes opcionales... En la figura 3.2 se encuentran detallada toda la información asociada a cada entidad que compone el modelo.

Figura 3.2: Modelo del dominio

Una vez escrito un número suficiente de preguntas, el equipo docente puede crear cuestionarios. Los cuestionarios pueden ser de autoevaluación para los alumnos o de evaluación clásica, aunque para el sistema son casos idénticos.

### 3.2.4 Modelo de adaptación

El sistema contempla dos tipos de adaptación. Primero, tenemos la adaptación de navegación, que es aquella que busca guiar al usuario por el sistema, facilitando su uso. En nuestro caso, la navegación del estudiante es sencilla, por lo que no aplica. Donde sí que es necesario este tipo de adaptación es en el área del docente. A la hora de crear las materias, las preguntas y los cuestionarios existe un orden de trabajo más sencillo que



otros y el sistema deberá guiar al usuario por ese recorrido utilizando elementos variables de la interfaz.

El otro tipo de adaptación, la adaptación del contenido, es la más relevante para el sistema. Al igual que la de navegación afecta principalmente al docente, la de contenido afecta sobre todo al estudiante. Las preguntas a las que un estudiante se enfrenta en un cuestionario depende de las respuestas que haya dado a las anteriores.

En concreto, cuando un docente crea un cuestionario establece dos parámetros,  $N_l$ , que es el número de niveles en los que una pregunta se puede clasificar y  $N_v$ , que es el número de preguntas que debe responder cada alumno en cada intento del cuestionario. Todos los estudiantes empiezan respondiendo a preguntas del primer nivel y solo se enfrentarán a preguntas de niveles más avanzados cuando hayan respondido correctamente a suficientes preguntas. En concreto, a  $\frac{N_v}{N_l}$  preguntas.

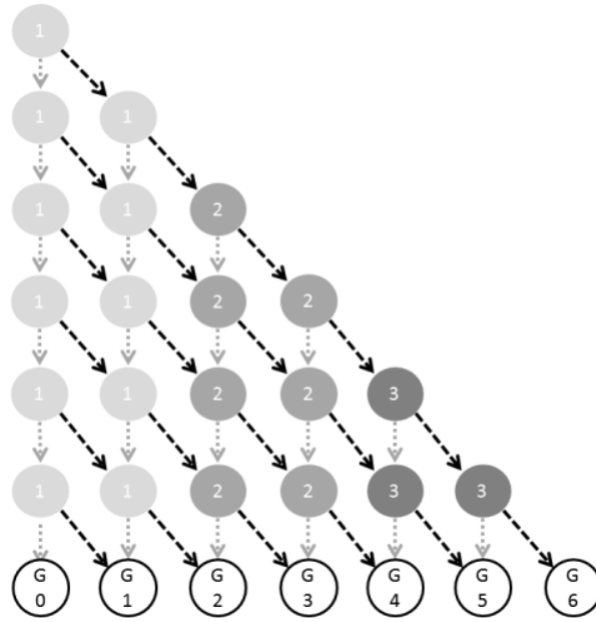


Figura 3.3: Diagrama que representa todos los posibles recorridos para un cuestionario con  $N_l = 3$  y  $N_v = 6$ . Todos los alumnos entran por la pregunta de la esquina superior izquierda. El número dentro de las circunferencias representa la dificultad de la pregunta. Cuando un alumno responde, toma el camino de la flecha oscura cuando acierta y de la flecha clara cuando falla. La última fila del diagrama representa las posibles notas que un estudiante puede sacar, ordenadas de menor a mayor de izquierda a derecha.

La elección de la siguiente pregunta dentro de un mismo nivel se hace de forma aleatoria, asegurando en todo momento que no haya preguntas repetidas dentro del mismo cuestionario. Cuando el alumno sube de nivel, ya solo responde a preguntas de ese nuevo nivel. Como el número de preguntas está limitado, es posible que un estudiante no llegue

---

a responder preguntas de todos los niveles o incluso puede que solo responda preguntas del primer nivel. Una vez que se ha subido de nivel, no se puede bajar, aunque cada vez que se repita el cuestionario se volverá al primer nivel.

Que la respuesta de una pregunta condicione la siguiente pregunta obliga a que el estudiante responda a cada pregunta, a diferencia de los cuestionarios clásicos, donde una pregunta puede dejarse sin respuesta y continuar con la siguiente. Para solucionar esta diferencia el equipo docente puede establecer que exista una opción adicional de respuesta que indique que el alumno no conoce la respuesta. Si marca esta opción, el sistema la tratará como respuesta incorrecta a la hora de seleccionar la siguiente pregunta. Así mismo, la aplicación da al docente la opción de mostrar una casilla que especifique que el alumno ha respondido sin estar seguro de que sea la respuesta correcta. Más información sobre el modelo del examen, en concreto sobre el sistema de calificación, puede encontrarse en el apéndice B

Por último, el docente puede decidir que los estudiantes reciban feedback al responder una pregunta o no, como se describe en **RF 7.2.**

## **3.3 Desarrollo: e-valUAM**

En esta sección se detalla cómo se ha implementado el proyecto, tomando como referencia lo expuesto en las secciones anteriores.

### **3.3.1 Visión general**

### **3.3.2 Tecnologías y lenguajes empleados**

### **3.3.3 Módulos asociados al docente**

### **3.3.4 Módulos asociados al estudiante**