



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Jaén

Departamento de Informática

D. Luis Martínez López y D^a Macarena Espinilla Estévez, tutores del Proyecto Fin de Carrera titulado: Sistema M-Learning de Autoevaluación Basado en Juegos, que presenta D. José Javier Martínez Montesinos, autorizan su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, Febrero de 2011

El Alumno:

Los Tutores:

D. José Javier Martínez Montesinos

Dr. D. Luis Martínez López
Dr. D^a Macarena Espinilla Estévez

Agradecimientos

Me gustaría dedicar unas palabras de agradecimiento a todas aquellas personas que de una forma u otra han intervenido y me han ayudado en la realización de este proyecto fin de carrera.

En primer lugar dar las gracias a mis tutores Luis y Macarena por toda la ayuda prestada y su confianza en mí lo largo de todo el proyecto.

A toda mi familia y en particular a mis padres por su sacrificio y su apoyo continuo a lo largo de mi vida, que me han dado las fuerzas necesarias para seguir hasta el final.

Por último, quiero dar las gracias a todos mis compañeros y amigos a lo largo de estos años, en especial a Inés, ya que ha sido mi principal apoyo a lo largo de todos estos años y sin su gran ayuda no sería quien soy actualmente ni habría llegado tan lejos.

Por todo ello, MUCHAS GRACIAS A TODOS.

"Life is game and we play"

Noel Gallagher

Índice general

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Introducción al proyecto	11
1.2. Palabras clave.....	13
1.3. Propósito.....	13
1.4. Objetivos.....	14
1.5. Resultados esperados.....	15
1.6. Planificación temporal	16
1.6.1. Estructura de descomposición del trabajo.....	16
1.6.2. Estimación de tiempos.....	17
1.6.3. Diagrama de Gantt.....	18
1.7. Estructura del proyecto	19
2. E-LEARNING, M-LEARNING Y TECNOLOGÍAS	23
2.1. Introducción.....	25
2.2. e-Learning.....	25
2.2.1. Características de e-Learning.....	26
2.2.2. Ventajas e inconvenientes de e-Learning.....	27
2.2.3. Modelo pedagógico de e-Learning	28
2.2.4. Tecnologías y plataformas para e-Learning	32
2.3. m-Learning.....	37
2.3.1. Características de m-Learning.....	38
2.3.2. Ventajas e inconvenientes de m-Learning	39
2.3.3. Modelo pedagógico de m-Learning.....	41
2.3.4. Proyectos e investigación en m-Learning	43
2.4. Procesos de auto-entrenamiento y auto-evaluación.....	45

2.4.1. Auto-entrenamiento.....	45
2.4.2. Auto-evaluación	46
2.5. Videojuegos móviles educativos.....	46
2.5.1. Videojuegos comerciales para fines educativos.....	49
2.5.2. Videojuegos en dispositivos móviles.....	50
2.6. Plataformas y tecnologías en dispositivos móviles	51
2.6.1. Java 2 Micro Edition (J2ME).....	51
2.6.2. Symbian OS.....	52
2.6.3. Windows Phone.....	54
2.6.4. iOS	55
2.6.5. Android OS	56
2.7. Mercado actual de los teléfonos móviles	57
2.7.1. Panorama internacional.....	58
2.7.2. Panorama nacional.....	60
3. DESARROLLO DEL SISTEMA	63
3.1. Descripción.....	65
3.2. Especificación de requerimientos.....	66
3.2.1. Requerimientos funcionales.....	67
3.2.2. Requerimientos no funcionales	68
3.3. Análisis del sistema m-Learning.....	73
3.3.1. Perfil de usuario	73
3.3.2. Diagramas de caso de uso	80
3.3.3. Escenarios	90
3.4. Diseño del sistema.....	95
3.4.1. Diseño de los datos	96
3.4.1.1. Modelo Entidad-Relación.....	97
3.4.1.2. Esquema conceptual modificado	101
3.4.1.3. Creación de tablas	103
3.4.2. Diseño de la interfaz	104

3.4.2.1. Metáforas	104
3.4.2.2. Guía de estilo	106
3.4.2.3. Prototipos de las pantallas de la aplicación.....	108
3.5. Implementación.....	120
3.5.1. Tecnologías empleadas.....	122
3.5.1.1. TagsMe GUI	122
3.5.1.2. PHP.....	124
3.5.1.3. MySQL	125
4. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	129
4.1. Conclusiones	131
4.2. Trabajo futuro	132
A. CONTENIDO DEL CD	135
B. MANUALES DE LA PLATAFORMA WEB	139
C. MANUALES DE LA APLICACIÓN MÓVIL	159
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	177

CAPÍTULO 1

Introducción

1.1. Introducción al proyecto

Hoy en día nos encontramos inmersos en una sociedad basada en la información y el conocimiento. Un conocimiento que se deriva de la interpretación y de la contextualización de dicha información, a la que cada vez es más fácil acceder gracias en gran medida a las nuevas y emergentes Tecnologías de la Información y la Comunicación (*TIC*) que actualmente poseemos. A medida que ha ido en aumento el número de usuarios se ha pasado de un concepto basado en su vertiente tecnológica a una interpretación cada vez más centrada en el usuario y en los servicios que éste consume y genera. Se trata de la llamada *sociedad de la información*, que consolida definitivamente con la globalización derivada del fenómeno Internet.

Este nuevo paradigma de sociedad, a la vez que va tomando forma, implica aspectos fundamentales de la vida, como son la convivencia y sobre todo el progreso de la sociedad, produciendo profundos cambios en todo nuestro entorno: en nuestro tiempo de ocio, en el sistema sanitario, en el entorno de trabajo y, por supuesto, en el proceso educativo.

La verdadera oportunidad que ofrecen las nuevas *TICs* en los procesos de enseñanza-aprendizaje, se deriva de su potencialidad para atender las necesidades individuales del alumno, a través de la personalización y la interactividad, fomentando el aprendizaje explorativo y colaborativo y, sobre todo, ofreciendo una metodología creativa y flexible más cercana a la diversidad y a las necesidades educativas reales de cada individuo ^[1]. Nació así un nuevo concepto llamado *Electronic Learning* (de aquí en adelante *e-Learning*).

E-Learning no es una metodología que intente sustituir a modelos de formación ya existentes, sino que, ofrece la oportunidad de mejorar la eficacia global de la enseñanza por medio del sistema de comunicación más extendido en estos momentos, Internet ^[2].

Los grandes avances generados por la tecnología en estos últimos años en el campo de la educación son enormes, pero el factor del tiempo, la movilidad y el coste que supone han comenzado a impactar en las organizaciones educativas ^[3]. Debido a

estas limitaciones surgió un nuevo concepto, *Mobile Learning* (a lo largo del proyecto notaremos como *m-Learning*).

Este modelo permite dar continuidad al proceso educativo haciendo uso de pequeños dispositivos móviles o inalámbricos, que en cierto grado ofrecen las mismas funcionalidades que un ordenador de escritorio o portátil. Al igual que ocurre con e-Learning, m-Learning surge de las necesidades de la sociedad, pero desde el punto de vista de la portabilidad, interactividad y conectividad que nos ofrecen los nuevos dispositivos móviles ^[4]. Podemos decir por tanto que m-Learning es el resultado de la integración de e-Learning en estos dispositivos (teléfonos móviles, agendas electrónicas, reproductores MP3, etc.) con el fin de producir experiencias educativas en cualquier lugar o momento ^[2].

Las metodologías e-Learning y m-Learning establecen la base del presente proyecto. Entendiendo por e-Learning aquella metodología que favorece la formación y aprendizaje por medio de la utilización de tecnologías Web y TICs en general, posibilitando el acceso a recursos y contenidos de manera inmediata; y por m-Learning aquella que integra el uso de terminales móviles, con el fin de producir experiencias educativas en cualquier espacio físico o temporal.

Gracias al uso de estas dos metodologías de aprendizaje se puede facilitar el aprendizaje autónomo del alumno, que es la capacidad por parte del estudiante de regular su propio aprendizaje en función de una meta determinada, y con unas condiciones y recursos específicos a su disposición. Dentro del proceso de aprendizaje autónomo se encuentra el proceso de auto-entrenamiento y auto-evaluación. Que consiste en dar total libertad al alumno para adquirir conocimientos y destrezas de una materia determinada y medir o valorar el grado de adquisición de los mismos ^[28].

Los dispositivos móviles, tiene un uso para el ocio incuestionable. El éxito de los juegos para móvil da una idea del potencial que puede tener m-Learning empleando juegos didácticos, entre los cuales se recopilan tanto ejercicios tradicionales como nuevos, los cuales son adaptados a los dispositivos móviles para estimular la memoria

y las capacidades cognitivas, ya sea tanto para jóvenes como para personas adultas. Los juegos tienen el potencial de ofrecer a los alumnos el control del proceso, avanzar a su ritmo, cometer errores y aprender de ellos. Su uso de forma estratégica, y siempre considerando un correcto objetivo pedagógico, permite a los alumnos interactuar de manera más integral con estímulos visuales y sonoros que favorecen la apropiación de conceptos ^{[1][12]}.

Con todo ello, en este proyecto se realizará un sistema m-Learning de auto-evaluación y auto-entrenamiento que consistirá en un conjunto de juegos educativos en los que para ganar será necesario contestar correctamente una serie de preguntas objetivas sobre una materia. Las ventajas que nos aporta este sistema son la amplitud de temas que puede cubrir, la objetividad de la calificación, la rapidez de la misma y la escasa duración que supone la realización de dichas pruebas ^[5], además del entretenimiento que supone estar jugando al mismo tiempo.

1.2. Palabras clave

m-learning, e-learning, auto-evaluación, auto-entrenamiento, educación móvil, dispositivos móviles, educación a distancia, juegos educativos, plataforma web.

1.3. Propósito

Desarrollar un sistema multiplataforma para dispositivos móviles en el que mediante una serie de juegos educativos se lleven a cabo los procesos de auto-evaluación y auto-entrenamiento en una materia determinada a través de preguntas objetivas de manera ubicua.

Del mismo modo, es preciso proporcionar una plataforma Web desde la cual el profesor de una materia pueda gestionar una base de datos con las preguntas y respuestas, de la que se nutrirá la aplicación móvil.

La estructura que se persigue está representada en la **Figura 1.1**:



Figura 1.1. Sistema m-Learning

1.4. Objetivos

- ✓ Búsqueda y revisión bibliográfica necesaria para el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles y aplicaciones prácticas de los sistemas m-Learning.
- ✓ Evaluar las posibilidades tecnológicas, tanto de los distintos tipos de dispositivos móviles (y su correspondiente, software y hardware) como de los posibles entornos de trabajo para el desarrollo de dichas las aplicaciones m-Learning.
- ✓ Desarrollar una aplicación móvil basada en juegos educativos destinada al auto-entrenamiento y auto-evaluación de una materia por medio de preguntas objetivas.
- ✓ Desarrollar una plataforma Web necesaria para la gestión de la bases de datos de preguntas para la aplicación móvil.

- ✓ Evaluar la aplicación móvil y la plataforma Web con los usuarios potenciales de ambas aplicaciones.
- ✓ Generar la documentación necesaria: memoria del proyecto y manuales de usuario.

1.5. Resultados esperados

- Aplicación educativa basada en juegos para dispositivos móviles, fácil e intuitiva de manejar por parte de los usuarios finales. Esta aplicación tendrá las siguientes las siguientes características:
 - Un diseño eficiente para la gestión de datos, evitando el uso excesivo de memoria del dispositivo, debido a las limitaciones que poseen dichos terminales móviles.
 - Compatible con el mayor número de dispositivos móviles posibles.
- Plataforma Web para gestionar fácilmente las bases de datos de preguntas que utilizará la aplicación móvil.
- Documentación: Memoria y manuales de usuario detallados para la correcta utilización de las aplicaciones.

1.6. Planificación temporal

1.6.1 Estructura de descomposición del trabajo

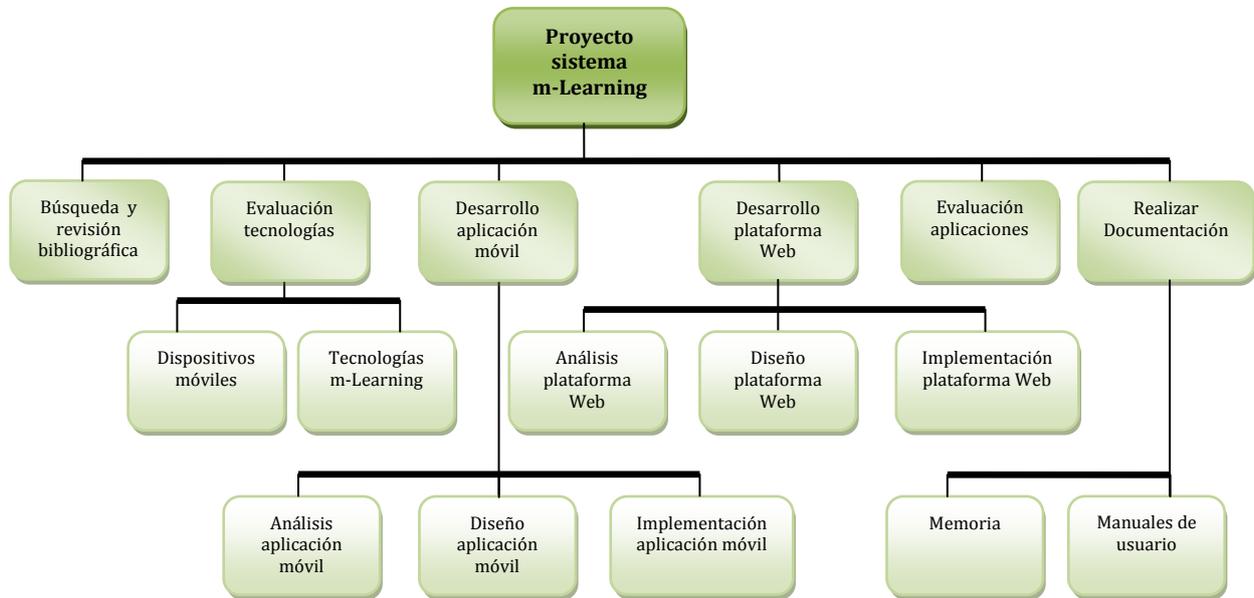


Figura 1.2: Descomposición temporal del trabajo

1.6.2 Estimación de tiempos

- ***Puesta al día bibliográfica***
 - Búsqueda y revisión bibliográfica _____ **4 semanas**

- ***Evaluación de los distintos entornos de trabajo***
 - Estudio de plataformas para dispositivos móviles _____ **3 semanas**
 - Estudio de aplicaciones m-Learning _____ **2 semanas**

HITO: Entorno de trabajo escogido

- ***Desarrollo de la aplicación para dispositivos móviles***
 - Análisis _____ **3 semanas**
 - Diseño _____ **1 semanas**
 - Implementación _____ **3 semanas**

- ***Desarrollo de la plataforma Web para la gestión de las BB.DD de preguntas***
 - Análisis _____ **1 semana**
 - Diseño _____ **1 semana**
 - Implementación _____ **1 semana**

- ***Pruebas y depuración de las aplicaciones***
 - Evaluación de la aplicación móviles _____ **1 semana**
 - Evaluación de la plataforma Web _____ **1 semana**

HITO: Aplicaciones terminadas

- ***Documentación***
 - Realizar memoria _____ **3 semanas**
 - Realizar manuales de usuario _____ **1 semana**

HITO: Proyecto terminado

Esfuerzo total: _____ **25 semanas**

1.6.3 Diagrama de Gantt

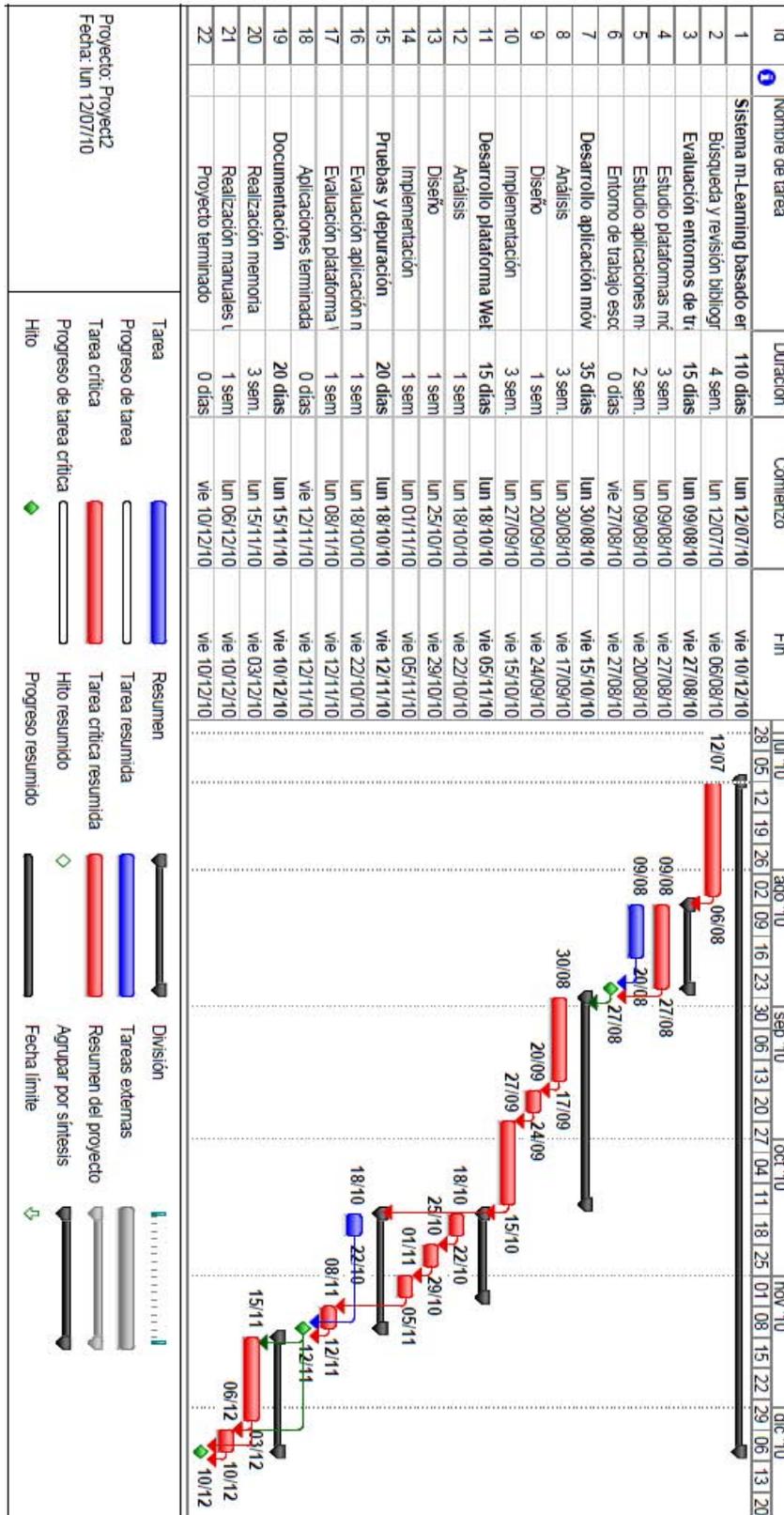


Figura 1.3. Diagrama de Gantt

1.7. Estructura del proyecto

A continuación, se realizará una breve descripción de los diferentes capítulos en los que se estructura el presente proyecto y los contenidos expuestos en cada uno. Como su nombre indica, este primer capítulo supone una introducción general al proyecto que se ha realizado, con una justificación de su realización, la definición del propósito, los objetivos y resultados que persigue, así como su planificación temporal.

En el capítulo 2 se llevará a cabo una revisión de los sistemas *e-Learning* y su adaptación a los dispositivos móviles, dando lugar al concepto *m-Learning*. Se definirán ambas metodologías, y se justificará su utilización. Además, se realizará un *estudio de las distintas plataformas* que se existen actualmente en el mercado para trabajar con terminales móviles. De este estudio dependerá en gran medida el futuro del proyecto, ya que una vez elegido dicho entorno de trabajo el diseño y desarrollo de la aplicación móvil estará determinado por dicho entorno. Por lo tanto, este proceso es de vital importancia y es necesario que sea lo más completo posible.

El capítulo 3 está dedicado a las etapas de desarrollo de la ingeniería del software: *especificación de requerimientos, análisis, diseño e implementación del sistema*. El capítulo comprenderá: análisis de requerimientos funcionales y no funcionales para el sistema, perfiles de usuarios, el modelo de casos de uso y escenarios, diseño de de las Bases de Datos, diseños de cada una de las interfaces de usuario, prototipos de pantallas, etc. Además se describirán las tecnologías utilizadas en la realización del proyecto, así como también, se justificará la elección del entorno de trabajo más apropiado para la consecución del proyecto.

Finalmente, el cuarto y último capítulo, estará dedicado a las *conclusiones* generales derivadas del desarrollo del proyecto, así como también se esbozarán algunas propuestas de posibles *trabajos para el futuro*.

En el Anexo A se describirá el contenido del CD que se adjunta con este proyecto. El Anexo B contendrá los manuales de instalación y de usuario de la plataforma Web.

Por último, el Anexo C análogamente incluye los manuales de instalación y de usuario de la aplicación móvil.

CAPÍTULO 2

e-Learning, m-Learning y tecnologías

2.1. Introducción

En este capítulo trataremos de establecer y concretar los conceptos sobre los que se sostiene este proyecto: *e-Learning* y *m-Learning*. Estas metodologías flexibilizan los procesos de enseñanza clásica y para su uso se requieren herramientas y nuevos métodos de enseñanza que serán descritos a continuación.

Para ello, se realizará una breve introducción de cada una de las metodologías, junto con sus respectivas características, herramientas, aspectos relevantes de su conocimiento. Del mismo modo, se expondrá la situación que actualmente existe en el mundo de los juegos educativos en terminales móviles y de las principales tecnologías empleadas para el desarrollo de aplicaciones móviles.

2.2. e-Learning

Como ya se ha expuesto anteriormente, este nuevo concepto hace uso de las nuevas tecnologías que están a nuestro alcance para enriquecer las metodologías tradicionales de la enseñanza y así atender la creciente necesidad de formación e información que demanda la actual sociedad.

E-Learning hace uso del ordenador aprovechando su potencia multimedia, es decir, la integración de la información en formato texto, imágenes, sonido y animación, lo que proporciona una enorme capacidad de comunicar de forma clara y sencilla dicha información ^[6].

Actualmente nos encontramos en el *boom* de Internet a nivel mundial, en 1998 había cerca de 65 millones de dispositivos conectados a Internet y actualmente existen más de 1.000 millones de equipos conectados mediante cable, sin incluir aquellos dispositivos conectados mediante conexiones inalámbricas ^[7]. Estos datos hacen que Internet sea el medio de distribución idóneo para cualquier contenido instructivo a un coste mínimo.

En general se puede decir, que e-Learning es una metodología que facilita la enseñanza a distancia caracterizada por una separación física entre profesorado y alumnado (sin excluir encuentros presenciales puntuales), entre los que predomina una comunicación bidireccional asíncrona donde Internet es el medio de comunicación y de distribución del conocimiento, de tal manera que el alumno es el centro de una formación independiente y flexible, al tener que gestionar su propio aprendizaje, generalmente con ayuda de tutores externos ^[9].

La gran mayoría de los procesos de virtualización en las universidades españolas, entendida como la implantación institucional del e-Learning, se han producido internamente de manera gradual, ya sea como Web informativa general (información sobre la oferta educativa, servicios, etc.), secretaría y gestión virtuales (matriculación, calificaciones, etc.) o campus virtual ^[8], es decir, acceso a material educativo como apoyo a la formación presencial, oferta de cursos semi-presenciales y cursos sólo online, etc.

2.2.1 Características de e-Learning

Son muchas las distintas características que esta metodología aporta a los entornos tradicionales de formación, muchas de las cuales ya se han comentado anteriormente. Entre dichas características cabe destacar ^{[6][10]}:

- **Contenidos actualizados.** Las novedades y recursos relacionados con el tema de estudio se pueden introducir de manera rápida en los contenidos, de forma que las enseñanzas estén totalmente actualizadas.
- **Formación individualizada.** El sistema e-Learning atiende a las necesidades particulares, de conocimientos o tiempo de aprendizaje, que pueda tener o seleccionar cada alumno en cada momento.

- **Aprendizaje 24/7.** Los alumnos pueden tener acceso a los contenidos en cualquier lugar y tiempo. Este enfoque *just-in-time training* permite que el aprendizaje sea verdaderamente global.
- **El alumno** es el centro de los procesos de enseñanza-aprendizaje y participa de manera activa en la construcción de sus conocimientos, teniendo capacidad para decidir el itinerario formativo más acorde con sus intereses.
- **El profesor** pasa de ser un mero transmisor de contenidos a un tutor que orienta, guía, ayuda y facilita los procesos formativos.

2.2.2 Ventajas e inconvenientes de e-Learning

Como sucede con la inmensa mayoría de las metodologías, e-Learning presenta una serie de ventajas e inconvenientes. Algunas de las ventajas y beneficios ya han sido expuestas con anterioridad, aun así cabe destacar lo siguiente:

- ✓ **Bajo coste.** Es la forma más económica de hacer llegar los contenidos o información. Elimina costes de desplazamientos y reduce significativamente las necesidades de infraestructura.
- ✓ **Universalidad.** Al ser una metodología que emplea principalmente la Web, posee ventajas de protocolos universales adoptados en Internet y en sus navegadores. Las diferencias que puedan ocasionar el uso de distintos sistemas operativos o plataformas disminuyen rápidamente.
- ✓ **Comunidades.** La Web permite construir comunidades que pueden compartir el conocimiento, pudiendo llegar a un número ilimitado de personas simultáneamente, que a su vez también pueden compartir su propio conocimiento.

A pesar de las numerosas ventajas que e-Learning aporta, es necesario tener en cuenta los inconvenientes que presenta. Principalmente se pueden nombrar cuatro:

- × *Economía.* A pesar de ser una de las ventajas anteriormente mencionadas, la accesibilidad es también una enorme desventaja, sobre todo en países con un alto índice de pobreza donde el acceso a las nuevas tecnologías es más que difícil.
- × *Cultura.* En la actualidad, aunque cada vez menos, existe la mentalidad de que para aprender es necesario ir a la escuela, sentarse y escuchar a los maestros.
- × *Predisposición del alumnado.* El hecho de que el alumno asuma la responsabilidad de su propio aprendizaje implica que, si no encuentra una motivación para seguir o el curso no está bien diseñado, opte por renunciar.
- × *Profesorado cualificado.* Requiere que los profesores o instructores tengan una adecuada formación y dispongan de más tiempo para dar soporte correctamente al alumnado.

Estos inconvenientes irán desapareciendo conforme se adquiera mayor experiencia en su utilización y su presencia sea más usual en nuestro sistema educativo. Por ello, es fundamental la labor de formación y capacitación a sus docentes por parte de las instituciones que deciden incorporar este tipo de formación, así como explicar desde el principio al alumnado cual es su papel en este nuevo escenario.

2.2.3 Modelo pedagógico en e-Learning

Todos los elementos que conforman un programa formativo basado en e-Learning, son importantes (alumnado, profesores, contenidos, TICs...) y deben estar enmarcados dentro de un modelo pedagógico que los sustente. Este modelo debe hacer referencia a cómo se entiende el proceso de enseñanza-aprendizaje, los métodos didácticos, las estrategias de aprendizaje, las herramientas, la evaluación, etc. Los modelos

pedagógicos están respaldados por teorías y principios de aprendizaje, que son los que perfilan los aspectos organizativos y didácticos de un programa formativo.

Las estrategias y métodos pedagógicos vinculados a un modelo e-Learning contextualizado en el ámbito del aprendizaje permanente deben contemplar los siguientes principios ^[2]:

- ***Aprender a aprender.*** Situando al alumno como el protagonista activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- ***Aprendizaje colaborativo.*** Fomentando la participación activa entre alumnos a través de distintas actividades dentro de las acciones formativas, así como con la creación de comunidades de aprendizaje.
- ***Compatibilidad y conexión con la realidad profesional.*** Ofreciendo programas de utilidad para alumnos que posibiliten una puesta en práctica inmediata de los aprendizajes en su realidad profesional.
- ***Uso de las TICs para el aprendizaje.*** Potenciando nuevas formas de desarrollo profesional y facilitando el acceso a las oportunidades de aprendizaje permanente.

Convirtiendo al alumnado en el centro del proceso de enseñanza y formación, los programas formativos deben diseñarse pensando en facilitar su aprendizaje. De esta forma, el escenario de formación se estructura poniendo a su disposición, por un lado, todos los recursos necesarios para optimizar su aprendizaje y, por otro, herramientas que permitan la interacción y participación con el resto de integrantes de la comunidad educativa. Se pondrán en marcha estrategias pedagógicas que guíen y orienten su aprendizaje para facilitar el camino a la consecución de los objetivos establecidos en las acciones formativas.

Existen diferentes tipos de acciones formativas, teniendo como criterio principal el nivel de autonomía del alumnado en su proceso de aprendizaje. Dicha clasificación

dependerá de si éste necesita un mayor o menor apoyo, que a su vez viene muy determinado por el grado de complejidad y nivel del aprendizaje ^[2].

- **Aprendizaje autónomo.** Se caracteriza por dar la posibilidad al alumnado de aprender de manera autónoma en base a unas guías y criterios pedagógicos definidos por los profesores. En este tipo de aprendizaje son de gran interés los contenidos digitales por tener un alto componente didáctico y auto-explicativo. Y para realizar la auto-evaluación es aconsejable llevarla a cabo a través de cuestionarios de corrección automática.

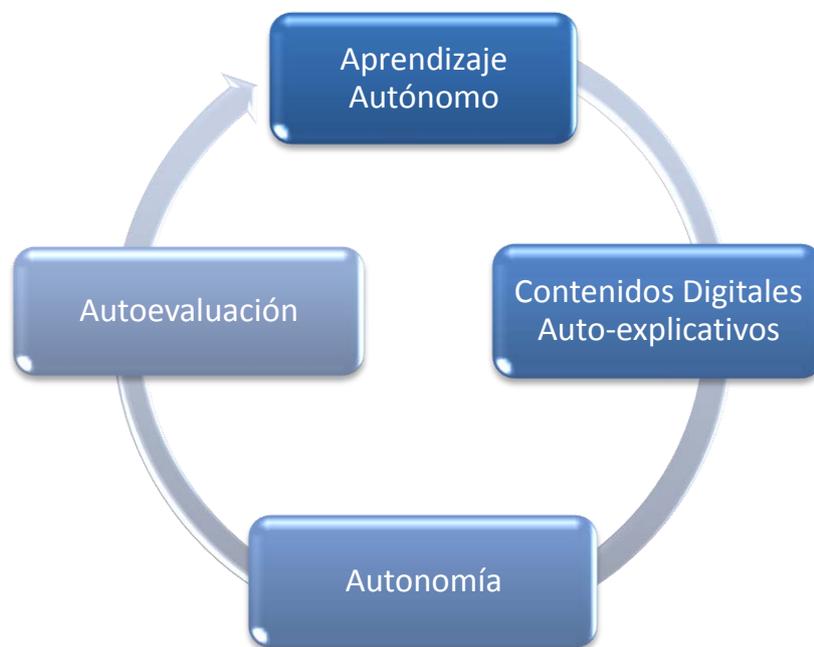


Figura 2.1: Proceso para un aprendizaje autónomo

- **Aprendizaje supervisado.** Requiere un seguimiento tutorizado por un mediador, como podría ser el profesor, que será una figura de referencia para el alumnado y lo acompañará en su proceso de aprendizaje. Para este tipo de aprendizaje es de gran utilidad las orientaciones y material didáctico aportado por dicho mediador. La evaluación se debe realizar de forma continua según los criterios establecidos por los tutores para los distintos alumnos.



Figura 2.2: Proceso para un aprendizaje supervisado

Podría decirse que el aprendizaje supervisado es una función que se deduce a partir de los datos de auto-entrenamiento y auto-evaluación obtenidos a través del aprendizaje autónomo.

En la realización de este proyecto, se ha optado por implantar un modelo de aprendizaje autónomo. Mediante este nuevo paradigma de aprendizaje, se pretende dotar al estudiante de herramientas que le permitan realizar el proceso de auto-entrenamiento y auto-evaluación de una forma amena por medio de la resolución de preguntas objetivas integradas en una serie de juegos. El **auto-entrenamiento** consiste en la adquisición de conocimiento de cara a superar un determinado objetivo de aprendizaje. Por su parte, la **auto-evaluación** es la capacidad del alumno de medir su progreso de aprendizaje por cuenta propia, a través de las herramientas docentes de las que dispone. Estos conceptos serán explicados con más detalle en posteriores apartados.

Tradicionalmente, los procesos de auto-entrenamiento y auto-evaluación han sido realizados mediante aplicaciones on-line basadas en preguntas tipo test. Sin embargo,

este tipo de aplicaciones resultan tediosas y aburridas a medio-largo plazo. Por tanto, debido a la importancia del aprendizaje autónomo en el nuevo cambio de enseñanza, parece adecuado adaptar las aplicaciones de preguntas tipo test para que motiven al alumno, con el fin de que éste no abandone el proceso de auto-entrenamiento y auto-evaluación ^[39].

2.2.4 Tecnologías y plataformas para e-Learning

Originariamente, los procesos e-Learning se realizaban por medio de herramientas aisladas, pero con el tiempo se fueron integrando en lo que se conoce como *plataformas*. Las plataformas e-Learning son un conjunto de aplicaciones informáticas sofisticadas que permiten soportar y gestionar todo el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de Internet (crear cursos, dar de alta usuarios, generar contenidos, herramientas de evaluación, etc.). En este sentido, para soportar estos sistemas de alta complejidad se encuentran los *Sistemas de Gestión del Aprendizaje (SGA)* o conocidos también como *Learning Management System (LMS)* ^[8].

Un LMS se encarga de entregar al alumno el modelo de aprendizaje diseñado y todos los elementos que lo componen con el fin de posibilitar la interacción con los recursos de aprendizaje. La **Figura 2.3** representa las principales funciones de un LMS tanto para administradores, estudiantes y profesores. A través de un LMS los administradores gestionan los cursos para promover un uso adecuado por parte de los profesores y estudiantes.

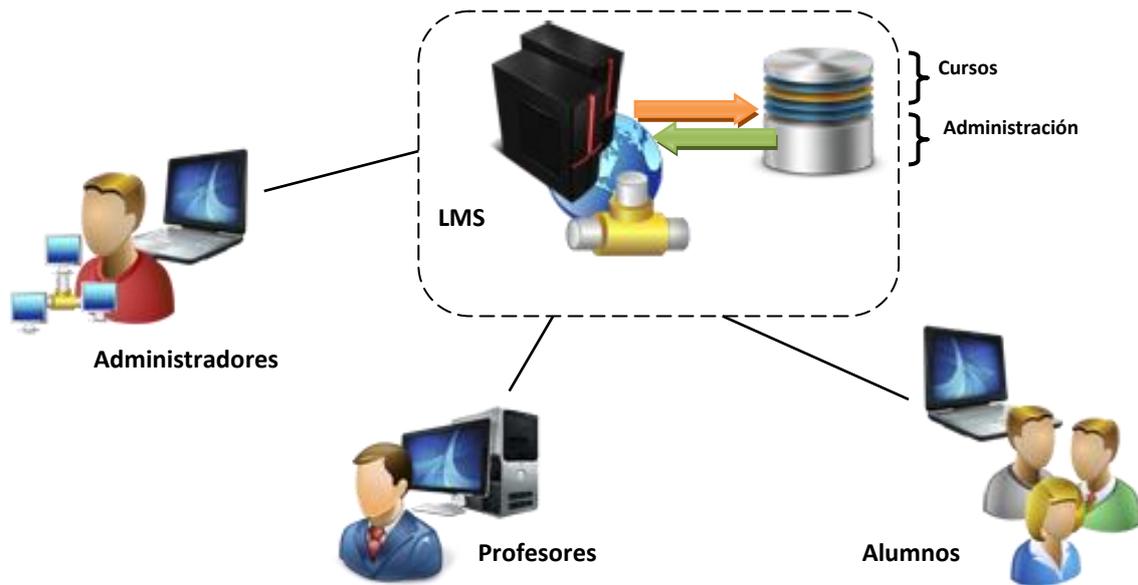


Figura 2.3. Funciones de un LMS

Las posibilidades de interacción y funcionalidad que permiten los LMS para soportar el proceso de enseñanza/aprendizaje son numerosas. Cabría destacar las siguientes:

- **Gestión administrativa.** A través de un LMS es posible gestionar cursos, es decir, creación, modificación, actualización, eliminación, etc. Registrar estudiantes y profesores, como por ejemplo: altas, bajas, asignación de cursos, seguimiento del progreso de los estudiantes, (emisión de reportes, calificación obtenida, etc.).
- **Herramientas de diagnóstico.** Permiten valorar los conocimientos previos del estudiante antes de realizar una actividad; requisitos de aprendizaje de acuerdo a un modelo de competencias, generar un plan de aprendizaje personalizado, etc.
- **Realizar seguimiento de los cursos.** El sistema presenta a los usuarios programas e-Learning y configurar el hardware y software requerido para ello. Durante el desarrollo del curso es posible además controlar sus progresos, valorar el nivel de habilidades o conocimiento logrado, proporcionar realimentación y de acuerdo a ello modificar el plan inicial de aprendizaje.

Para conocer algunos ejemplos de LMS conocidos, las **Figuras 2.4 y 2.5** muestran una imagen de la plataforma *Blackboard* y *Moodle* respectivamente [8].

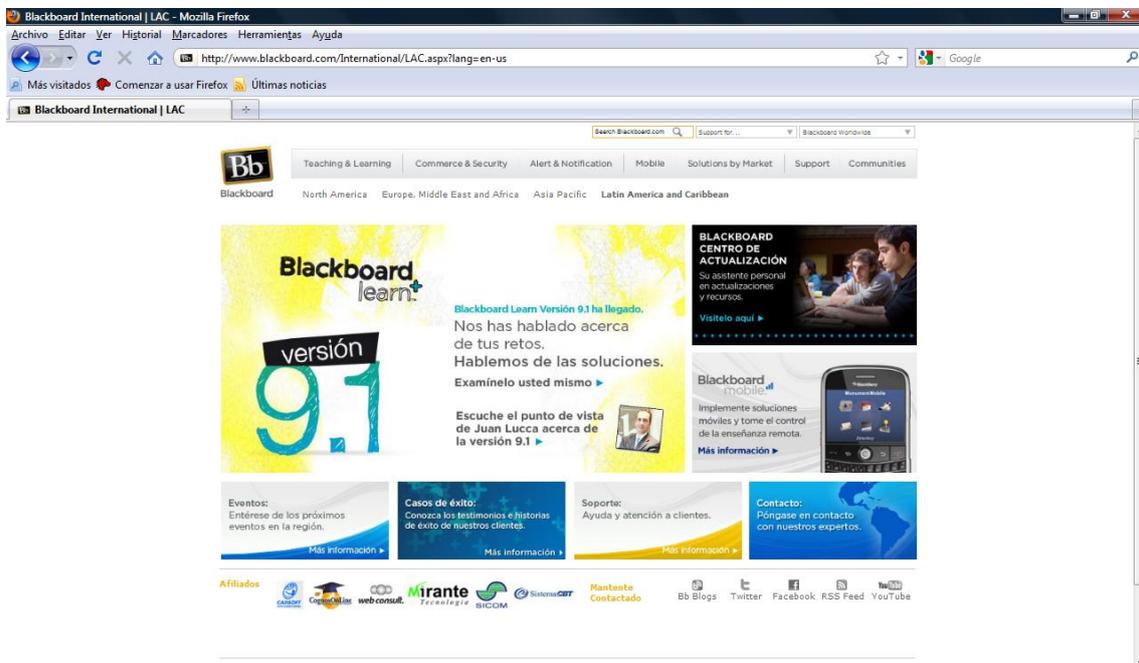


Figura 2.4. Plataforma Blackboard

Blackboard Learning System (*www.blackboard.com*), es un entorno de manejo de cursos. Actualmente esta plataforma está siendo usada a nivel mundial por diversas instituciones relacionadas con la educación, tal es el caso del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA en Colombia. También la utilizan la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de los andes y la Pontificia Universidad Javeriana. En México tiene presencia desde hace más de 10 años en diversas universidades e instituciones como el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), la Universidad Iberoamericana y la Universidad Anáhuac.

Blackboard Learning System ofrece una amplia variedad de características para facilitar la creación de contenido profesional y de alta calidad, junto con herramientas complementarias que optimizan aún más el plan de estudios general del curso [37]. Por ejemplo:

- Los instructores pueden especificar criterios para la divulgación programada de contenido.

- Nombramiento y navegación controlados por el usuario y basadas en texto para áreas de contenido del curso.
- Unidades de Aprendizaje permiten a los instructores establecer un camino estructurado para el progreso.
- Mover y copiar contenido, archivos y Unidades de Aprendizaje dentro de las áreas de contenido del curso y entre cursos.

Blackboard también tiene una arquitectura abierta, llamada Building Blocks (<http://buildingblocks.blackboard.com>), que puede se usar para extender la funcionalidad de los productos Blackboard o integrarlos con otros sistemas de programas.

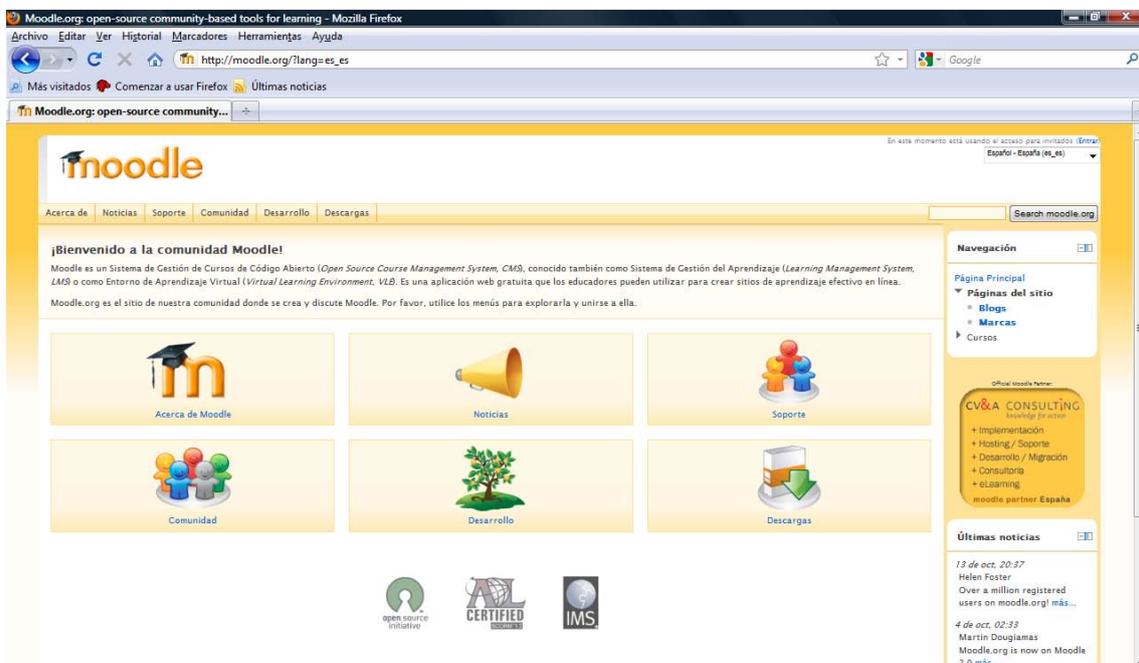


Figura 2.5. Plataforma Moodle

Moodle (www.moodle.org) es un sistema de gestión de cursos (CMS, Course Management System) concebido por Martin Dougiamas, un australiano con formación tecnológica y educativa que iniciaba el proyecto Moodle en 1999 como un reto personal para apoyar tecnológicamente a su tesis doctoral, haciéndose pública su primera versión en 2002 [38].

Actualmente Moodle se usa en más de 7.000 sitios web alrededor del mundo, está presente en 160 países y se ha traducido a 75 idiomas. Un total de 1.300 institutos y universidades lo usan como complemento a sus clases presenciales y, a escala mundial, cuenta con más de dos millones de usuarios. En tres años, esta plataforma de código abierto se ha puesto a la cabeza como soporte de apoyo a la docencia presencial, semipresencial y a distancia, esto es, como plataforma e-Learning.

Permite distribuir materiales de aprendizaje, crear y gestionar debates temáticos y tablones de anuncios, pasar cuestionarios a los estudiantes, evaluar tareas, integrar recursos de Internet, crear glosarios y diccionarios, gestionar el tiempo a través de un calendario global de distintas asignaturas, ofrece herramientas de comunicación entre los estudiantes, como la mensajería instantánea, permite la tutoría electrónica en privado o en grupo, calcula estadísticas, gestiona las calificaciones, etc.

En e-Learning, las herramientas que se ponen en práctica han de cumplir varios requisitos para otorgar calidad al proceso de enseñanza y aprendizaje, entre otras muchas características, hablamos de flexibilidad y capacidad para adaptarse al cambio.

A continuación se describen las herramientas más comunes utilizadas en la formación por medio de e-Learning, la mayoría de ellas se utilizan dentro de las plataformas virtuales de teleformación e incluso pueden usarse en combinación con otras metodologías. Se clasifican pues, en tres grandes bloques ^[2]:

- ***Herramientas didácticas:***
 - Foros, Wikis y Blogs
 - Mensajería electrónica
 - Chat
 - Videoconferencias, clases virtuales
 - Contenidos digitales
 - Contenidos adicionales (multimedia, enlaces, etc.)

- Glosario interactivo
- Zona de ficheros/descarga

- **Herramientas de evaluación:**
 - Ejercicios y tareas
 - Exámenes

- **Herramientas de gestión docente:**
 - Calendario
 - Tablón de anuncios
 - Envío de SMS, e-Mails, etc.

2.3. m-Learning

Con el desarrollo de Bluetooth, WAP, GPRS y UMTS, el movimiento de la telefonía y la informática se ha encaminado hacia un entorno inalámbrico irreversible. Tecnologías y aplicaciones son sustituidas por otras nuevas e inalámbricas: e-Business por m-Business, e-Commerce por m-Commerce y, por supuesto también, e-Learning por m-Learning ^[11].

M-Learning debe ser un componente de valor añadido en los modelos de aprendizaje. La clave, en este caso, es la interconectividad, que elimina cualquier dependencia de lugar y espacio, y es la expresión absoluta de lo que podríamos denominar propiedad del aprendizaje por parte del estudiante, en materia de tiempo, intensidad y transferencia del conocimiento adquirido en el espacio de aprendizaje. Ofreciendo la libertad de capturar pensamientos e ideas de manera espontánea, justo cuando la inspiración llega, logrando la ampliación de los límites del aula, permitiendo acceder a las tecnologías de la información cuando y donde el usuario lo necesite, y facilitando la posibilidad de implementar innovadores modos de dar clase y aprender.

Este nuevo modelo puede generar un cambio radical en el proceso educativo, el aprendizaje a través de dispositivos móviles generará nuevos enfoques en las concepciones pedagógicas, no se trata solamente de saber enseñar o hacer comprender una materia, sino de convivir con la tecnología como herramienta para las labores cotidianas, fomentando la investigación y el auto-aprendizaje en el estudiante, objetivo del presente proyecto.

Las comunicaciones móviles, junto con la banda ancha, fueron los servicios que en los últimos años han experimentado un mayor crecimiento a nivel mundial. Se estima que existen en el mundo 3.300 millones de líneas móviles, sólo en 2007 se registró un incremento de 550 millones y se vendieron 1.150 millones de terminales nuevos y de reposición. Dos tercios de estas nuevas líneas se localizaron en países no desarrollados o emergentes; así, China, a principios de 2008, contaba con unos 550 millones de usuarios, mientras que en Europa la cifra era de unos 900 millones. India, con 250 millones en marzo de 2008, es el mercado de móviles que crece a mayor velocidad del mundo, con unos 8 millones de altas nuevas cada mes ^[1].

2.3.1 Características de m-Learning

Son numerosas las características que hacen que esta metodología se diferencie de los entornos anteriormente comentados de e-Learning. Las principales son ^{[1][3]}:

- *Aprendizaje "Anytime & Anywhere"*. Ya no se requiere estar en un lugar particular ni a una hora dada para aprender. El dispositivo móvil puede ser usado en cualquier parte y en cualquier momento, por lo que el proceso de aprendizaje se personaliza y adapta a los requerimientos y disponibilidades individuales de cada educando.
- *Tecnología más barata*. El coste de adquisición de un dispositivo móvil es notablemente inferior al de un ordenador personal, lo cual puede contribuir también a reducir la brecha digital.

- **Mayor accesibilidad.** La gran mayoría de estos dispositivos móviles podrían estar conectados a redes y servicios, de acceso a Internet.
- **Incremento en la curva de aprendizaje.** Para algunos usuarios es más fácil utilizar un teléfono móvil que utilizar un computador.
- **Mayor alcance y difusión.** La telefonía móvil está al alcance de casi todos, en la actualidad hay aproximadamente un 99% de estudiantes con acceso a un terminal móvil propio, por un 55% para el caso de los ordenadores.

2.3.2 Ventajas e inconvenientes de m-Learning

Pese a que ya han sido comentadas muchas de las ventajas que m-Learning aporta al modelo e-Learning aún quedan algunas dignas de ser comentadas ^{[1][2]}:

- ✓ **Aprendizaje en instituciones culturales.** En estos entornos se ha demostrado que las tecnologías multimedia e inalámbricas son una herramienta eficaz, ya que proporcionan al usuario información de interés en función del lugar en el que se encuentre.
- ✓ **Portabilidad.** Gracias a su reducido tamaño, los dispositivos móviles pueden ser llevados consigo y ser usados en cualquier lugar e instante, como por ejemplo en viajes en transportes urbanos, trenes, aviones, etc.
- ✓ **Entretenimiento.** Los dispositivos móviles, tiene un uso para el ocio incuestionable. El éxito de los juegos para móvil da una idea del potencial que puede tener m-Learning empleando juegos didácticos, entre los cuales se recopilan ejercicios tradicionales, como nuevos y son adaptados a los dispositivos móviles para estimular la memoria y las capacidades cognitivas, ya sea tanto para jóvenes como para personas adultas. Y es que está sobradamente demostrado que jugando se mejora la predisposición al aprendizaje y facilita dicho proceso al efectuarse de una manera agradable y estimulante.

También hay que ser conscientes de que el m-Learning también presenta algunos inconvenientes que habría que tener en cuenta, y es que a pesar de sus ventajas, existen aún obstáculos que hay que salvar para desarrollar productos formativos de calidad que se adapten a las necesidades de los estudiantes, como serían ^{[2][3]}:

- × **Resistencia al cambio.** Aún no termina de penetrar la formación a distancia y menos aún utilizar el teléfono móvil para cursar estudios por medio de este dispositivo
- × **Problemas de usabilidad.** Se pueden presentar dificultades debidas a que la pantalla de estos dispositivos suele ser pequeña y su resolución puede resultar en algunos casos insuficiente, junto también a una limitación de memoria y procesamiento, con respecto a los ordenadores de sobremesa o los portátiles.
- × **Demasiada diversidad.** El mercado actual de los móviles es muy heterogéneo, la diversidad de dispositivos con sus respectivos modelos, resoluciones de pantallas, sistemas operativos, conectividad, compatibilidad, etc. presentan una limitación a la hora de establecer una media, para cualquier formato de contenidos a generar, con lo cual es necesario avanzar en etapas y brindar requerimientos claros para cada tipo de contenido.
- × **Acceso online restringido.** Una de las principales barreras a afrontar es la conectividad a Internet. Las nuevas generaciones de Smartphone (iPhone, Blackberry, Android, etc.) ya poseen acceso a redes Wi-Fi o tarifas especiales para su conexión, permitiendo lograr niveles de interactividad de forma descentralizada. Pero los móviles que todavía no poseen esta funcionalidad deben conectarse a Internet con un alto coste. Esto reduce notablemente los usuarios potenciales para acceder al m-Learning cuando es necesario el intercambio de información.

Y es que dichos dispositivos aún presentan limitaciones técnicas, que con el tiempo se pueden ir salvando estos obstáculos y mejorar conforme evolucione la tecnología. En

m-Learning también juega un papel imprescindible la calidad de las aplicaciones didácticas que se empleen junto con un contenido ideado para conseguir unos objetivos didácticos o de aprendizaje claros.

2.3.3 Modelo pedagógico en m-Learning

Desde el punto de vista pedagógico, la utilización de herramientas informáticas como apoyo a la educación y específicamente como ayuda colaborativa, es una realidad que ha permitido optimizar el proceso enseñanza-aprendizaje, condición que se evidencia cada día en todos los aspectos de la práctica docente, del desarrollo de la educación y de la ciencia, y debe ser tomada en cuenta por su gran aporte en la percepción del contexto de aprendizaje, es decir, es necesario cambiar la perspectiva y reconocer la importancia del entorno donde suceden los procesos educativos ^[1].

De esta forma, si el objetivo es que los alumnos trabajen y se comprometan con el aprendizaje, es necesario crear contextos adecuados y permisivos para que ello suceda; los entornos de aprendizaje, ya sean presenciales o virtuales, deben ser percibidos por los estudiantes como ricos en conocimientos, variados en recursos, permisivos y amigables.

La utilización de herramientas informáticas dentro del contexto pedagógico implica estudiar algunas variables que influyen en el desempeño de los estudiantes en entornos presenciales como virtuales. Algunas de las variables que pueden hacer cambiar el entorno de aprendizaje son las siguientes:

- La *orientación motivacional intrínseca* está relacionada directamente con las acciones que el sujeto realiza por el interés que le genera la propia actividad, considerada como un fin en sí misma y no como un medio para alcanzar otras metas. Así pues, si el estudiante está motivado intrínsecamente es más probable que seleccione y realice actividades por el interés, curiosidad y desafío que éstas provocan.

- Por el contrario, la *orientación motivacional extrínseca* lleva al individuo a realizar una determinada acción para satisfacer otros motivos que no están directamente relacionados con la actividad en sí misma, sino más bien con la consecución de otras metas. Desde el punto de vista de la educación no presencial esta motivación es la que desmotiva al estudiante con la continuación de un curso virtual y debe ser combatida desde todos los puntos de vista pedagógicos.

Además de estas motivaciones, el control del aprendizaje y la ansiedad son variables que varían de un entorno a otro y que pueden ser claves para mejorar el rendimiento de un estudiante en un entorno virtual.

La ansiedad es una de las variables que afectan de manera significativa a usuarios de aulas virtuales que no tienen experiencia en este tipo de aprendizaje. Existen varias formas para afrontar estos inconvenientes que afectan a estudiantes con o sin experiencia y es una de las claves de éxito que algunas Universidades han tenido y es el de darle a la interfaz de los cursos virtuales mayor cantidad de recursos de comunicación con los participantes del aula como con el tutor o profesor.

El uso de recursos tecnológicos (ordenadores, terminales móviles, etc.) diferentes a los tradicionalmente utilizados en contextos presenciales pueden causar impacto en algunos alumnos, puesto que para algunos estudiantes el hecho de utilizar estas herramientas requiere un aprendizaje extra al que normalmente se utilizaría en un ambiente presencial; pero se debe tener en cuenta que muchas de las personas que toman cursos virtuales lo hacen por la importancia de la orientación y motivación extrínseca.

El uso de los dispositivos móviles en los procesos de enseñanza-aprendizaje presenta una serie de ventajas pedagógicas a la que se suman otras operativas, tales como que se trata de una herramienta de la que disponen prácticamente todos los estudiantes y brinda enormes posibilidades de interacción en los ambientes de aprendizaje.

- ✓ Ayuda a los estudiantes a *mejorar sus capacidades* para leer, escribir y calcular, y a reconocer sus capacidades existentes.
- ✓ Puede ser utilizado para *incentivar experiencias* de aprendizaje independientes o grupales.
- ✓ Ayuda a los estudiantes a *identificar* las áreas donde necesitan ayuda y respaldo.
- ✓ Ayuda a *combatir la resistencia* al uso de las TIC y pueden ayudar a tender un puente sobre la brecha entre la alfabetización a través del teléfono móvil y la realizada a través de las TIC.
- ✓ Ayuda a eliminar algo de la formalidad de la experiencia de aprendizaje e *involucra a estudiantes* renuentes quienes están familiarizados desde la niñez con máquinas de juegos como *PlayStations* o *GameBoys*, por lo tanto, esta familiaridad con la tecnología mantiene sus niveles de interés.
- ✓ Ayuda a elevar la *autoestima* y proporciona una sensación de confianza en la medida que se brinda a los docentes y estudiantes la responsabilidad del cuidado de dispositivos tecnológicos propios del m-Learning.

2.3.4 Proyectos e investigaciones en m-Learning

A lo largo de este capítulo, se ha podido ver que el Aprendizaje Móvil va adquiriendo cada vez más fuerza. No es de extrañar que las principales instituciones y, sobre todo, la mayoría de las compañías relacionadas con la telefonía móvil estén apostando por m-Learning. Así, Ericsson, Nokia, Vodafone, DoCoMo, Motorola o Deutsche Telekom disponen ya de equipos que están desarrollando programas formativos pensados específicamente para ser impartidos desde un teléfono móvil.

La Unión Europea ha decidido potenciar sistemas de aprendizaje fundamentados en las posibilidades que ofrece esta tecnología. Desde el programa m-Learning de la Agencia para el Aprendizaje y el Desarrollo de Habilidades (LSDA) se están diseñando productos educativos dirigidos a jóvenes de entre 16 y 24 años. Los temas suelen ser muy cortos, sencillos y ágiles, muy interactivos y exprimen al máximo los recursos multimedia que integran estos dispositivos móviles ^[1].

Entre la colección de sistemas ideados hasta el momento destaca la recepción de mensajes multimedia (MMS) con juegos de resolución de operaciones matemáticas y de preguntas/respuestas sobre diversos contenidos pedagógicos.

Dentro de marco europeo cabe destacar los siguientes proyectos de investigación en relación al Mobile Learning:

- **MOBILearn** (www.mobilearn.org). Es un proyecto cofinanciado por la Comisión Europea y *National Science Foundation* de EE.UU. que aglutina varias universidades y compañías de telecomunicaciones de Australia, Europa y Estados Unidos. Su objetivo consiste en el diseño de contenidos y una arquitectura de referencia que permita integrar los dispositivos móviles en entornos virtuales de enseñanza/aprendizaje.
- **The Classroom 2000 project** (ssc.sagepub.com). Proyecto del Instituto de tecnología de la Universidad Georgia que ha desarrollado una tecnología educativa móvil que permite a los estudiantes leer las diapositivas del profesor directamente sobre sus PDAs en tiempo real.
- **Handheld Learning Resource (HandLeR)** (www.learningresources.com). El proyecto es de la Universidad de Birmingham, con el que personas de todas las edades pueden desarrollar una educación personal a través de la experiencia a lo largo de sus vidas. Dicho proyecto está siendo aplicado en el área de medicina de la radiología, en donde una residente de radiología en su primer año de entrenamiento en neuroradiología revisa los casos del día de resonancia

magnética a través de su PDA o Tablet PC, por medio de una red inalámbrica con posibilidad de seleccionar unos casos y hacerles reportes o descripciones previas que puede comparar con las descripciones de los profesores, así como la capacidad de revisar desde casa casos después del trabajo con otros compañeros o solicitar aclaraciones al profesor.

A nivel del Estado Español, cabe citar 2 experiencias. La primera se refiere a la empresa *Telefónica Móviles España* (www.movistar.es); pionera en la implementación del m-Learning; que ha puesto a disposición de su personal 16 cursos, los cuales se reciben directamente en los celulares o PDAs. Desde el año 2006, estos cursos son recibidos por el 65% de los más de 4500 empleados de la empresa.

Por otra parte cabe citar, la iniciativa promovida desde la *Red.es* (www.red.es) (entidad dependiente del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo), por la que se han lanzado los cursos de *Español online* para soportes móviles (m-Learning), orientada a todo el colectivo de inmigrantes del sector de la hostelería y turismo. Estos cursos virtuales están diseñados para que el alumno se capacite para su inserción laboral.

2.4. Procesos de auto-entrenamiento y auto-evaluación

2.4.1 Auto-entrenamiento

El término auto-aprendizaje o auto-entrenamiento, referido en el contexto educacional, consiste en aprender mediante la búsqueda individual de la información y la realización, también individual, de prácticas o experimentos. A una persona que aprende por sí misma se le llama autodidacta.

Entre las ventajas del auto-entrenamiento, se destaca que esta modalidad fomenta la curiosidad y la autodisciplina, suele ser más entretenido que el aprendizaje formal, ayuda a formar la personalidad y es más constructivo.

Para que el auto-entrenamiento se lleve a cabo satisfactoriamente es necesaria la implicación del estudiante, ya que si no está motivado o no le entretiene la materia podría abandonar el estudio autodidacta.

La propuesta de este proyecto trata de algún modo de entretener al estudiante, por medio de una serie de juegos, al mismo tiempo que aprende las distintas materias de forma autónoma.

2.4.2 Auto-evaluación

La autoevaluación es un tipo de evaluación ligada con el auto-aprendizaje, ya que es una evaluación que realiza el propio estudiante y que le permite comprobar su propio nivel de aprendizaje y, en algunos casos, reorientarlo.

Por tanto, la auto-evaluación puede entenderse como un conjunto de actividades auto-correctivas o acompañadas de soluciones que permiten al estudiante comprobar el tipo y grado de aprendizaje respecto de cada uno de los objetivos de la acción formativa.

Este proceso de auto-evaluación, aporta las bases para asegurar la viabilidad de procesos de cambio, sustentados en el aprendizaje que han logrado los participantes en el aprendizaje de las materias desarrolladas ^[40].

2.5. Videojuegos móviles educativos

Los videojuegos son parte de la vida cotidiana de niños pequeños y, cada vez más, de niños no tan pequeños. En las últimas dos décadas los videojuegos han madurado como forma de entretenimiento a nivel mundial. El desarrollo de videojuegos ha evolucionado, en paralelo con la tecnología, dando lugar a distintos tipos de juegos. Más allá de los juegos de acción existen juegos educativos de tipo simulación,

estrategia, rol, deportes, puzles o aventuras gráficas. Los videojuegos pueden ser útiles como medio de aprendizaje ya que usados de forma adecuada pueden enseñar y además potenciar distintas habilidades en los estudiantes.

En los últimos años el número de aplicaciones desarrolladas para dispositivos móviles ha aumentado de forma considerable debido a la continua expansión del mercado de los dispositivos móviles. El total de estas aplicaciones representa un alto porcentaje en el mercado de los videojuegos para dispositivos portátiles afectando directamente a las plataformas más relevantes de videoconsolas portátiles como *PlayStation Portable* y *Nintendo DS* ^[12].

A continuación, en las **Figuras 2.6** y **2.7** se muestra un estudio ^[14] donde se estiman los beneficios obtenidos por las plataformas más relevantes en el mundo de los videojuegos para sistemas portátiles en Estados Unidos entre el año 2008 y 2009. Estas plataformas son la *Nintendo DS*, *PlayStation Portable* (PSP) y la plataforma de *iPhone*.



Figura 2.6. Ventas de videojuegos en dispositivos móviles en 2008 (EE. UU.)



Figura 2.7. Ventas de videojuegos en dispositivos móviles en 2009 (EE. UU.)

Como se observa en los gráficos anteriores, el uso de las plataformas móviles como plataforma de videojuegos crece considerablemente en los últimos años llegando a competir directamente con las plataformas dedicadas exclusivamente al mundo de los videojuegos.

Para la realización de un juego educativo lo más importante es el diseño y cómo se transmitirá la información al usuario ^[13]. Cualquiera de las categorías de videojuegos anteriormente mencionadas puede ser válida para su realización. Lo principal que debe considerarse es la metáfora sobre la que se construirá el juego.

Diseñar aplicaciones para entornos m-Learning no es una tarea trivial. En un principio se pensó que el contenido de un sistema e-Learning podía ser adaptado directamente a un dispositivo móvil. Sin embargo, este enfoque no tiene en cuenta la diferencia de rendimiento que hay entre computadores personales y dispositivos móviles. Por tanto no aprovecha a las características adicionales que estos poseen y no distingue entre las diferencias existentes en el ambiente y filosofía de su uso. Esto

conlleva al estudio de qué factores han de tenerse en cuenta a la hora de diseñar aplicaciones en este tipo de dispositivos.

Es importante diseñar sistemas que sean efectivos, eficientes, sencillos y amenos a la hora de utilizarlos. Más en nuestro caso en el que la interacción de usuario con aplicaciones educativas no debe suponer una barrera en la adquisición de conocimientos ^[12].

La posibilidad de usar videojuegos para fines educativos abre enormes posibilidades para acercar la educación a la vida cotidiana de los alumnos, incrementar su motivación y su compromiso para aprender. Los juegos tienen el potencial de ofrecer a los jugadores (alumnos) el control del proceso, avanzar a su ritmo, cometer errores y aprender de ellos. Su uso de forma estratégica, y siempre considerando un correcto objetivo pedagógico, permite a los alumnos interactuar de manera más integral con estímulos visuales y sonoros que favorecen la apropiación de conceptos.

2.5.1 Videojuegos comerciales para fines educativos

En los juegos de acción generalmente el personaje que controla el jugador posee un arma y tiene la finalidad de cumplir una misión. El jugador se ve enfrentado a enemigos en base a diferentes metáforas. Algunos juegos comerciales de esta categoría han optado como base algún evento histórico tal como alguna guerra o batalla. Por ejemplo, los juegos *Medal of Honor* ^[33] y *Call of Duty* ^[34] han basado sus diferentes versiones en la II Guerra Mundial, la Guerra de Vietnam e incluso guerras actuales como la del Golfo. Estos videojuegos son casi un simulador de la vida real en cuanto al realismo que presentan de la guerra y sus episodios más importantes, aunque con tintes más novelísticos o cinematográficos ^[13].

Un tipo de videojuegos que es fácil usar para fines de aprendizaje es la simulación. Esto se debe principalmente a que proporcionan la cualidad de tener modeladas diferentes situaciones del mundo real en el juego. En *SimCity* ^[35] o *Zootycoom* ^[36], el

jugador debe manipular variables del entorno con las que debe lograr que la ciudad o el zoológico que controlan se mantengan en el tiempo, gestionando los recursos, controlando diversas variables económicas, sociales y geográficas. Gracias a este tipo de juegos se puede lograr que el jugador adopte habilidades de control de variables, conozca las implicaciones que tiene la manipulación de éstas y al mismo tiempo se puede lograr que aprenda contenido.

2.5.2 Videojuegos en dispositivos móviles

Los videojuegos históricamente han sido diseñados y desarrollados para computadores personales o bien para consolas de juegos, con grandes capacidades gráficas y modos de interacción particulares de cada dispositivo. Con la aparición de los terminales móviles se ha logrado, en gran medida, transportar estos videojuegos a los nuevos dispositivos. El mayor problema radica en que los videojuegos fueron diseñados para otro contexto de uso y otras formas de interacción.

El desarrollo de aplicaciones educativas para usar en teléfonos móviles se enmarca en videojuegos de tipo *trivial*. La utilización de preguntas y respuestas es método el más usado para este tipo de juegos en dispositivos móviles. Hoy en día, muchos investigadores plantean que es necesario considerar completamente el contexto para diseñar videojuegos serios en móviles, esto es, no sólo aprovechar información como la ubicación del alumno, sino también sus formas de jugar, velocidad de movimientos, aceleración, manipulación de objetos, etc. Actualmente con el uso del acelerómetro se pueden obtener datos relacionados con los modos de interacción, además de que es posible aprovechar otras cualidades que no nos entrega un ordenador personal ^[13].

En este proyecto se abordará la implementación de tres juegos educativos compatibles para dispositivos móviles: el juego de los *Chinos*, el *Ahorcado* y el *3 en Raya*. Dichos juegos no son educativos por sí mismos, por lo que se deberá añadir de

alguna manera una *componente educativa* en forma de preguntas para lograr el objetivo propuesto.

2.6. Plataformas y tecnologías en dispositivos móviles

Como ya se ha explicado anteriormente, este proyecto consiste en desarrollar una aplicación móvil que contenga una serie de juegos educativos de auto-entrenamiento y auto-evaluación, sobre la que subyace una base de datos con preguntas y soluciones que corresponderán a diversas materias.

Por ello, conocer las principales plataformas y tecnologías para dispositivos móviles existentes puede ayudar a aclarar un poco más las posibilidades tecnológicas que mejor se adecuen para su realización. Es por ello que se hace necesaria una investigación del mercado actual de aquellas tecnologías que soporten, sobre todo, el uso de videojuegos.

Así pues, de cada tecnología se obtendrá un breve resumen de sus especificaciones, utilidades, documentación específica, etc. Finalmente, tras la recopilación de toda esta información, se estará en disposición de elegir el entorno de trabajo perfecto.

2.6.1 Java 2 Micro Edition (J2ME)

Java Micro Edition, J2ME, fue originalmente creada para construir aplicaciones para dispositivos empotrados y móviles. Su misión es permitir el desarrollo de aplicaciones Java que se ejecuten en pequeños dispositivos con memoria, potencia y visualización limitada. La plataforma J2ME es una colección de tecnologías y especificaciones que puede ser combinada para construir un



completo ambiente Java focalizado en soportar los requerimientos de un particular dispositivo o mercado, gracias a la ventaja de ser multiplataforma.

La tecnología J2ME, está basada en tres elementos:

- Una configuración que proporciona el más básico conjunto de librerías y una serie de máquinas virtuales Java (cada una para diferentes tipos de pequeños dispositivos y que son las que median con el sistema operativo del dispositivo) para un extenso rango de dispositivos.
- Un perfil es un conjunto de APIs soportadas por un rango de dispositivos
- Paquetes opcionales, conjunto de APIs tecnológicas opcionales soportadas sólo por algunos dispositivos de un perfil dado.

Con el tiempo la plataforma J2ME ha sido dividida en dos configuraciones base: una para dar soporte a pequeños dispositivos móviles, *Connected Limited Device Configuration* (CLDC), y otra para dirigirse hacia dispositivos móviles con más capacidad como Smartphones, *Connected Device Profile* (CDC).

J2ME cubre desde pequeños dispositivos móviles con conexiones de red intermitente, hasta dispositivos con capacidad de conexión on-line. El diseño de la plataforma cubre la necesidad del soporte eficiente y flexible de los servicios que cubren todos los canales móviles.

2.6.2 Symbian OS

Symbian fue creado por *Nokia* y otras empresas asociadas para crear un sistema operativo avanzado para móviles. Marcas como Siemens, Sony Ericsson, Samsung, Motorola, Panasonic, Sharp y, por supuesto, Nokia tienen modelos provistos con este sistema. A Nokia le pertenece ya la mayor parte de la compañía y por consiguiente posee el mayor porcentaje de terminales con Symbian OS [29].



Symbian posee una arquitectura de microkernel, es decir, el mínimo necesario se encuentra dentro del núcleo para maximizar la robustez, la disponibilidad y capacidad de respuesta. Contiene un planificador, gestión de memoria y controladores de dispositivos. Symbian está diseñado para enfatizar la compatibilidad con otros dispositivos, especialmente con los sistemas de archivos extraíbles.

Symbian OS se creó siguiendo tres principios de diseño de sistemas:

- La integridad y seguridad de los datos del usuario es de suma importancia.
- El tiempo de usuario no debe ser desperdiciado.
- Todos recursos son escasos.

Para conseguir estos principios, el sistema operativo está optimizado para dispositivos de bajo consumo basados en la batería y para los sistemas basados en ROM. Las solicitudes, y el propio sistema operativo son la consecuencia de un diseño orientado a objetos: Modelo-vista-controlador (MVC).

Actualmente, el SDK para Symbian OS es el estándar C++, utilizando Qt. Se puede utilizar con Qt Creador o Carbide (la versión más antigua del entorno de desarrollo para Symbian). Un simulador permite realizar pruebas de aplicaciones Qt. Las aplicaciones compiladas para el simulador se compilan a código nativo para la plataforma de desarrollo.

También es posible desarrollar aplicaciones para Symbian con C++, aunque ya no es un estándar, antes del lanzamiento del SDK de Qt, sí lo era. Por desgracia, la programación de Symbian C++ tiene una curva de aprendizaje, ya que requiere el uso de técnicas especiales, tales como descriptores, los objetos activos y la limpieza de la pila. Esto puede hacer que incluso programas relativamente sencillos sean más difíciles de implementar que en otros entornos.

2.6.3 Windows Phone

Windows Phone, anteriormente llamado Windows Mobile, es el sistema operativo móvil desarrollado por *Microsoft*, y diseñado para su uso en teléfonos inteligentes (Smartphones) y otros dispositivos móviles [30].



Se basa en el núcleo del sistema operativo Windows CE y cuenta con un conjunto de aplicaciones básicas utilizando las API de Microsoft Windows. Está diseñado para ser similar a las versiones de escritorio de Windows estéticamente. Además, existe una gran oferta de software de terceros disponible para Windows Mobile, la cual se puede adquirir a través de Windows Marketplace for Mobile.

Originalmente apareció bajo el nombre de Pocket PC, como una ramificación de desarrollo de Windows CE para equipos móviles con capacidades limitadas. En la actualidad, la mayoría de los teléfonos con Windows Mobile vienen con un estilete o lápiz digital, que se utiliza para introducir comandos pulsando en la pantalla. Windows Mobile ha evolucionado y cambiado de nombre varias veces durante su desarrollo, siendo la última versión la llamada Windows Phone 7, ya en el mercado.

Hay varias opciones para los desarrolladores utilizar al implementar una aplicación móvil con Windows Phone. Esto incluye la escritura de código nativo con Visual C++, con .NET Compact Framework, o se puede implementar mediante Internet Explorer Mobile u otro cliente instalado en el dispositivo móvil del usuario.

Microsoft suele liberar versiones de entornos de desarrollo para Windows Phone que funcionan integrados con su entorno de desarrollo Visual Studio. Estos incluyen un emulador para que los desarrolladores puedan probar y depurar sus aplicaciones al mismo tiempo.

2.6.4 iOS

iOS (anteriormente denominado iPhone OS) es el sistema operativo móvil de *Apple* desarrollado originalmente para iPhone, siendo después usado en iPod Touch e iPad. Es un derivado de Mac OS X, que a su vez está basado en Darwin BSD [31].

El iOS tiene 4 capas de abstracción:



- Núcleo del sistema operativo
- Servicios principales
- Medios de comunicación
- Cocoa Touch

Todo el sistema ocupa poco menos de 500 megabytes. El lenguaje de programación principal para iPhone OS, al igual que en Mac OS, es Objective-C.

El SDK se puede descargar gratis, pero para publicar el software es necesario registrarse en el Programa de Desarrollo del iPhone, un paso que requiere el pago y la aprobación por parte de Apple. Durante el proceso, se entregan al desarrollador unas claves firmadas que permiten subir una aplicación a la tienda de aplicaciones de Apple, App Store.

Las aplicaciones pueden ser distribuidas de 3 formas: a través de la App Store de Apple, por parte de una empresa a sus empleados, o sobre una red Ad-hoc de hasta 100 iPhones.

Los desarrolladores son libres de poner cualquier precio para que sus aplicaciones sean distribuidas por la tienda de Apple. A cambio de ello la compañía se queda con un porcentaje de los ingresos (30%). Los desarrolladores pueden optar por ofrecer sus aplicaciones gratis y no pagar así nada por la distribución del programa más allá de la cuota de socio.

Este modelo de distribución para el software iPhone hace imposible liberar el software basado en el código autorizado con GPLv3. Cualquier código que modifique

el código autorizado bajo GPLv3¹ también debe tener licencia como GPLv3. Un desarrollador no es capaz de distribuir una aplicación autorizada bajo el GPLv3 sin distribuir también las claves para firmar (que Apple posee) para permitir la carga de las versiones modificadas de aquel software

2.6.5 Android OS

Android es un sistema operativo inicialmente desarrollado por Android Inc., una firma comprada por *Google* en el 2005. Android está basado en una versión modificada del Kernel de Linux. Es un proyecto conjunto con Open Handset Alliance, un consorcio de 48 compañías de Hardware, Software y telecomunicaciones, las cuales llegaron a un acuerdo para promocionar los estándares de códigos abiertos para dispositivos móviles. Google sin embargo, ha sido quien ha publicado la mayoría del código fuente de Android bajo la licencia de Software Apache, una licencia de software libre y de código abierto a cualquier desarrollador [32].



Existen numerosas versiones del software, actualmente hay 5, siendo la última su versión 2.2. En cada una de las versiones se han ido mejorando distintos aspectos. Sus principales características son:

- **Framework de aplicaciones.** Permite reutilización y reemplazo de componentes.
- **Máquina virtual Dalvik.** Optimizada para dispositivos móviles.
- **Navegador integrado.** Basado en el motor de código abierto WebKit.
- **SQLite.** Para almacenamiento de datos estructurados.
- **Multimedia:** Soporte para medios con formatos comunes de audio, vídeo e imágenes planas (MPEG4, H.264, MP3, OGG, AAC, AMR, JPG, PNG, GIF).

¹ <http://www.viti.es/gnu/licenses/gpl.html>

- **Conectividad:** Bluetooth, EDGE, 3G, y Wi-Fi (dependiente del hardware).
- **Otros:** Telefonía GSM, Cámara, GPS, brújula, y acelerómetro (dependiente del hardware).
- Completo *entorno de desarrollo* incluyendo un emulador de dispositivo, herramientas para depurar, perfiles de memoria y rendimiento, y un complemento para el IDE Eclipse.

Android Market permite que los desarrolladores pongan sus aplicaciones, gratuitas o de pago, en el mercado a través de esta aplicación accesible desde la mayoría de los teléfonos con Android. Actualmente cuenta con más de 90.000 aplicaciones.

Android, al contrario que otros sistemas operativos para dispositivos móviles como iOS o Windows Phone, se desarrolla de forma abierta y se puede acceder tanto al código fuente como al listado de incidencias donde se pueden ver problemas aún no resueltos y reportar problemas nuevos.

El que se tenga acceso al código fuente no significa que se pueda tener siempre la última versión de Android en el dispositivo móvil, porque el código para soportar el hardware (drivers) de cada fabricante normalmente no es público, por lo que faltaría un componente básico del firmware para poder hacerlo funcionar en el terminal y, además, las nuevas versiones de Android suelen requerir más recursos, por lo que los modelos más antiguos quedan descartados por razones de memoria (RAM), velocidad de procesador, etc.

2.7. Mercado actual de los dispositivos móviles

Una vez conocidas las principales plataformas y tecnologías para dispositivos móviles, es esencial saber cuáles son aquellos más usados, permitiendo así poder abarcar el mayor número posible de usuarios potenciales de nuestra aplicación móvil.

2.7.1 Panorama internacional

Durante el primer trimestre del año 2010, el mercado europeo de telefonía móvil siguió creciendo dominado por el auge de los Smartphones. En Europa y Norteamérica el crecimiento se ve reflejado sobre todo en estos dispositivos, ya que debido al uso universal otorgado a los móviles, solo puede crecer haciendo que el usuario cambie a un terminal mejor y con más prestaciones. Sin embargo, este hecho es completamente diferente en gran parte de Asia (sin tener en cuenta Japón), Sudamérica y África donde los dispositivos básicos y medios (feature phones) son los reyes.

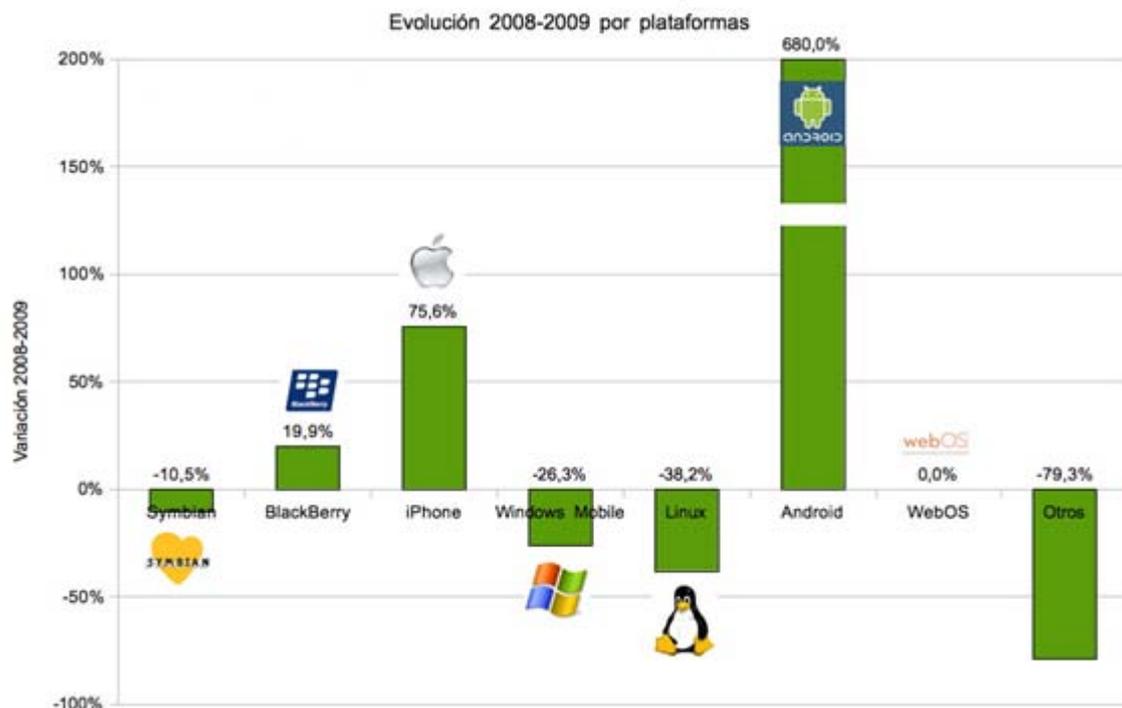


Figura 2.8. Mercado mundial de teléfonos móviles

A nivel mundial observamos un crecimiento de las plataformas que dan vida a los Smartphones de última generación más demandados: *Blackberry* con un **19,9%** de crecimiento, *Apple* con el **75,6%**, y el caso más impactante, *Android* con el **680%**. Esta última tecnología en plataformas está creciendo exponencialmente, en parte gracias a que nuevas marcas de terminales la están adoptando para sus teléfonos inteligentes.

Las ventas de Smartphones siguen creciendo a gran velocidad y, según datos de *Strategy Analytics*, durante el segundo trimestre de 2010 el crecimiento habría sido del 43 por ciento en relación al mismo periodo en 2009. Esto supone unas ventas de 59,5 millones de unidades en el trimestre por 41,5 millones en el segundo trimestre de 2009. Smartphones supusieron el 19% del total de ventas de teléfonos móviles.

Según *comScore*, en abril de este año existían en los cinco mayores estados de Europa Occidental (Alemania, Francia, Reino Unido, Italia y España) casi 57 millones de teléfonos avanzados, un 38% más de los 41,2 millones de un año atrás. El 58% de ellos utilizan el sistema operativo Symbian, el 18% iOS de Apple, el 13% las diversas variantes de Windows Mobile, el 8% son BlackBerry de RIM y el 3% son teléfonos Android. La evolución de cada plataforma durante el último año se observa en la **Figura 2.9**. Symbian de Nokia ha crecido sólo un 18% en número absoluto de unidades vendidas, frente al 87% de aumento de BlackBerry y al 161% del iPhone.

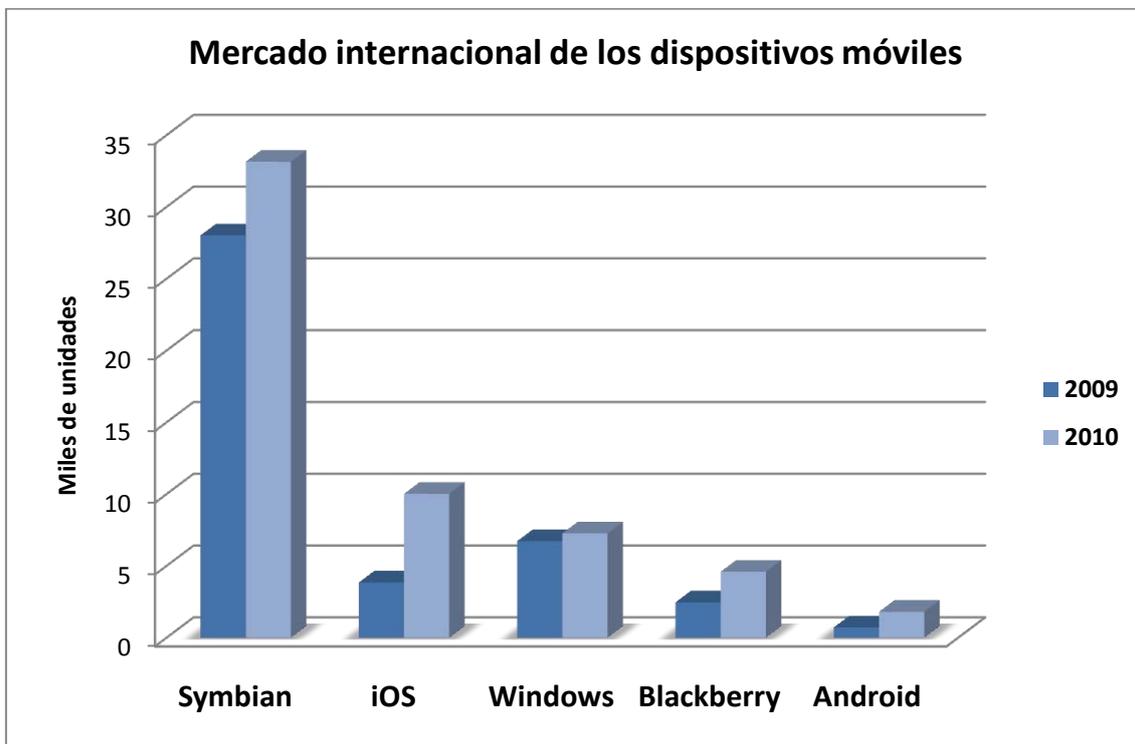


Figura 2.9. Mercado de los teléfonos móviles en 2009-2010

2.7.2 Panorama nacional

El usuario español prefiere, según los resultados numerosos estudios ^[15], enviar SMS, utilizar el móvil para escuchar música y navegar por Internet antes que emplearlo para acceder a redes sociales y visitar portales de noticias, es decir, que no haya tanta presencia de Smartphones, puede ser debido al, todavía, alto precio de sus tarifas de voz e Internet.

Entre los datos publicados, destaca que del número de teléfonos móviles existentes en España, el 73,5% son Symbian seguido de Windows Mobile, en el 12,8% de los terminales, y por Apple con un 6,5%. Es decir, Apple cuenta con más de medio millón de terminales en el país, a los que deberían sumarse los iPhone 4 que se están comercializando desde el 30 de Julio de 2010. Blackberry (5,2%) y los modelos de Android (2%) aún no gozan de demasiada confianza en el mercado español.

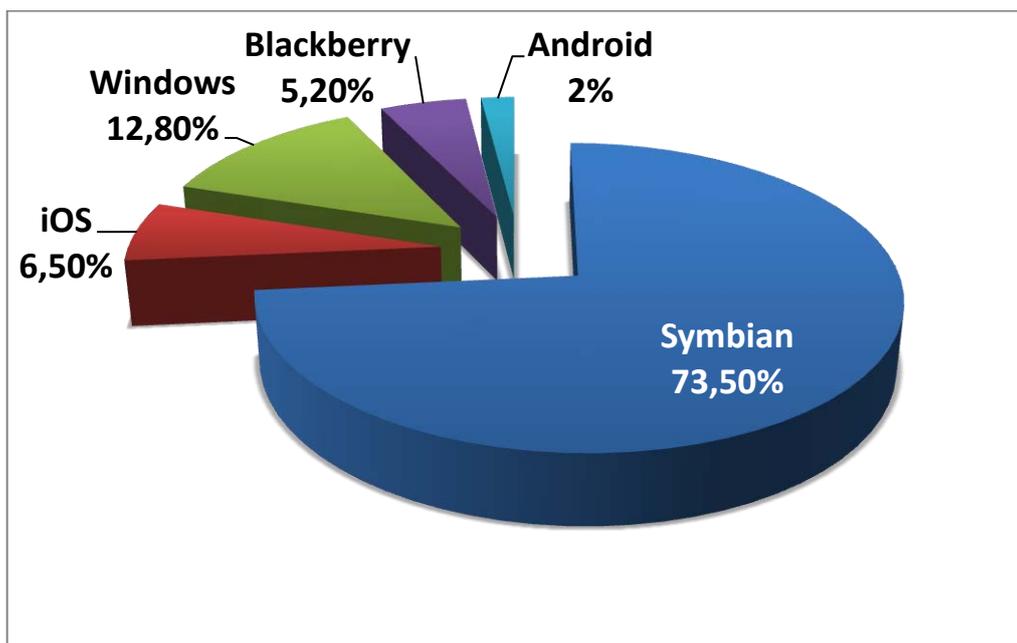


Figura 2.10. Mercado de los teléfonos móviles en España

Según diversas versiones, la liberación del mercado hará que la oferta sea mucho más interesante para los usuarios. Pero en lo que se refiere al mercado español, puntualmente, no hay que descuidar al menos que ocurre con los teléfonos móviles basados en plataformas Symbian, ya que serán durante los próximos dos y tres años, los que acaparen mayor cuota de mercado en el país ^[15].

CAPÍTULO 3

Desarrollo del sistema

3.1. Descripción

En capítulos anteriores se ha tratado de enmarcar la base teórica sobre la cual este proyecto se ha llevado a cabo, así como también las motivaciones, los propósitos, objetivos y las distintas posibilidades existentes en el mercado actual de los terminales móviles.

Con toda esta información recopilada es hora de entrar en detalle en el análisis, diseño e implementación del proyecto. Y como en todo proyecto de desarrollo de software se deben seguir una serie de etapas. Si algo he aprendido en todos estos años de carrera es que nunca hay que ponerse a programar directamente una aplicación sin realizar al menos un pequeño estudio de análisis de requerimientos o algunos casos de uso que describan los flujos y escenarios de la aplicación.

La Ingeniería del Software aporta métodos y técnicas para el desarrollo y mantenimiento de software de calidad. Pero realmente no existe una definición precisa, única y estándar para la Ingeniería del Software. Sin embargo, son varias las etapas que se suelen llevar a cabo a la hora de la realización de un proyecto de Ingeniería del Software ^[16]:

- **Especificación de requerimientos:** Consiste en tratar de determinar las propiedades y restricciones impuestas sobre el sistema. Es decir, tratan de describir el comportamiento esperado del sistema.
- **Análisis:** Obtiene un modelo del sistema correcto, completo, consistente, claro y verificable.
- **Diseño del sistema:** Establece los objetivos del proyecto y las estrategias a seguir para conseguirlos.
- **Implementación:** Consiste en la traducción del modelo lógico del sistema a código fuente. La complejidad y la duración de esta etapa está íntimamente relacionada a los lenguajes de programación utilizados, al diseño previamente

realizado, la experiencia del programador o diseñador, y en este caso, a las características y limitaciones propias de los dispositivos móviles.

- **Pruebas:** Necesarias para verificar y validar el sistema. Comprobando que el software obtenido realice correctamente las tareas indicadas en la especificación del problema.

A continuación describiremos cada una de estas etapas a través de dos puntos de vista: la aplicación móvil, que contiene el conjunto de juegos educativos destinados a la auto-evaluación, y la plataforma Web para la gestión de preguntas y respuestas de materias.

3.2. Especificación de requerimientos

El primer paso en el proceso de Ingeniería del Software debe ser determinar las propiedades y las restricciones que se deben satisfacer. Este es, sin duda, un paso de gran importancia dentro del desarrollo de un proyecto software, ya que sin establecer las diferentes limitaciones que se deben afrontar, será realmente difícil realizar una aplicación software capaz de cumplir el propósito marcado.

Los requerimientos de un proyecto software son el conjunto de propiedades o restricciones, definidas de forma totalmente precisa, que dicho proyecto ha de satisfacer. Existen dos tipos bien diferenciados de requerimientos:

- **Requerimientos funcionales:** Aquellos que se refieren expresamente al funcionamiento del sistema desde la perspectiva del usuario.
- **Requerimientos no funcionales:** Son aquellos referidos a otros factores externos.

En los apartados siguientes estos serán definidos para la posterior implementación del sistema m-Learning. Sin embargo, estas definiciones pueden no ser definitivas, ya

que la Ingeniería del Software es un proceso cíclico, por lo tanto es posible que en fases posteriores puedan descubrirse nuevas necesidades.

3.2.1 Requerimientos funcionales

Como se ha especificado anteriormente, los requerimientos funcionales de un sistema software son aquellos que describen las funcionalidades que un sistema debe proporcionar a los usuarios del mismo, para cumplir su objetivo. A continuación se enunciarán los requerimientos funcionales, tanto para la aplicación m-Learning como para la plataforma Web de gestión de preguntas y respuestas.

Los siguientes requerimientos funcionales están referidos al funcionamiento general de la **aplicación móvil**, es decir, no se tienen en cuenta los referidos a cada uno de los juegos educativos a implementar. Por lo tanto, los requerimientos que se han considerado para la realización del futuro sistema m-Learning de autoevaluación son:

- Selección de la materia
- Selección de juego educativo
- Aleatoriedad de las preguntas del juego
- Jugar a una serie de juegos educativos
- Consultar preguntas y respuestas realizadas
- Consultar ayuda
- Salir del juego

La **plataforma Web** debe facilitar tanto a profesores como a alumnos la gestión de las preguntas y respuestas de las distintas materias, pero dicha gestión será distinta según su rol. Por lo tanto es necesario realizar la distinción de los requerimientos dependiendo del tipo de usuario. Aún así, comparten un requerimiento:

- Identificación de usuarios. El usuario al inicio de la aplicación se deberá identificar, de tal forma que se compruebe si posee rol de profesor o un rol de alumno.

Las principales funcionalidades que los profesores esperarían de la plataforma para la gestión de preguntas y respuestas cortas y tipo test son las siguientes:

- Añadir y eliminar materias.
- Añadir preguntas cortas y tipo test a una materia.
- Eliminar preguntas cortas y tipo test a una materia.
- Habilitar la descarga por parte del alumno de las preguntas de una materia.

Para los alumnos, la única funcionalidad, a parte de la ya mencionada, de esta plataforma Web es:

- Descargar las preguntas cortas y tipo test que estén habilitadas de cada una de las materias de las que desee auto-entrenarse y auto-evaluarse.

3.2.2 Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales son las restricciones impuestas a los requerimientos funcionales del sistema. Aunque en principio puedan no parecer demasiado importantes, son tan relevantes como los requerimientos funcionales y, en muchos casos, pueden incluso llegar a ser críticos para la aceptación del sistema. Normalmente, estos requerimientos especifican propiedades del sistema software en sí (velocidad, rendimiento, etc.).

Primeramente se enumerarán aquellos requerimientos no funcionales necesarios para la realización de la *aplicación móvil*. Al tratarse de una aplicación para dispositivos móviles habrá que prestar especial atención al alto grado de restricciones que éstos imponen, tanto en hardware como en software. Es por tanto indispensable tener presente estas limitaciones ya que pueden ser críticas para el sistema.

- **Requisitos hardware:**
 - Dispositivo móvil con procesador de 16 o 32 bits con al menos 25 MHz de velocidad.
 - Disponer de al menos 1 Mb de memoria disponible.
 - Tener acceso a Internet, desde un ordenador personal, para poder descargar la aplicación y las preguntas actualizadas, para después transferirla al terminal móvil mediante algún tipo de conexión (USB, tarjetas de memoria, Wi-Fi, etc.).
 - Pantalla gráfica. Actualmente todos los dispositivos móviles la poseen, por lo que habrá que prestar mayor atención a los mecanismos necesarios para que la información que se muestre por pantalla sea legible y pueda visualizarse en su totalidad.

- **Requisitos software:**
 - Disponer de una maquina virtual Java en el dispositivo móvil, concretamente KVM, ya que de lo contrario sería imposible ejecutar la aplicación.

Acto seguido se expondrán los requerimientos no funcionales para la *plataforma Web*. Obviamente, al no estar ante un proyecto de tipo empresarial o comercial, no hay necesidad de someterse a restricciones organizacionales. Así, los requerimientos no funcionales deben obtenerse y analizarse a partir de las necesidades hardware y software de los equipos informáticos, para dar al usuario la funcionalidad requerida de forma eficiente, y de la interfaz gráfica entre el usuario y la aplicación.

- **Requisitos de hardware:**
 - Procesador: AMD Athlon 64 bits Dual Core 5000+ 2.61GHz.
 - Memoria RAM: 4 GB.
 - Unidad de almacenamiento: SATA 1.5 TB 7200 rpm.

- Interfaz de red: Adaptador de servidor NC105i Gigabit incorporado

- **Requisitos de software:**
 - Máquina virtual: Java v1.6.
 - PHP: Versión 5.0.
 - Navegador: Mozilla Firefox 3.6 o superior.
 - Sistema Gestor de Bases de datos: MySql Server 5.1.
 - Servidor Web: Apache 2.
 - Entorno de desarrollo: NetBeans 6.5 o superior.

Además de los requerimientos no funcionales ya mencionados, existen otros que también deben tenerse en cuenta, como aquellos referidos a la interfaz gráfica del usuario. Estos requerimientos están íntimamente ligados a la usabilidad y sus principios. Para tener una idea clara de lo que debe contemplarse a la hora de diseñar una interfaz gráfica se tratará de dar una acertada definición del término usabilidad que sirva de guía para llevar a cabo nuestra aplicación.

El concepto de usabilidad tiene múltiples definiciones, algunas de ellas son ^{[17][19]}:

“La usabilidad se refiere a la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso”

“La usabilidad es la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico”

A partir de estas definiciones se pueden obtener los principios básicos de la usabilidad, los cuales se asociarán a los requerimientos no funcionales que deberá cumplir la interfaz gráfica:

- **Facilidad de aprendizaje:** Este principio se refiere a aquellas características de la interfaz que permiten comprender cómo usarla inicialmente y conseguir una

interacción efectiva y productiva con nuevos usuarios. Depende de los siguientes factores:

- **Predecibilidad:** Una vez conocida la aplicación, se debe saber en cada momento a qué estado se pasará en función de la tarea que se realice.
 - **Síntesis:** Los cambios de estado tras una acción deben ser fácilmente captados.
 - **Generalización:** Las tareas semejantes se resuelven de modo parecido.
 - **Familiaridad:** El aspecto de la interfaz tiene que resultar conocido y familiar para el usuario.
 - **Consistencia:** Siempre se han de seguir una misma serie de pasos para realizar una tarea determinada.
- **Flexibilidad:** Relativa a la variedad de posibilidades con las que el usuario y el sistema pueden intercambiar información. Características que hacen a una interfaz flexible son:
 - La posibilidad de diálogo llamado también control del diálogo por parte del usuario, donde hay que proporcionar al usuario la capacidad para decidir cuándo empezar o acabar las operaciones, siempre que sea posible.
 - La migración de tareas, tanto el usuario como el sistema deben poder realizar una tarea en exclusiva, o pasarla al otro, o realizarla de forma conjunta.
 - Capacidad de sustitución, que permite que valores equivalentes puedan ser sustituidos los unos por los otros, como por ejemplo mostrar una distancia en distintos sistemas de medición.
 - Capacidad de adaptación, donde sería ideal que la interfaz pudiera adaptarse automáticamente a las necesidades del usuario actual.

- **Robustez:** Es el nivel de apoyo al usuario que facilita el cumplimiento de sus objetivos y, también, la capacidad del sistema para tolerar fallos. Está relacionada con los siguientes factores o características:
 - **Navegable:** El usuario debe poder observar el estado del sistema sin que esta observación repercuta de forma negativa en él.
 - **Recuperación de información:** La aplicación debe permitir volver a un estado anterior.
 - **Tiempo de respuesta:** Es el tiempo necesario para que el sistema pueda mostrar los cambios realizados por el usuario.
 - **Persistencia:** Un sistema persistente es aquel donde las notificaciones al usuario permanecen como objetos manipulables después de su presentación.
 - **Uso de valores por defecto:** Ayudan al usuario mediante recuerdo pasivo. Mostrar un valor por defecto ayuda a que el usuario sepa qué tipo de valor debe introducir.

Cumplir todos estos requerimientos, o al menos la gran mayoría de ellos, garantizará el éxito de la aplicación, por lo tanto este será uno de los objetivos principales a conseguir.

3.3. Análisis del sistema m-Learning

Una vez concretadas las propiedades y las restricciones a las que debe someterse el sistema, es el momento de analizarlo y crear un modelo del mismo que satisfaga los requerimientos definidos anteriormente. Para ello, se estudiará el perfil de usuario al que está destinado la aplicación. Además, se definirán distintos casos de uso de los principales escenarios y flujos de eventos basados en los requerimientos especificados con anterioridad.

3.3.1 Perfil de usuario

Consiste en determinar con detalle quienes son los usuarios potenciales de la aplicación, sus características, y obtener conclusiones de usabilidad. A partir de datos proporcionados por los propios usuarios y obtenidos mediante distintas técnicas se crea el perfil de usuario en tres fases ^[19]:

- *Identificar categorías de usuarios*

Hay que realizar un perfil de usuario para cada categoría significativa de usuarios potenciales de la aplicación, ya que las características de cada categoría (formación, conocimientos, motivación, etc.) pueden ser muy diferentes del resto.

- *Obtener características*

Estas etapas, para la obtención del perfil de usuario de la aplicación, deben de estar basadas en datos reales de usuarios para que puedan analizarse sus características. Aquellas que influyen en su percepción de la interacción y que por tanto influyen en su facilidad a la hora de usar nuestros programas.

No todas las características tienen sentido en el desarrollo de cualquier programa, por eso no es necesario estudiar todas en todos los casos. Las características que se deben estudiar para este tipo de aplicación destinada a dispositivos móviles se pueden

clasificar en tres grupos: psicológicas, de conocimiento y experiencia, y características físicas.

Las **características psicológicas** se centran en averiguar la actitud del usuario frente a la aplicación, cómo se enfrenta el usuario al hecho de usarla. Se deben estudiar con cuidado ya que algunos problemas de usabilidad surgen precisamente de estas características. Uno de los principales problemas es la motivación o actitud frente a los sistemas informáticos o la tecnología en general. Algunos usuarios son más lentos a la hora de aprender el manejo de una aplicación (por ejemplo, usuarios de edad avanzada o bajo nivel educativo). Eso crea bastante inseguridad y hace que la actitud hacia el sistema sea negativa. La forma de motivar a usuarios con actitud negativa es “demostrarles” que con el uso del programa van a ser más productivos, es decir, que el programa es realmente útil.

Las **características de conocimiento y experiencia** tienen como objetivo conocer la base que tiene el usuario que va a manejar nuestra aplicación para caracterizarlo como un usuario novel, intermedio o avanzado, tanto en lo que se refiere al dominio puramente informático, como al dominio del problema para el que se ha desarrollado la aplicación.

Por lo tanto, debe valorarse la experiencia que posean en el uso de sistemas informáticos o del dominio del problema. Es importante conocer otra serie de hábitos y los entornos en los que se puede usar la aplicación. Por ejemplo, saber si los usuarios leen habitualmente nos proporcionaría datos relevantes acerca de si los usuarios están acostumbrados a leer largos textos que se encuentran en las interfaces de usuario.

Y por último, las **características físicas** son aquellas dificultades que pueda tener un usuario a la hora de manejar una aplicación debido a su propia fisiología. Esta serie de características están relacionadas con las capacidades visuales o algún tipo de dificultades motrices.

- ***Redactar las conclusiones de usabilidad.***

Una vez obtenidas las anteriores características, se deben escribir las conclusiones relativas a la usabilidad. Por ejemplo, si los usuarios potenciales trabajan en un ambiente ruidoso la aplicación no deberá llamar su atención mediante sonidos, sino que habrá que sobredimensionar los elementos gráficos. O por ejemplo, si los usuarios van a manejar el programa de tarde en tarde, se deben incorporar en la propia interfaz instrucciones claras sobre cómo usarla.

Es muy importante que estas conclusiones se expresen por escrito y que todo el equipo de diseño y desarrollo las conozca y las siga de forma que la aplicación sea consistente. La calidad de la aplicación depende en gran parte de la calidad de estas conclusiones de usabilidad, y a su vez, la calidad de las conclusiones depende de que se haya hecho un buen estudio de las características de los usuarios.

Todo perfil de usuario debe tener cuatro elementos:

- **Título.** Debe reflejar claramente a qué categoría de usuarios se refiere el perfil.
- **Descripción general.** Debe describir esa categoría de usuarios de forma clara. Esto complementa al título de forma que dos ingenieros distintos sepan exactamente a qué categoría se refiere el perfil sin que haya lugar para la duda.
- **Características.** Listado de las características que mejor describen a esa categoría de usuarios. Esa descripción debe estar basada en datos y demostrada en el propio texto.
- **Conclusiones de usabilidad.** Conclusiones sobre cómo debería ser la interfaz, basadas en las características que se han obtenido para esta categoría de usuarios. Deberían reflejarse de la forma más clara posible.

Finalmente, para obtener toda esta información es de vital importancia seleccionar una muestra representativa de los usuarios, a priori, potenciales de la aplicación. Para ello existen diversos tipos de fuentes de datos para esta fase de análisis. Cada fuente tiene sus ventajas e inconvenientes. Según el tipo de problema, nuestro conocimiento

del dominio del problema, etc. usaremos un tipo u otro, aunque lo normal es usar una combinación de varias fuentes.

Los métodos más usados son los cuestionarios y las entrevistas personales con los usuarios. Una vez obtenida la muestra representativa de usuarios hay que preguntarles por las tareas y sobre todo por los objetivos finales que querrían ver satisfechos mediante el uso del futuro producto. Esta fuente de datos es relativamente barata y permite obtener tendencias en las opiniones de los usuarios.

Una vez realizadas las entrevistas hay que analizar sus respuestas y localizar patrones comunes dentro de ellas para identificar las características de los usuarios.

Para llevar a cabo este análisis y tratar de determinar el perfil del usuario que usará la aplicación se ha elaborado un pequeño cuestionario teniendo en cuenta los pasos nombrados anteriormente (**Figura 3.1**).

Cuestionario para evaluar el sistema m-Learning de autoevaluación basado en juegos

Experiencia con el sistema

- ¿Habitualmente utiliza algún dispositivo móvil para jugar? _____
¿por qué y durante cuánto tiempo? _____

- ¿Ha utilizado o utiliza algún dispositivo m-Learning? _____
En caso afirmativo, ¿cuál? _____
¿Para qué y durante cuánto tiempo? _____

- _____
- _____
- ¿Le pareció adecuado? ¿Por qué? _____

Tarea

- ¿Considera más importante la velocidad a la hora de jugar que cualquier otro factor? _____. En caso negativo, ¿cuál? _____
- ¿Cree conveniente revisar las preguntas realizadas o únicamente aquellas que contestó incorrectamente? _____

Información adicional

- ¿Tiene acceso a Internet en el dispositivo móvil? _____

Características físicas

- ¿Tiene algún problema de visión? _____. En caso negativo, ¿cuál? _____

- ¿Y de percepción de los colores? _____
- ¿Qué mano utiliza más para interactuar con el dispositivo móvil?

Comentarios

Figura 3.1. Cuestionario para evaluar el sistema m-Learning

Tras realizar distintas entrevistas y cuestionarios a una muestra significativa se ha extraído el siguiente perfil de usuario.

- **Alumnos experimentados**

Descripción general.

Los alumnos experimentados son alumnos que habitualmente usan algún tipo de dispositivo móvil para jugar (videoconsolas, teléfonos móviles, smartphones, etc.). Normalmente son alumnos de ingenierías técnicas o superiores.

Características del usuario.

Pese a ser usuarios expertos en el uso de dispositivos móviles, la gran mayoría no ha usado nunca un sistema m-Learning. Consideran que la velocidad para ejecutar las aplicaciones y que estas sean fluidas es predominante sobre otro tipo de factores. Además, creen conveniente que la aplicación pueda ofrecer la opción de revisar aquellas preguntas que han fallado, siendo innecesaria la revisión de todas y cada una de las preguntas realizadas. Tampoco suelen poseer ningún tipo de problema físico, únicamente problemas relacionados con la vista como miopía o astigmatismo.

Requisitos de usabilidad.

Al ser jugadores habituales en dispositivos móviles, pueden adoptar las nuevas aplicaciones con relativa facilidad, pero el hecho de no haber usado un sistema M-Learning puede complicar esta adaptación. Por lo tanto, se debería hacer especial hincapié en la simplicidad de la interfaz, dotándola de una navegación fácil e intuitiva que agilice el uso de la aplicación.

- **Alumnos inexpertos**

Descripción general.

Los alumnos inexpertos son alumnos que habitualmente no suelen usar ningún tipo de dispositivo móvil para jugar. Normalmente son alumnos de carreras de letras.

Características del usuario.

Al igual que con los alumnos experimentados, la gran mayoría no ha usado nunca un sistema m-Learning. Consideran que la velocidad y la fluidez son importantes pero un grupo aconseja que la aplicación tenga algún tipo de ayuda accesible en todo momento con explicaciones claras y concisas acerca de su uso. También creen conveniente que la aplicación pueda ofrecer la opción de revisar aquellas preguntas que han fallado, siendo innecesaria la revisión de todas y cada una de las preguntas realizadas. Tampoco suelen tener problemas físicos, solamente los problemas mencionados anteriormente relacionados con la vista como miopía o astigmatismo.

Requisitos de usabilidad.

Al no ser jugadores habituales en dispositivos móviles, pueden tener problemas a la hora de manejar la aplicación. Por lo tanto, y como bien han aconsejado los propios usuarios, debería de haber una opción de ayuda al usuario para que en todo momento sepa qué opciones puede realizar. También es necesario hacer especial hincapié en la simplicidad de la interfaz, para que la navegación se realice de forma fácil e intuitiva.

Los distintos perfiles de usuario obtenidos de este análisis nos permitan caracterizar los requisitos de usabilidad que posteriormente habrá que tener en cuenta en el diseño de la aplicación y de su interfaz gráfica. La aplicación diseñada debe de adaptarse a sus necesidades y, por lo tanto, la etapa de pruebas del prototipo debe de aplicarse a este tipo de usuarios para ver con claridad si cumple con sus expectativas.

3.3.2 Diagramas de casos de uso

El primer paso para la realizar el modelo de casos de uso de nuestro sistema es la obtención de los diversos diagramas de casos de uso. Un caso de uso representa una clase de funcionalidad dada por el sistema como un flujo de eventos. La técnica de caso de uso tiene éxito en sistemas interactivos, ya que expresa la intención que tiene el actor (su usuario) al hacer uso del sistema.

Como técnica de extracción de requerimientos permite que el analista se centre en las necesidades del usuario, qué espera éste lograr al utilizar el sistema, evitando que la gente especializada en informática dirija la funcionalidad del nuevo sistema basándose solamente en criterios tecnológicos ^[18].

Los casos de uso normalmente constan de los siguientes elementos:

- Nombre único y unívoco.
- Actores participantes.
- Condiciones de entrada.
- Flujo de eventos.
- Condiciones de salida.
- Requerimientos especiales o excepcionales.

Es necesario determinar cuáles son los actores que van a participar en cada uno de los casos de uso. Un actor modela una entidad externa que se comunica con el sistema,

es decir, es un tipo de usuario del sistema. Un actor, al igual que un caso de uso, debe tener un nombre único y puede tener una descripción asociada.

Para la aplicación móvil, se han considerado únicamente un tipo de actor: *Usuario*, y para la plataforma Web se han considerado: *Usuario anónimo*, *Profesor*, *Alumno* y *BBDD*.

- ***Diagrama frontera***

Una vez definido los actores que intervendrán en el sistema, es hora de crear los distintos casos de uso que definirán el comportamiento de la aplicación. Al realizar esta acción es importante que cada uno de los requerimientos funcionales ya definidos aparezca en al menos uno de los casos de uso aunque, por otra parte, puede haber casos de uso nuevos, en los que no aparezca ninguno de los requerimientos, ya que estamos en una fase de refinamiento del sistema donde queremos construir un modelo detallado del mismo.

Los siguientes diagramas frontera (**Figura 3.2 y 3.3**) describen completamente la funcionalidad del sistema y la interacción de los actores participantes con cada caso de uso.

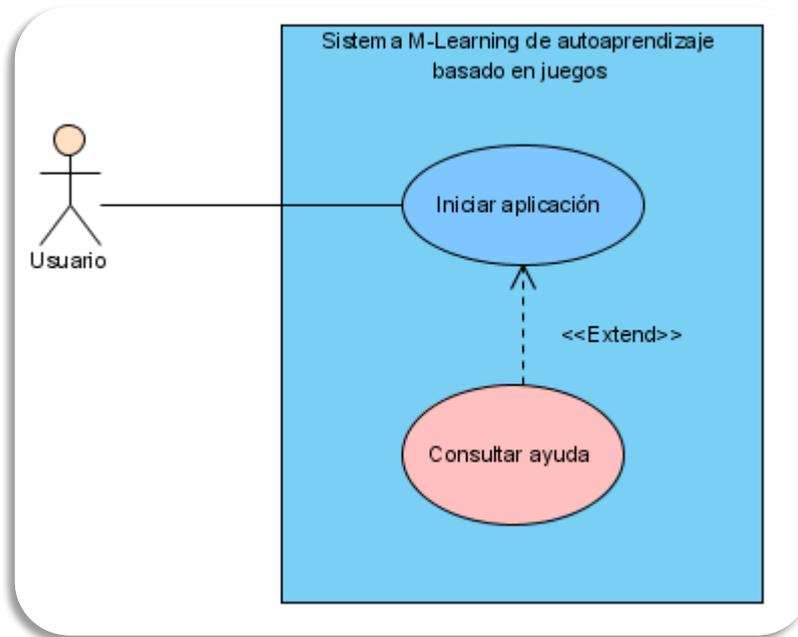


Figura 3.2. Diagrama Frontera de la aplicación móvil

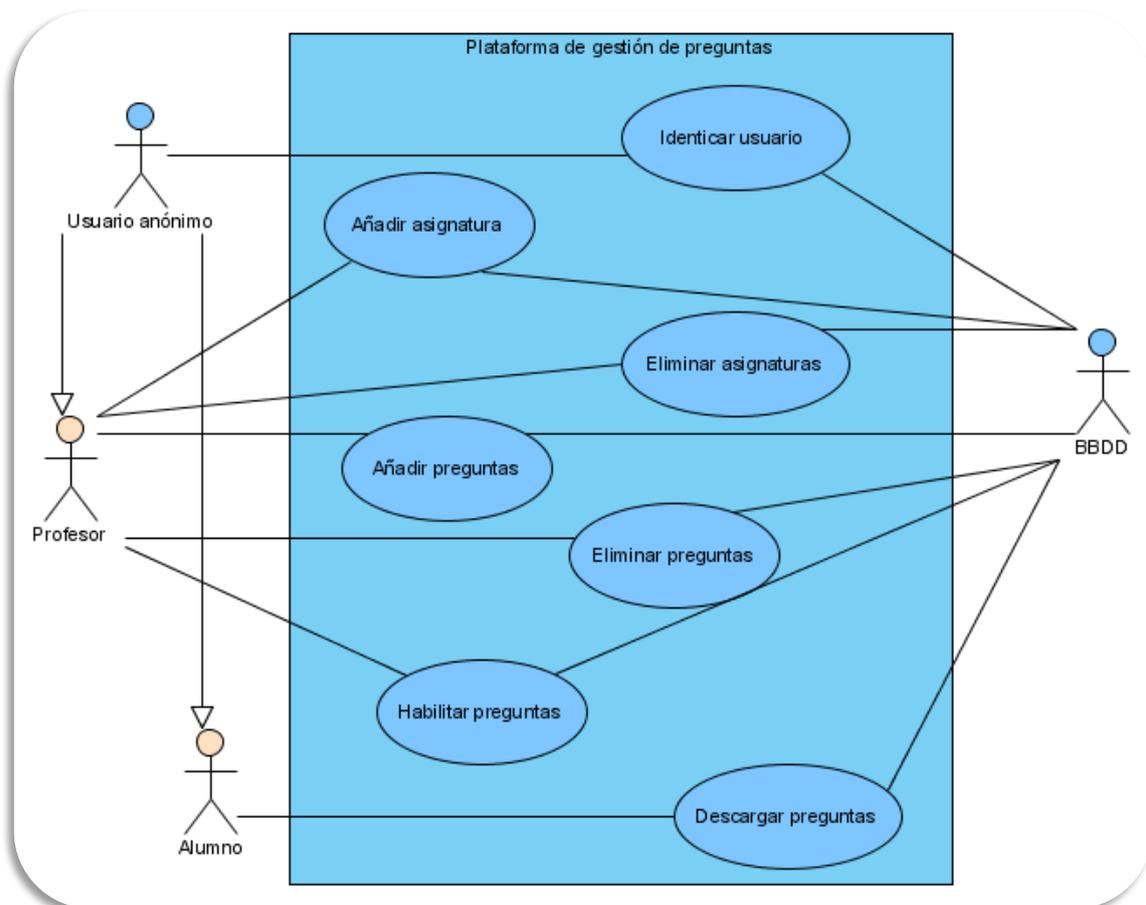


Figura 3.3. Diagrama Frontera de la plataforma Web

Los casos de uso mostrados en un diagrama frontera pueden ser suficientemente precisos o necesitar ser explicados en mayor detalle. A la hora de detallar un caso de uso se pueden emplear dos tipos de relaciones:

- *<<extend>>*: Es una relación cuya dirección es hacia el caso de uso a detallar que representa comportamientos excepcionales del caso de uso.
- *<<include>>*: Es una relación cuya dirección es contraria a la de la relación anterior, y en este caso, representa un comportamiento común del caso de uso.

A continuación se tratarán de describir con detalle los principales casos de uso contemplados en el anterior diagrama frontera de la aplicación móvil, ya que se trata de la principal aplicación del proyecto y por tanto es necesario mayor detalle.

- *Caso de uso Iniciar aplicación*

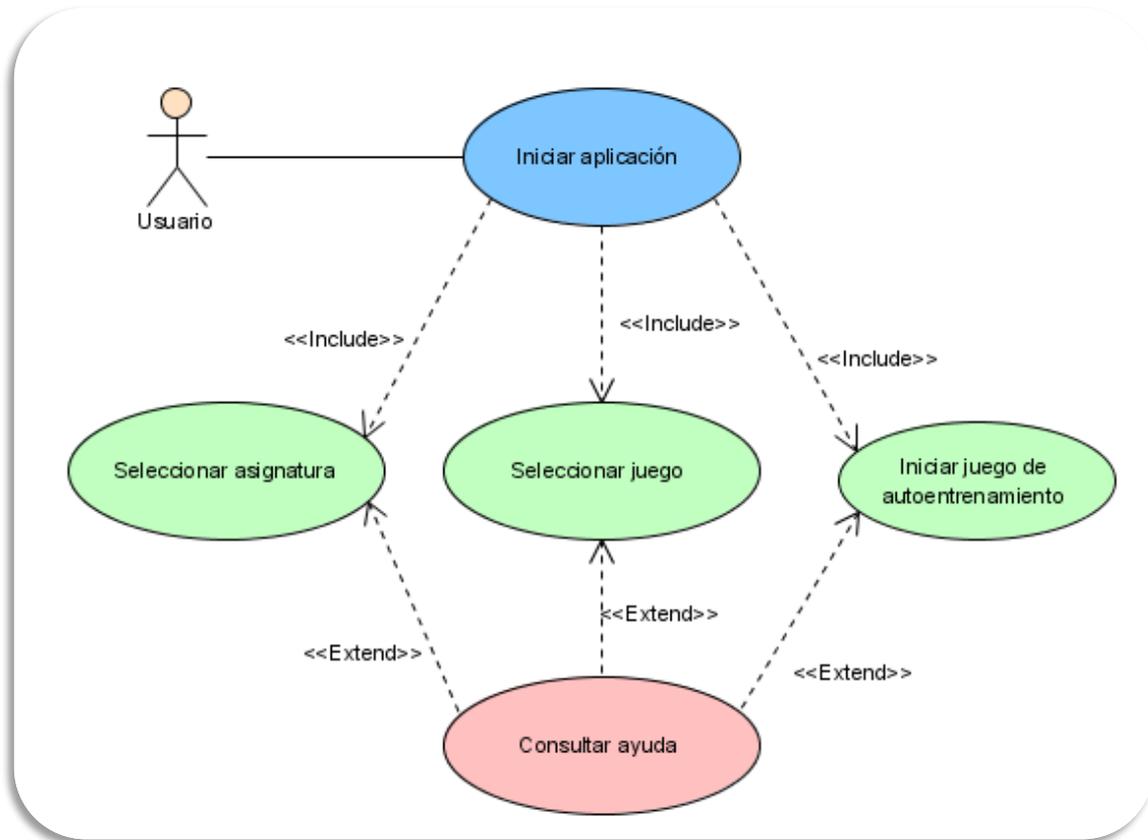


Figura 3.4. Caso de uso: Iniciar aplicación

Actor participante: Usuario

Flujo de eventos:

- [1] El usuario inicia la aplicación.
- [2] El sistema le da la bienvenida.
- [3] Se llama al caso de uso: "Seleccionar Asignatura".
- [4] Se llama al caso de uso: "Seleccionar juego".
- [5] Se llama al caso de uso: "Iniciar juego".

Excepciones:

- [E-A] En cualquiera de los pasos el usuario puede salir de la aplicación finalizando el caso de uso y la aplicación.

Condición de salida:

El usuario accede a la asignatura que ha seleccionado.

- *Caso de uso incluido en Iniciar aplicación: Seleccionar asignatura*

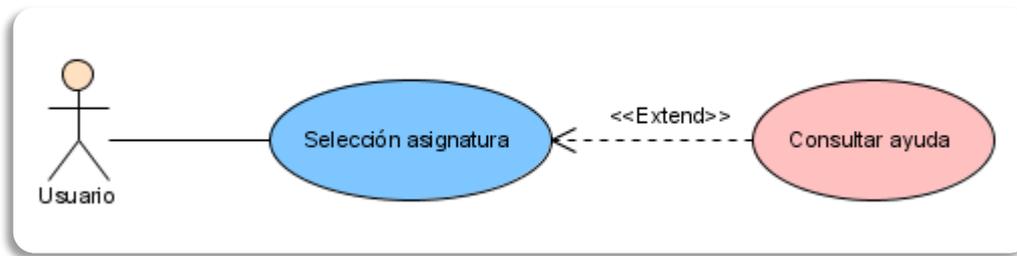


Figura 3.5. Caso de uso incluido en Iniciar aplicación: Seleccionar asignatura

Actor participante: Usuario

Condición de entrada:

- [1] El usuario ha iniciado la aplicación.

Flujo de eventos:

- [2] El sistema muestra las asignaturas disponibles.
- [3] El usuario selecciona la asignatura que desee y pulsa "Aceptar".

Excepciones:

- [E-A] En cualquiera de los pasos del flujo de eventos puede seleccionar la opción de ayuda.
- [E-A.1] Se llama al caso de uso: "Consultar ayuda".
 - [E-A.2] Se vuelve al paso anterior al que se produjo este evento.
- [E-B] Del mismo modo, el usuario puede salir de la aplicación finalizando el caso de uso y la aplicación.

Condición de salida:

- El usuario accede a la asignatura que ha seleccionado.

- *Caso de uso incluido en Iniciar aplicación: Seleccionar juego*

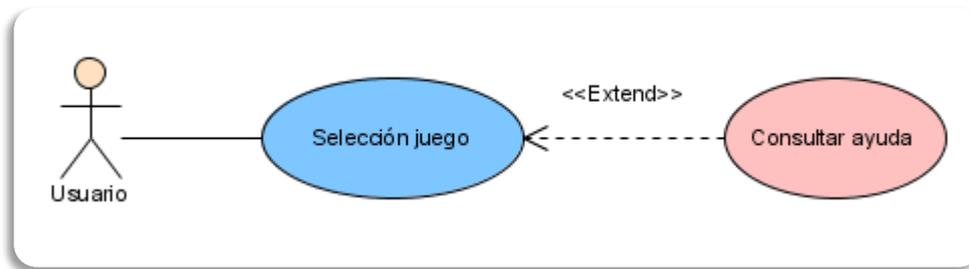


Figura 3.6. Caso de uso incluido en Iniciar aplicación: Seleccionar Juego

Actor participante: Usuario

Condición de entrada:

- [1] El usuario ha seleccionado una asignatura.

Flujo de eventos:

- [2] El sistema muestra los juegos disponibles.
- [3] El usuario selecciona el juego que desee y pulsa “Aceptar”.

Excepciones:

[E-A] En cualquiera de los pasos del flujo de eventos puede seleccionar la opción de ayuda.

[E-A.1] Se llama al caso de uso: “Consultar ayuda”.

[E-A.2] Se vuelve al paso anterior al que se produjo este evento.

[E-B] Del mismo modo, el usuario puede salir de la aplicación finalizando el caso de uso y la aplicación.

Condición de salida:

El usuario accede al juego que ha seleccionado.

- *Caso de uso incluido en Iniciar aplicación: Iniciar juego*

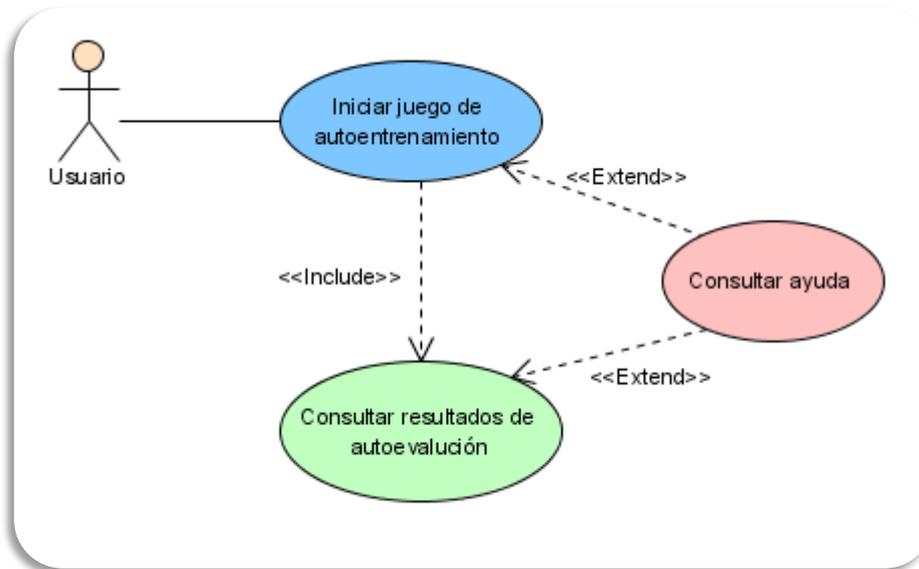


Figura 3.7. Caso de uso incluido en Iniciar aplicación: Iniciar juego

Actor participante: Usuario

Condición de entrada:

- [1] El usuario ha seleccionado un juego

Flujo de eventos:

- [2] El sistema muestra la pantalla correspondiente al juego seleccionado.
 [3] El usuario selecciona "Iniciar juego".
 [4] El sistema comienza la ronda de preguntas, intercalándolas con la dinámica del juego seleccionado.
 [5] El usuario responde a las preguntas e interactúa con dicho juego.
 [6] El sistema verifica las respuestas y almacena los resultados.

Excepciones:

- [6.a] Error de conexión del sistema con la base de datos.
 [6.a.1] El sistema notifica el error al usuario.
 [E-A] En cualquiera de los pasos del flujo de eventos puede seleccionar la opción de ayuda.
 [E-A.1] Se llama al caso de uso: "Consultar ayuda".
 [E-A.2] Se vuelve al paso anterior al que se produjo este evento.
 [E-B] Del mismo modo, el usuario puede salir de la aplicación finalizando el caso de uso y la aplicación.

Condición de salida:

- El usuario inicia el juego seleccionado anteriormente.

- *Caso de uso incluido en Iniciar juego: Consultar preguntas y respuestas realizadas*

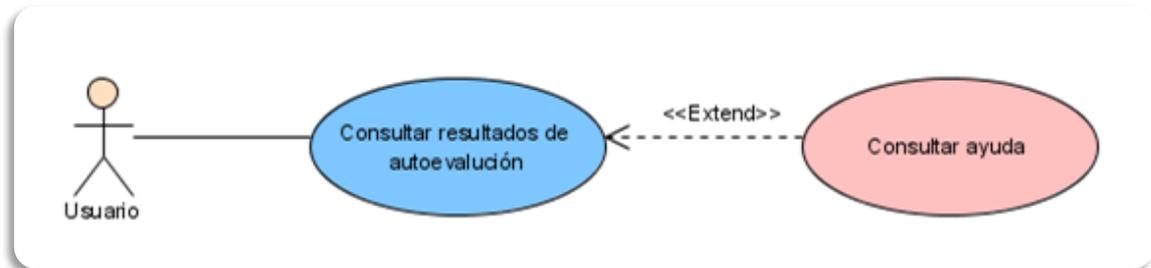


Figura 3.8. Caso de uso incluido en Iniciar juego: Consultar preguntas y respuestas realizadas

Actor participante: Usuario

Condición de entrada:

- [1] El usuario ha finalizado un juego

Flujo de eventos:

- [2] El sistema muestra todas las preguntas realizadas.
- [3] El usuario selecciona la pregunta que desea revisar y pulsa "Ver".
- [4] El sistema muestra la pregunta seleccionada.

Excepciones:

[E-A] En cualquiera de los pasos del flujo de eventos puede seleccionar la opción de ayuda.

[E-A.1] Se llama al caso de uso: "Consultar ayuda".

[E-A.2] Se vuelve al paso anterior al que se produjo este evento.

[E-B] Del mismo modo, el usuario puede salir de la aplicación finalizando el caso de uso y la aplicación.

Condición de salida:

El usuario accede la pregunta que ha seleccionado para revisarla.

- *Caso de uso excepcional: Consultar ayuda*

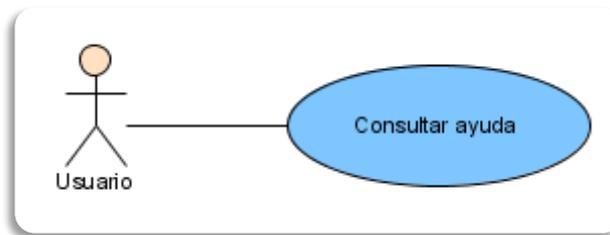


Figura 3.9. Caso de uso excepcional: Consultar ayuda

Actor participante: Usuario

Condición de entrada:

- [1] El usuario ha seleccionado la opción de consultar ayuda.

Flujo de eventos:

- [2] El sistema muestra un texto explicativo sobre la pantalla en la que se ha requerido dicha ayuda.
- [3] El usuario pulsa "Aceptar" para terminar de ver la ayuda.

Condición de salida:

El usuario accede a la información de ayuda que necesitaba.

3.3.3 Escenarios

Un escenario es una representación concreta de un caso de uso. Mientras los casos de uso representan de forma abstracta una funcionalidad del sistema, los escenarios personifican dichos casos de uso, otorgándoles una interacción más real con el sistema. La representación concreta de un caso de uso se realiza mediante la creación de uno o más escenarios que muestren todas las posibles interacciones entre el sistema y los usuarios.

Los escenarios son de gran utilidad, ya que permiten a los diseñadores anticiparse a futuros problemas. Pese a ser historias ficticias, deben desarrollarse con el mayor nivel de detalle posible. Por lo tanto, es necesario dotar a los personajes de un nombre y de una serie de motivaciones para usar la aplicación. Deben ser situados en un contexto real con las restricciones que ello supone, etc.

De esta manera es mucho más sencillo para los diseñadores discutir sobre las funcionalidades de la interfaz, ya que es mucho más difícil discutir las decisiones del diseño del sistema sobre una situación abstracta.

Esta forma de proceder, fuerza a los diseñadores a tener en cuenta el tipo de usuarios potenciales de la aplicación, así como también, el uso que estos hacen del sistema. Los escenarios permiten hacer diferentes combinaciones de usuarios y actividades de forma que se tengan en cuenta todas las posibilidades.

Normalmente, un escenario se compone de los siguientes elementos:

- Nombre único y unívoco.
- Descripción.
- Actores participantes.
- Flujo de eventos.

Se observa claramente que, al contrario que en un caso de uso, en un escenario no es necesario detallar las condiciones de entrada y de salida ni los casos especiales o

excepcionales. Esto es así, porque un escenario representa una situación “real” de la aplicación, y por tanto estos elementos (condiciones de salida, de entrada, etc.) se producen de forma implícita en cada escenario.

Como se ha indicado, para cada caso de uso puede haber varios escenarios distintos. Para este caso se definirá un escenario para cada caso de uso principal, de tal modo que al menos haya un ejemplo de las principales funcionalidades del sistema.

- *Escenario del caso de uso incluido en Iniciar aplicación: Seleccionar asignatura*

Nombre: SeleccionarAsignatura_InesTQ

Actor participante: Inés de la Torre Quesada

Descripción:

La usuaria Inés es estudiante de Ingeniería Informática, y suele usar el teléfono móvil y otros dispositivos móviles (*PSP y Nintendo DS*) para jugar, por lo que pertenece al perfil de usuario *Alumno experimentado*. Inés ha iniciado la aplicación en su teléfono móvil *Sharp GX17*.

Flujo de eventos:

- [1] La aplicación muestra las asignaturas disponibles: *Negocio Electrónico, Programación Avanzada, Redes y Sistemas Informáticos*.
- [2] Inés selecciona la opción de “Ayuda”.
- [3] La aplicación muestra el siguiente texto explicativo: “*Seleccione la asignatura que desee para realizar el proceso de auto-entrenamiento y auto-evaluación*”.
- [4] Inés pulsa “Aceptar” para terminar de ver la ayuda.
- [5] La aplicación muestra de nuevo las asignaturas disponibles.
- [6] Inés selecciona la asignatura *Redes* y pulsa “Aceptar”.

- **Escenario del caso de uso incluido en Iniciar aplicación: Seleccionar juego**

Nombre: SeleccionarJuego_JoseLuisMJ

Actor participante: José Luis Martínez Jurado

Descripción:

El usuario José Luis es estudiante de Ingeniería de Minas, pero no suele usar el teléfono móvil ni otros dispositivos móviles para jugar, por lo tanto puede encuadrarse en el perfil de usuario *Alumno inexperto*. José Luis ha iniciado la aplicación en su teléfono móvil *Sony Ericson W910i*, ha seleccionado la opción de Jugar y ha seleccionado la asignatura *Ciencias de los Materiales*.

Flujo de eventos:

- [1] La aplicación muestra los juegos disponibles: *3 en Raya*, *Los chinos* y *El ahorcado*.
- [2] José Luis selecciona la opción de "Ayuda".
- [3] La aplicación muestra el siguiente texto explicativo: "*Elija '3 en Raya', 'Los chinos' o 'El ahorcado' para acceder al juego con las preguntas propias de la materia seleccionada*".
- [4] José Luis pulsa "Aceptar" para terminar de ver la ayuda.
- [5] La aplicación muestra de nuevo los juegos disponibles.
- [6] José Luis selecciona el juego de *Los chinos* y pulsa "Aceptar".

- **Escenario del caso de uso incluido en Iniciar aplicación: Iniciar juego**

Nombre: IniciarJuego_JoseCarlosGC

Actor participante: José Carlos Gámez Campos

Descripción:

El usuario José Carlos es estudiante de Administración y Dirección de Empresas, y suele usar el teléfono móvil para jugar, por lo que puede pertenecer al perfil de usuario *Alumno experimentado*. José Carlos ha iniciado la aplicación en su teléfono móvil *LG KU990i*, ha seleccionado la opción de Jugar, ha seleccionado la asignatura *Gestión de la Producción* y ha seleccionado el juego *3 en Raya*.

Flujo de eventos:

- [1] La aplicación muestra la pantalla inicial del juego *3 en Raya*.
 - [2] José Carlos selecciona la opción "Iniciar juego".
 - [3] La aplicación muestra la pregunta nº1: "*Las 3 áreas funcionales fundamentales dentro de una empresa son: Marketing, Finanzas y Producción*".
 - [4] José Carlos responde "Verdadero" a la pregunta nº1.
 - [5] La aplicación muestra el mensaje: "*Correcto, Turno: Jugador*", y después muestra el tablero del juego *3 en Raya*.
 - [6] José Carlos coloca una ficha en el tablero en su posición central.
- ...

- *Escenario del caso de uso incluido en Iniciar juego: Consultar preguntas y respuestas realizadas*

Nombre: ConsultarPreguntas_AlbertoSM.

Actor participante: Alberto Santos Martín.

Descripción:

El usuario Alberto es un estudiante de Ingeniería Informática y suele jugar en su teléfono móvil y en otros dispositivos móviles, es decir, responde al perfil de usuario *Alumno experimentado*. Alberto ha iniciado la aplicación en su teléfono móvil *Nokia N98*, eligió la asignatura de *Programación Avanzada*, terminó de jugar al juego del *Ahorcado* y ha seleccionado la opción de *Revisión de preguntas*.

Flujo de eventos:

- [1] La aplicación muestra el texto de la pregunta nº1: *"Java es un lenguaje orientado a objetos"*, la respuesta dada por Alberto: *"Verdadero"* y la solución: *"Correcto"*.
- [2] Alberto selecciona la opción *"Siguiente"*.
- [3] La aplicación muestra el texto de la pregunta nº2: *"J2ME es la versión de Java para dispositivos móviles"*, la respuesta dada por Alberto: *"Falso"* y la solución: *"Incorrecto"*.
- [4] Alberto selecciona la opción *"Salir"*.
- [5] La aplicación termina.

3.4. Diseño del sistema

Realizar de manera adecuada cada una de las actividades que conlleva la Ingeniería del Software es imprescindible para la realización de un proyecto software de calidad. Por ello, no se puede afirmar que ninguna de estas actividades sea más importante que el resto. Sin embargo, sí podemos decir que la actividad de diseño es la más delicada y la más laboriosa de realizar.

Es delicada porque, de no llevarse a cabo adecuadamente, se hace imposible codificar de manera correcta el modelo obtenido anteriormente en la fase de análisis del sistema. Esto puede tener consecuencias catastróficas, ya que hacer inútil todo el esfuerzo invertido en las primeras actividades de la Ingeniería del Software.

Es laboriosa porque las estrategias a seguir para que la traducción entre modelo y código se lleve a cabo correctamente son muy diversas y bastante complejas.

Se puede decir, pues, que el diseño del sistema es la actividad de la Ingeniería del Software en la que se identifican los objetivos finales del sistema y se plantean las diversas estrategias para alcanzarlos en la siguiente fase de implementación ^[20].

Es prácticamente imposible diseñar el sistema a la primera, ya que, como se ha comentado anteriormente, la Ingeniería del Software es un proceso iterativo que persigue el objetivo de conseguir y mantener software de calidad. Es necesario diferenciar entre el diseño y la estructura de los datos a manejar por la aplicación. Este proceso junto con la fase de diseño de la interfaz de usuario debe de realizarse paralelamente en el tiempo, no de forma consecutiva, ya que están tan íntimamente relacionados que el diseño de uno puede repercutir en el del otro.

3.4.1 Diseño de los datos

El objetivo de esta fase del diseño software es determinar la estructura que poseen cada uno de los elementos de información del sistema, es decir, la estructura de los datos sobre los que se va a trabajar.

Hay que tener en cuenta que se trata de una aplicación orientada a dispositivos móviles, donde dichos dispositivos poseen unas limitaciones reducidas tanto en memoria como en capacidad de computación. Es por ello, que no se debe abordar una excesiva complejidad en los datos que se van a manejar. Entre otras cosas, porque estos dispositivos no soportan todos los tipos de datos que suelen soportar un ordenador de sobremesa. Es prioritario simplificar al máximo para usar únicamente los datos realmente importantes o aquellos que más interesen para conseguir el objetivo.

Teniendo en cuenta lo comentado, los elementos que se van a considerar son los siguientes:

- *Asignaturas*. Sólo se almacenará un número de identificación y su nombre.
- *Preguntas Tipo Test*. Todas pertenecerán o estarán asociadas a una materia en concreto. Es necesario almacenar las preguntas junto con su respuesta, que en este caso, únicamente es necesario conocer la veracidad o falsedad de las mismas. Este tipo de preguntas son las que se usarán en todo el proceso de auto-entrenamiento y auto-evaluación.
- *Preguntas Cortas*. Al igual que las preguntas tipo test, estarán asociadas a una materia. Y en este caso, es necesario almacenar su respuesta que será como mucho una frase. Esta clase de preguntas únicamente tendrán sentido en uno de los juegos a implementar (el Ahorcado), es decir, no son tan importantes como las preguntas tipo test, ya que si no se juega a dicho juego no intervendrán.

Una vez determinados cuales son los elementos de información del sistema, se deben obtener sus representaciones en forma de tablas de una base de datos ^[21]. Para ello, se debe realizar en primer lugar un diseño conceptual de la base de datos para,

posteriormente, obtener las tablas requeridas y donde se puede utilizar el modelo Entidad-Relación.

3.4.1.1 Modelo Entidad-Relación

Cuando se utiliza una base de datos para gestionar información, se está plasmando una parte del mundo real en una serie de tablas, registros y campos ubicados en un ordenador; creándose un modelo parcial de la realidad. Antes de crear físicamente estas tablas en el ordenador se debe realizar un modelo de datos.

Se suele cometer el error de ir creando nuevas tablas a medida que se van necesitando, haciendo así el modelo de datos y la construcción física de las tablas simultáneamente. El resultado de esto acaba siendo un sistema de información parcheado, con datos dispersos que terminan por no cumplir adecuadamente los requisitos necesarios. Para evitar esta clase de problemas se ha realizado un breve estudio de aquellos elementos susceptibles de almacenarse.

El modelo *Entidad-Relación* (E-R) es el modelo conceptual más utilizado y extendido para el diseño conceptual de bases de datos. El modelo E-R se basa en los conceptos descritos a continuación para representar un modelo de la vida real.

- **Entidad.** Representa una *cosa* u *objeto* del mundo real con existencia independiente, es decir, se diferencia unívocamente de cualquier otro objeto o cosa, incluso siendo del mismo tipo, o una misma entidad. Suele representarse mediante el uso de rectángulos con el nombre de la entidad en su interior:



Figura 3.10. Representación de una Entidad

- **Relación.** Describe cierta dependencia entre entidades o permite la asociación de las mismas. Para representación gráfica de una relación entre dos o más entidades es común el uso de un rombo con el nombre de la relación en su interior:



Figura 3.11. Representación de una Relación

- **Atributo.** Es una característica de interés o un hecho sobre una entidad o sobre una relación. Los atributos representan las propiedades básicas de las entidades y de las relaciones. Toda la información extensiva es portada por los atributos. Gráficamente, se representan mediante elipses que cuelgan de las entidades o relaciones a las que pertenecen:

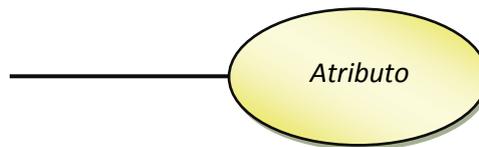


Figura 3.12. Representación de un Atributo

Los diagramas *E-R* no cumplen su propósito con eficacia debido a que tienen limitaciones semánticas. Por ese motivo se suelen utilizar los diagramas *E-R* extendidos que incorporan algunos elementos más al lenguaje:

- **Entidades fuertes y débiles.** Cuando una entidad participa en una relación puede adquirir un papel fuerte o débil. Una entidad débil es aquella que no puede existir sin participar en la relación, es decir, aquella que no puede ser unívocamente identificada solamente por sus atributos. Una entidad fuerte (también conocida como entidad regular) es aquella que sí puede ser identificada unívocamente. En los casos en que se requiera, se puede dar que una entidad fuerte "preste" algunos de sus atributos a una entidad débil para que, esta última, se pueda identificar.

Las entidades débiles se representan mediante un doble rectángulo, es decir, un rectángulo con doble línea.



Figura 3.13. Representación de una Entidad Débil

- **Cardinalidad de las relaciones.** El tipo de cardinalidad se representa mediante una etiqueta en el exterior de la relación, respectivamente: "1:1", "1:N" y "N:M", aunque la notación depende del lenguaje utilizado, la que más se usa actualmente es el unificado. Otra forma de expresar la cardinalidad es situando un símbolo cerca de la línea que conecta una entidad con una relación:
 - "0" si cada instancia de la entidad no está obligada a participar en la relación.
 - "1" si toda instancia de la entidad está obligada a participar en la relación y, además, solamente participa una vez.
 - "N", "M", ó "*" si cada instancia de la entidad no está obligada a participar en la relación y puede hacerlo cualquier número de veces.
- **Claves.** Son un subconjunto del conjunto de atributos comunes en una colección de entidades, que permite identificar unívocamente cada una de las entidades pertenecientes a dicha colección. Asimismo, permiten distinguir entre sí las relaciones de un conjunto de relaciones. Se representan como una elipse doble:



Figura 3.14. Representación de un Atributo Clave

Una vez conocida la sintaxis del modelo E-R es hora de realizar el modelo del sistema m-Learning. Los pasos a seguir para conseguir un modelo E-R son los siguientes:

1. Convertir el enunciado del problema (o, como en este caso, los elementos del sistema software) en un Esquema Conceptual (EC) del mismo.
2. Convertir este EC en uno más refinado, conocido como Esquema Conceptual Modificado (ECM).
3. Obtener las tablas de la base de datos a partir del ECM.

Dada la escasa complejidad de las tablas que se obtienen para el modelo de datos de este proyecto, no es necesario el proceso de normalización. Por tanto, las entidades obtenidas en el ECM constituirán las tablas de la base de datos de la aplicación.

Como se ha dicho anteriormente, es necesario convertir los elementos de información en entidades, para así comprobar las relaciones existentes entre ellas. Asignaturas, Preguntas y Respuestas son las entidades escogidas. El esquema conceptual quedaría tal y como se muestra en la **Figura 3.15**:

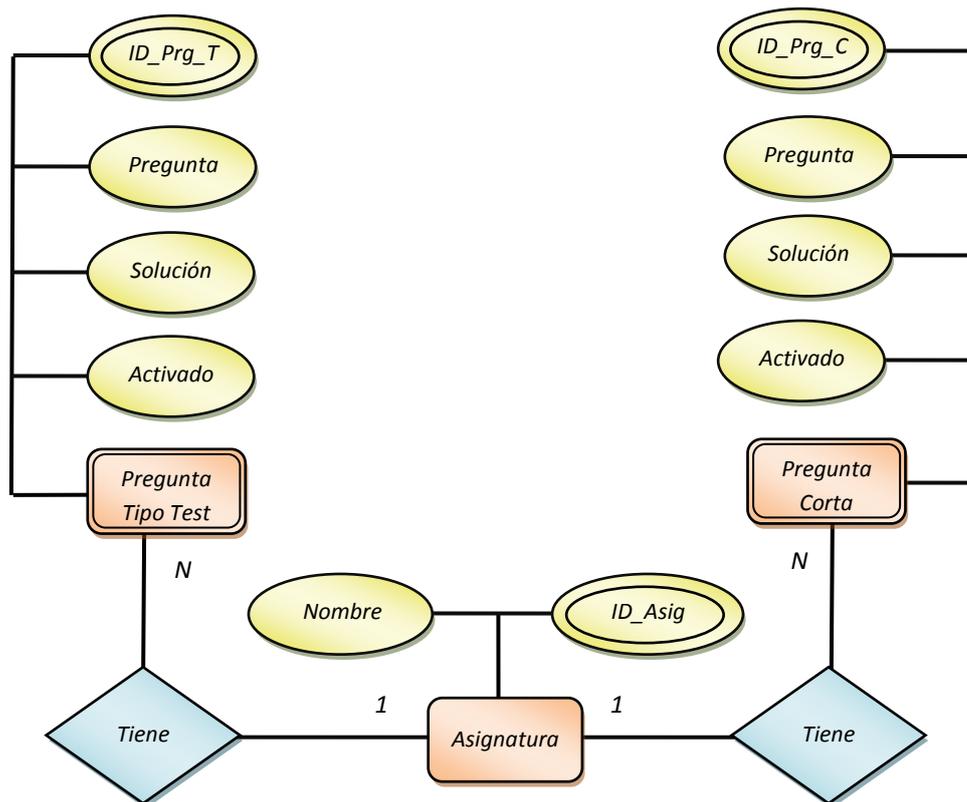


Figura 3.15. Representación del Esquema Conceptual

3.4.1.2 Esquema conceptual modificado

Para la obtención del ECM se deben realizar una serie de cambios en el EC representado anteriormente en la **Figura 3.15**. Estos cambios son los siguientes:

- Eliminar todas las entidades débiles.
- Eliminar las relaciones de muchos a muchos.
- Eliminar las relaciones con atributos existentes en el Esquema Conceptual.

Para este caso concreto, las entidades débiles se convertirán en entidades fuertes añadiéndoles las claves de aquellas entidades con las que están relacionadas. Es decir, la entidad fuerte *Asignatura* está relacionada con las entidades débiles *Pregunta Corta* y *Pregunta Tipo Test*, por lo tanto estas entidades añadirán el atributo clave de *Asignatura* (*ID_Asig*) para convertirse en entidades fuertes.

Como se aprecia en la **Figura 3.15** no es necesaria la eliminación de relaciones de muchos a muchos (N:M) o los atributos en relaciones, ya que éstos no existen en el anterior EC. El ECM quedaría como se aprecia en la **Figura 3.16**:

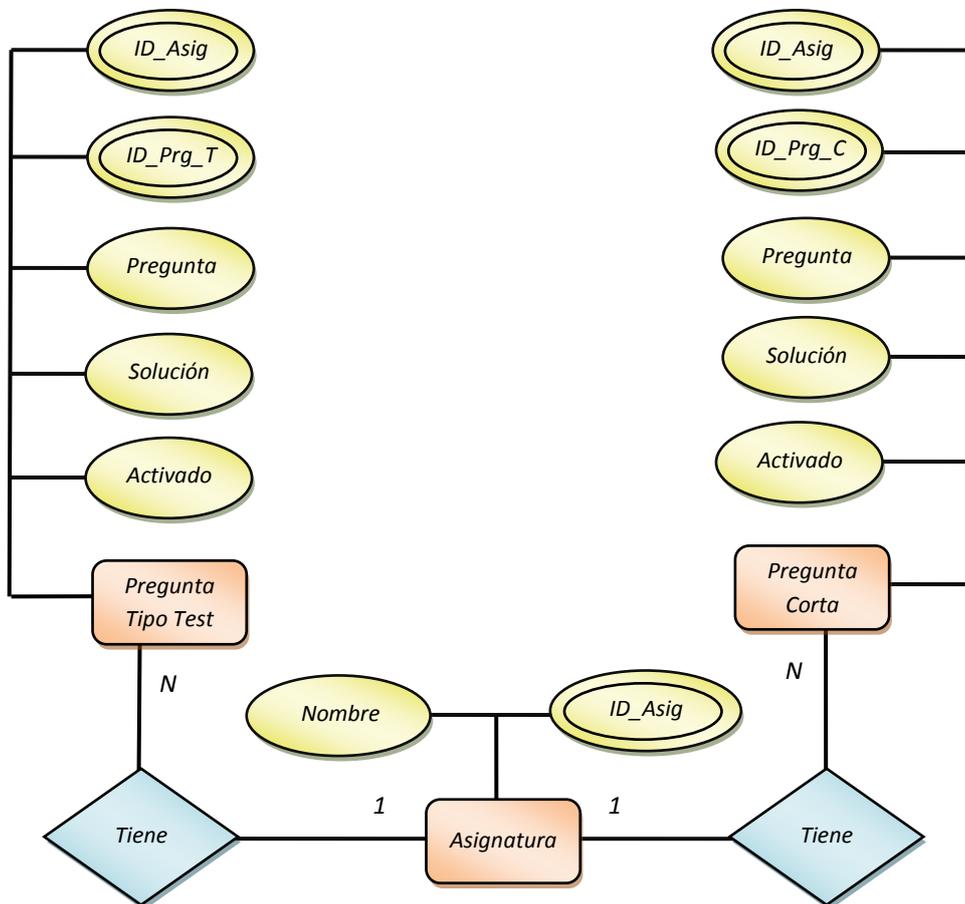


Figura 3.16. Representación del Esquema Conceptual Modificado

3.4.1.3 Creación de tablas

Observando el esquema ECM, se comprueba que el sistema estará formado por tres tablas: Asignatura, Pregunta y Respuesta.

- *Asignatura*. Tabla que contiene tantas filas como número de asignaturas haya almacenados en el sistema. Contiene los siguientes atributos o campos:

Nombre	Tipo de dato	Clave	Descripción
ID_Asig	Entero (5)	Primaria	Identificador univoco de la asignatura
Nombre	Cadena caracteres (25)	-	Nombre de la asignatura

- *Pregunta Corta*. Tabla que contiene tantas filas como número de preguntas cortas haya en el sistema. Contiene los siguientes atributos o campos:

Nombre	Tipo de dato	Clave	Descripción
ID_Asig	Entero (5)	Primaria	Identificador de la asignatura a la que pertenece
ID_Preg_C	Entero (5)	Primaria	Identificador de la pregunta corta
Pregunta	Cadena caracteres (100)	-	Texto de la pregunta
Solución	Cadena caracteres (35)	-	Solución a la pregunta
Activado	Carácter (1)	-	Indicador de si la pregunta está o no habilitada

- *Pregunta Tipo Test*. Tabla que contiene tantas filas como número de preguntas tipo test haya en el sistema. Contiene los siguientes atributos o campos:

Nombre	Tipo de dato	Clave	Descripción
ID_Asig	Entero (5)	Primaria	Identificador de la asignatura a la que pertenece
ID_Preg_T	Entero (5)	Primaria	Identificador de la pregunta
Pregunta	Cadena caracteres (100)	-	Texto de la pregunta
Solución	Carácter (1)	-	Solución a la pregunta (V ó F)
Activado	Carácter (1)	-	Indicador de si la pregunta está o no habilitada

3.4.1 Diseño de la interfaz

En esta etapa del diseño del sistema software se define cual va a ser la apariencia visual de la aplicación, es decir, se define la interfaz visual entre el usuario y la aplicación. Sin duda, llevar a cabo un buen diseño de la interfaz resulta decisivo debido a que esta debe ser atractiva para el usuario final pero al mismo tiempo debe resultar fácil de entender y de trabajar sobre ella.

Uno de los principales problemas que tiene diseñar aplicaciones para terminales móviles es su heterogeneidad en cuanto a tamaño de las pantallas, resoluciones, sistemas operativos, etc. Por ello, se ha seguido un diseño *genérico* para dispositivos móviles durante la etapa de diseño de la interfaz. En la etapa de implementación, cuando se haya escogido la opción que mejor se adapte a necesidades que demanda este proyecto, será cuando se opte por la utilización de guías de estilo específicas para una plataforma concreta de terminales móviles.

En este apartado se describirá y analizarán las metáforas empleadas, se definirá la guía de estilo de la aplicación que se seguirá, y se revisará el diseño de pantallas de nuestro prototipo de la aplicación móvil.

3.4.1.1 Metáforas

Una metáfora es el empleo de un objeto con un significado dentro de un contexto diferente al habitual. Su utilización resulta muy útil en el diseño de una interfaz gráfica, ya que permiten al usuario comprender de una forma intuitiva las diversas tareas que la interfaz permite desarrollar.

La definición de metáfora según el diccionario de la RAEL² es:

“Conocimiento de una cosa obtenido sin recurrir a inferencia o razonamiento”

² RAEL: acrónimo de Real Academia Española de la Lengua

Comprendemos el significado de las metáforas de los controles o tareas que encontramos en la interfaz porque los conectamos mentalmente con otros procesos que previamente habíamos aprendido.

Las metáforas se basan en asociaciones percibidas de forma similar por el usuario y el desarrollador. Si no tienen la misma base cultural, la metáfora puede fallar ^[19]. Al tratarse de una aplicación móvil no es fácil el uso de metáforas, principalmente debido a la falta espacio como consecuencia de la limitación de la pantalla. Aún así se ha hecho uso de varias metáforas como se muestran a continuación.

- **Metáforas del menú de juegos**

Elementos visuales:



Juego de los Chinos



Juego del 3 en Raya



Juego del Ahorcado

Acciones:

- Dependiendo de la opción elegida por el usuario iniciará un juego u otro.

- **Metáforas del juego de los Chinos**

Elementos visuales:



Elección de una ficha



Elección de dos fichas



Elección de tres fichas

Acciones:

- Para el juego de los *Chinos*, el usuario podrá elegir cuantas fichas tendrá en su mano para jugar la ronda, en este caso 1, 2 ó 3.

- **Metáforas del juego del 3 en Raya**

Elementos visuales:



Ficha del jugador



Ficha de la CPU

Acciones:

- En el juego del *3 en Raya*, para diferenciar las fichas de cada oponente se hace la distinción anterior, donde el estudiante estará representado por una imagen juvenil y la CPU por el escudo de la Universidad de Jaén, donde se presenta este proyecto.

3.4.1.2 Guía de estilo

En este apartado vamos a describir las reglas comunes que definen la apariencia visual que tendrá la interfaz de usuario de la aplicación móvil. El estilo deberá seguir unas pautas determinadas para que la distribución y el comportamiento de los elementos resulten fáciles a la hora de su uso y familiares para el usuario; debe tener un aspecto moderno y elegante; utilizar colores con un contraste adecuado; y por último una letra con un tamaño y tipo legible para el usuario.

Distribución y elementos



Figura 3.17. Distribución de pantalla

Como se aprecia en la **Figura 3.17**, los elementos que forman la interfaz son la *Cabecera* en la que aparecerá el logotipo de la Universidad de Jaén o los marcadores y resultados, en caso de encontrarse dentro de un juego; el *Título* que indicará en la pantalla en la que se encuentra el usuario; el *Contenido* donde aparecerán tanto las distintas opciones de los menús como los juegos en sí mismos. Y por último, en la parte inferior, se encuentran los menús con las distintas opciones de *Ayuda*, *Volver*, *Salir*, etc.

Colores

Existen distintas tonalidades de colores, según el tipo de pantalla en la que se encuentre el usuario. Los colores que predominan en la interfaz son el azul, blanco y amarillo. Mientras que en los distintos juegos existen distintas tonalidades de colores para diferenciarlos de los menús principales de la aplicación. Podemos encontrar distintas tonalidades de rojo para el juego de los Chinos, tonalidades de Verde para el juego del 3 en Raya y tonalidades de marrón para el juego del Ahorcado.

Tipo y tamaño

El tipo y el tamaño del texto también son de vital importancia. Un tipo y tamaño adecuado de texto facilita la legibilidad del mismo. Se usarán diferentes tamaños para distinguir títulos, texto normal, etc. A continuación se describe formalmente el estilo principal de la aplicación con sus valores concretos:

- **Cabecera:**
 - **Tipo:** *Arial Black*.
 - **Tamaño:** *18 dip*
 - **Color:** *# D9D4C9*

- **Título:**
 - **Tipo:** *Antropos*.
 - **Tamaño:** *16 dip*
 - **Color:** *#000000*

- **Contenido:**
 - **Tipo:** *Arial*.
 - **Tamaño:** *12 pt*
 - **Color:** *#000000*

- **Menús inferiores:**
 - **Tipo:** *Arial Narrow*.
 - **Tamaño:** *10 dip*
 - **Color:** *#FFFFFF*

3.4.1.3 Prototipos de las pantallas de la aplicación

En este apartado, se va a definir la estructura de la interfaz con el usuario del dispositivo móvil. Mediante el diseño de prototipos se pretende establecer una idea inicial de lo que será la interfaz final de la aplicación. Estos prototipos serán, por tanto, susceptibles de cambios durante el proceso de implementación.

Para este cometido se ha optado por el diseño de pantallas como técnica de definición de prototipos de la interfaz de usuario. La mejor herramienta para ello es, simplemente, usar dibujos realizados a mano con lápiz y papel. Cada componente se dibuja en un trozo de papel y se recorta de forma que sea posible reposicionarlo y así evaluar diferentes alternativas de diseño de pantalla de forma muy rápida y barata. La razón es que estos diseños de pantalla son un vehículo para poder analizar la calidad de nuestro diseño, por ello no es adecuado perder tiempo ni dinero realizando estos diseño previos con alguna herramienta especializada ^[19].

Antes de mostrar los prototipos y la explicación de cada uno hay que dejar claro que los prototipos están basados en los típicos terminales móviles, es decir, aquellos en

los que existe un teclado, una cruceta, etc., no en aquellos más modernos de pantallas táctiles sin botones.

- *Pantalla de inicio*



Figura 3.18. Pantalla de inicio

La pantalla de inicio de la aplicación móvil es la mostrada en la **Figura 3.18**. En ella únicamente se muestra un mensaje de bienvenida que durará unos instantes, mientras se carga por completo la aplicación.

- *Pantalla de selección de asignaturas*

En la **Figura 3.19** se muestran todas las asignaturas que tenemos descargadas en el dispositivo móvil.

Para seleccionar una de las asignaturas sólo hay que desplazarse con el cursor hasta aquella que se desea realizar una serie de juegos de autoaprendizaje, y pulsar el botón de la derecha “ACEPTAR”

El foco de la aplicación vendrá determinado por un color diferente del resto o un tamaño más grande.

Con el botón izquierdo “MENÚ” se desplegará una lista con las opciones: “VOLVER”, “AYUDA” y “SALIR”.

La opción “VOLVER” retrocederá hasta la pantalla anterior. Nuevamente, la opción “AYUDA” mostrará un texto explicativo de las posibilidades de la pantalla, y la opción “SALIR” finalizará la aplicación.

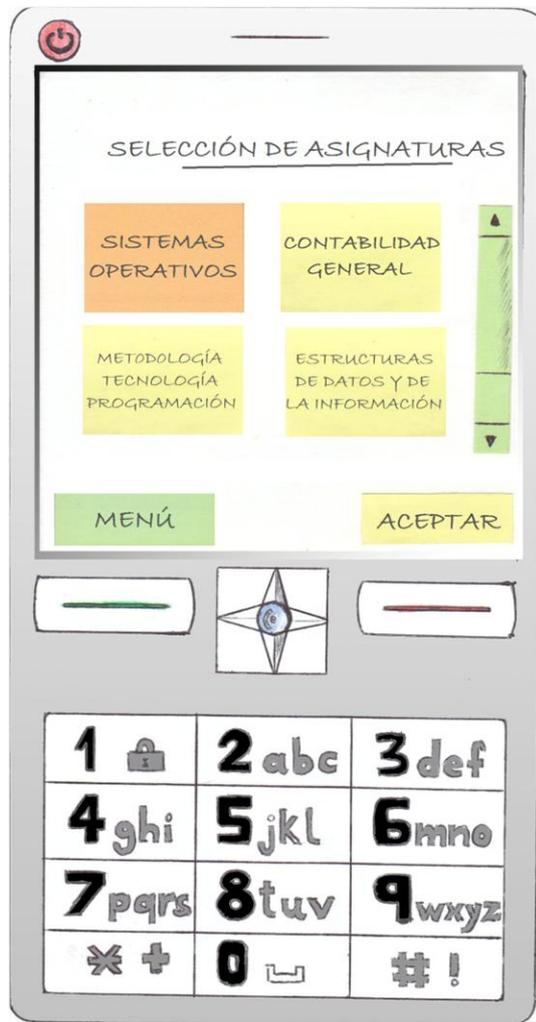


Figura 3.19. Pantalla de selección de asignaturas

- *Pantalla de selección de juegos*



Figura 3.20. Pantalla de selección de juegos

En la **Figura 3.20** se muestran los juegos disponibles en el móvil.

Para seleccionar uno de los juegos hay que desplazarse con el cursor hasta el que se desee jugar, y pulsar el botón de la derecha "ACEPTAR"

Nuevamente, el foco de la aplicación vendrá determinado por un color diferente del resto o un tamaño más grande.

Con el botón izquierdo "MENÚ" se desplegará una lista con las opciones: "VOLVER", "AYUDA" y "SALIR". Anteriormente explicadas.

- **Pantalla inicial del juego 3 en Raya**

La **Figura 3.21** corresponde a pantalla del juego *3 en Raya* inicialmente no contiene elementos dentro del tablero de juego.

El botón izquierda “MENÚ” despliega una lista con las opciones: “AYUDA” y “SALIR”. La opción “AYUDA” mostrará las instrucciones necesarias para jugar al juego.

En este caso el objetivo es conseguir tres cruces rojas en línea. Para colocar una cruz roja es necesario acertar una pregunta. En caso de no conseguir acertar la pregunta la “CPU” colocará una ficha azul.

Con el botón derecho “INICIAR” comenzará la ronda de preguntas.

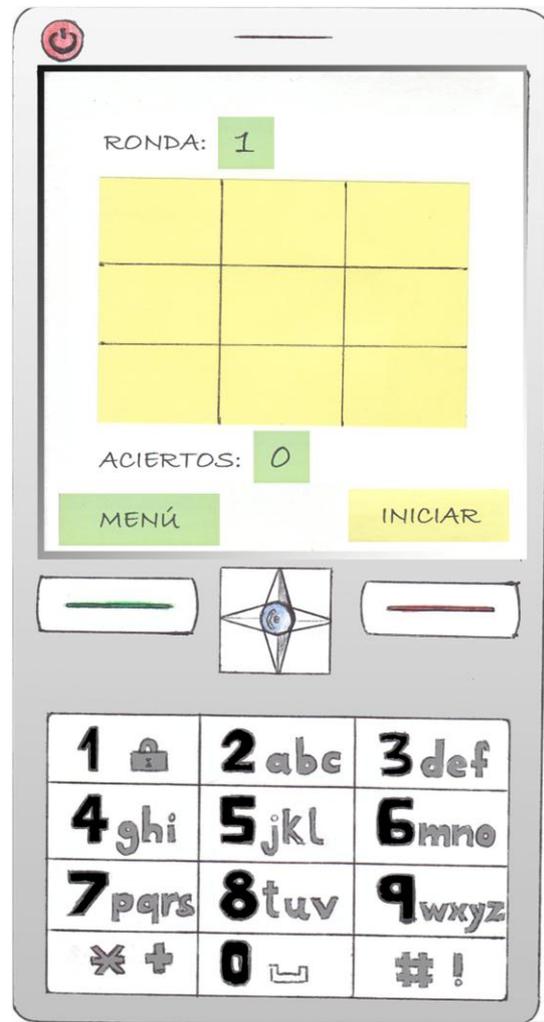


Figura 3.21. Pantalla de inicio del 3 en Raya

- *Pantalla de preguntas*



Figura 3.22. Pantalla de preguntas

La pantalla de preguntas es común a todos los juegos, es decir, independientemente del juego al que se esté jugando la ronda de preguntas tendrá el mismo formato.

Para contestar a la pregunta se deberá seleccionar una de las respuestas, en este caso: “VERDADERO” o “FALSO”, y pulsar el botón derecho “ACEPTAR”.

Una vez contestada la pregunta aparecerá el resultado de la misma, es decir, comunicará si ha sido acertada o no la elección tomada y volveríamos a la pantalla anterior del juego correspondiente.

- *Pantalla final del juego 3 en Raya*

En la **Figura 3.23** se observa cómo finalizaría el juego del *3 en Raya*, ya que se ha conseguido colocar tres cruces en línea. Se puede comprobar que el usuario ha acertado 3 preguntas y ha fallado sólo una, de ahí que haya sólo una ficha azul en el tablero.

Para finalizar la partida y revisar las preguntas y respuestas realizadas en el juego se deberá pulsar el botón derecho "FINALIZAR".

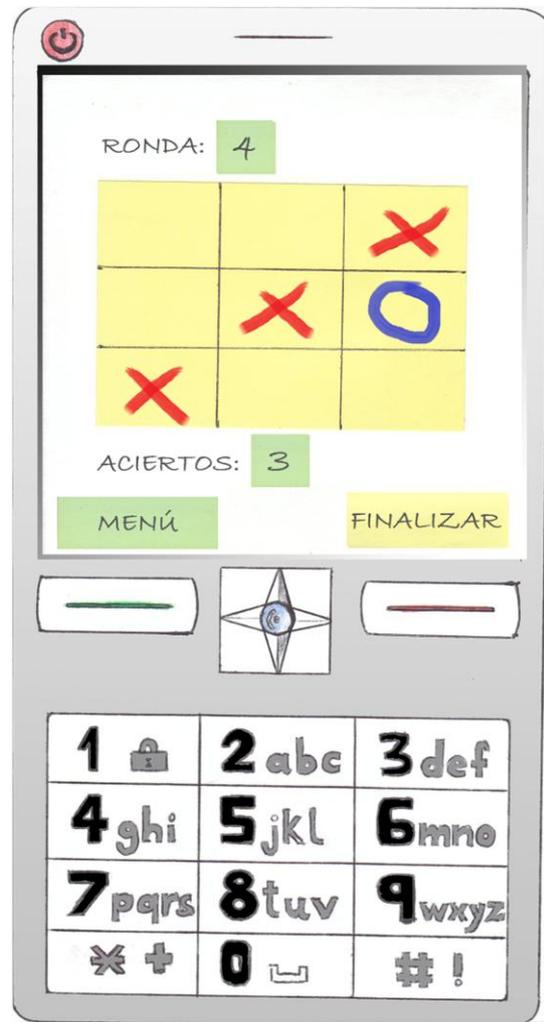


Figura 3.23. Pantalla final del juego 3 en Raya

- *Pantalla inicial del juego de los Chinos*

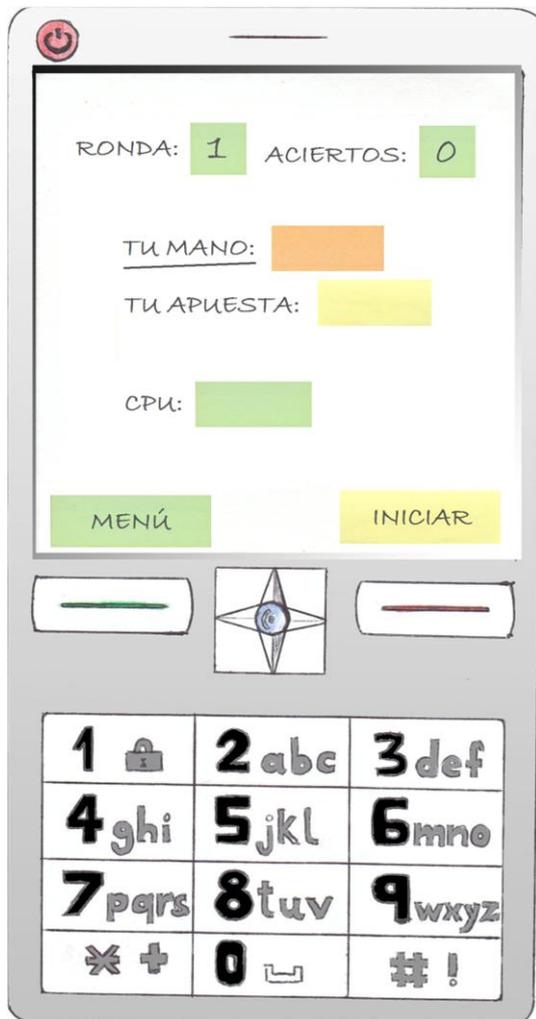


Figura 3.24. Pantalla inicial del juego de los Chinos

En la **Figura 3.24** se muestra la pantalla inicial del juego de los *Chinos*, donde no es posible interactuar hasta comenzar el juego con el botón derecho “INICIAR”.

El botón izquierdo “MENÚ” despliega una lista con las opciones: “AYUDA” y “SALIR”. La opción “AYUDA” mostrará las instrucciones necesarias para jugar al juego.

En este caso el objetivo es conseguir acertar 3 veces el resultado total, para ello es necesario sumar los puntos de tu mano y tratar de adivinar los puntos de la CPU. Al contestar correctamente a las preguntas, el usuario podrá realizar la apuesta en primer lugar, partiendo con ventaja sobre la CPU. En caso de fallar la pregunta será la CPU quien realizará la apuesta en primer lugar.

Con el botón derecho “INICIAR” comenzará la ronda de preguntas.

- *Pantalla final del juego de los Chinos*

La **Figura 3.25** muestra como finalizaría el juego de los *Chinos*. En este caso, se puede apreciar que el juego ha finalizado porque se ha conseguido acertar 3 veces el total.

Una vez finalizado se pulsará el botón derecho "FINALIZAR" y se podrán revisar las preguntas contestadas en el juego.

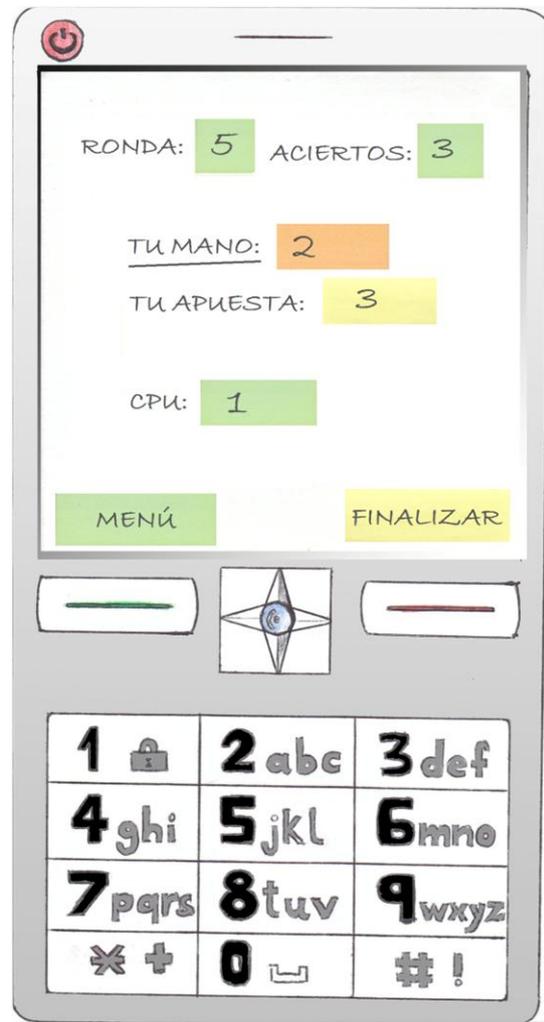


Figura 3.25. Pantalla final del juego de los Chinos

- *Pantalla inicial del juego el Ahorcado*



Figura 3.26. Pantalla inicial del juego del Ahorcado

La **Figura 3.26** se corresponde con la pantalla inicial del juego del *Ahorcado*, donde no es posible interactuar hasta comenzar el juego con el botón derecho “INICIAR”.

El botón izquierdo “MENÚ” despliega una lista con las opciones: “AYUDA” y “SALIR”. La opción “AYUDA” mostrará las instrucciones necesarias para jugar al juego.

En este caso el objetivo es conseguir acertar la frase oculta, para ello es necesario contestar correctamente a las preguntas hasta desvelar toda la frase. En caso de fallar la pregunta se sumarán fallos hasta un máximo de 6.

Con el botón derecho “INICIAR” comenzará la ronda de preguntas.

- **Pantalla final del juego del Ahorcado**

En la **Figura 3.27** se muestra como finalizaría el juego del *Ahorcado*. En este caso, se puede apreciar que el juego ha finalizado porque se ha conseguido acertar 3 preguntas y completar la frase oculta sin tener 6 fallos.

Una vez finalizado se pulsará el botón derecho “FINALIZAR” y se podrán revisar las preguntas contestadas en el juego.

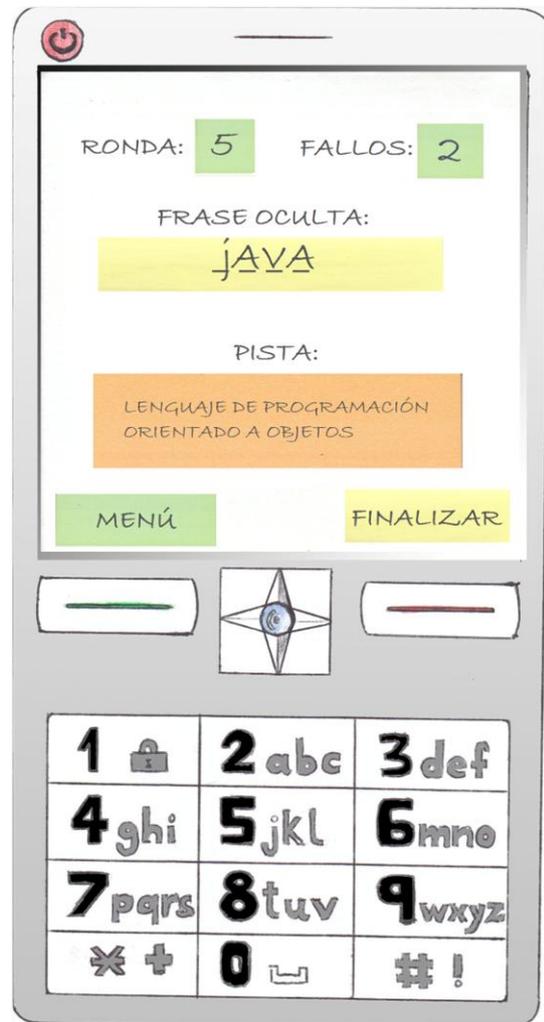


Figura 3.27. Pantalla final del juego del Ahorcado

- *Pantalla de revisión de preguntas*



Figura 3.28. Pantalla de revisión de preguntas

Una vez terminado algún juego se podrán revisar las preguntas y respuestas realizadas durante el mismo. En esta pantalla aparecen detalles como el número de la pregunta, la propia pregunta realizada, la elección del usuario y su corrección.

En caso de querer ver la siguiente pregunta se debe pulsar el botón derecho "SIGUIENTE". Al pulsar el botón izquierdo "MENÚ" aparece una lista con las opciones típicas como "AYUDA" y "SALIR", y además otras nuevas: "ANTERIOR", que muestra la pregunta predecesora a la actual, y "PREGUNTAS", que regresa al menú anterior de selección de preguntas realizadas.

3.5. Implementación

Una vez realizadas las etapas anteriores de la Ingeniería del Software (*Análisis y Diseño*), donde se establecían los criterios y bases fundamentales sobre las que se sostiene el proyecto, es hora de llevarlo a cabo. Esto se efectúa por medio de la implementación en un prototipo que servirá para validar si se cumplen los requisitos establecidos en la etapa de Análisis descritos anteriormente.

El proyecto actualmente consta de dos aplicaciones: una *plataforma Web de gestión* y una *aplicación móvil*. Principalmente los esfuerzos de este proyecto han ido encaminados a la aplicación móvil destinada al proceso de auto-evaluación y auto-evaluación. Dado que dicha aplicación se sustenta de diferentes materias se ha implementado una sencilla plataforma Web para la gestión de preguntas sobre dichas materias. La plataforma Web únicamente servirá para actualizar la base de datos de preguntas necesarias para el correcto funcionamiento de la aplicación móvil.

Uno de los principales objetivos a cumplir era desarrollar una aplicación multiplataforma para que abarcara el mayor número de usuarios posible. Como se mostró en el *Capítulo 2*, se barajaron numerosas posibilidades, y según los estudios realizados se observaba que la mejor opción para cumplir dicho objetivo era abarcar a los usuarios de la plataforma de *Symbian* principalmente, que era, con más del 70%, la opción mayoritaria.

Otro dato a tener en cuenta, es que plataformas como la ya mencionada, *Windows Mobile* y *Blackberry* permiten ejecutar aplicaciones *Java* en sus terminales móviles, no siendo así en los sistemas *iOS* y *Android*. Este dato principalmente, decantó la elección de la herramienta de desarrollo *TagsMe*, de la que se hablará en el apartado **3.5.1.1** de este proyecto, la cual permite el desarrollo de aplicaciones móviles para estas plataformas, entre otras.

Finalmente, la estructura del sistema m-Learning se muestra en la **Figura 3.29**:

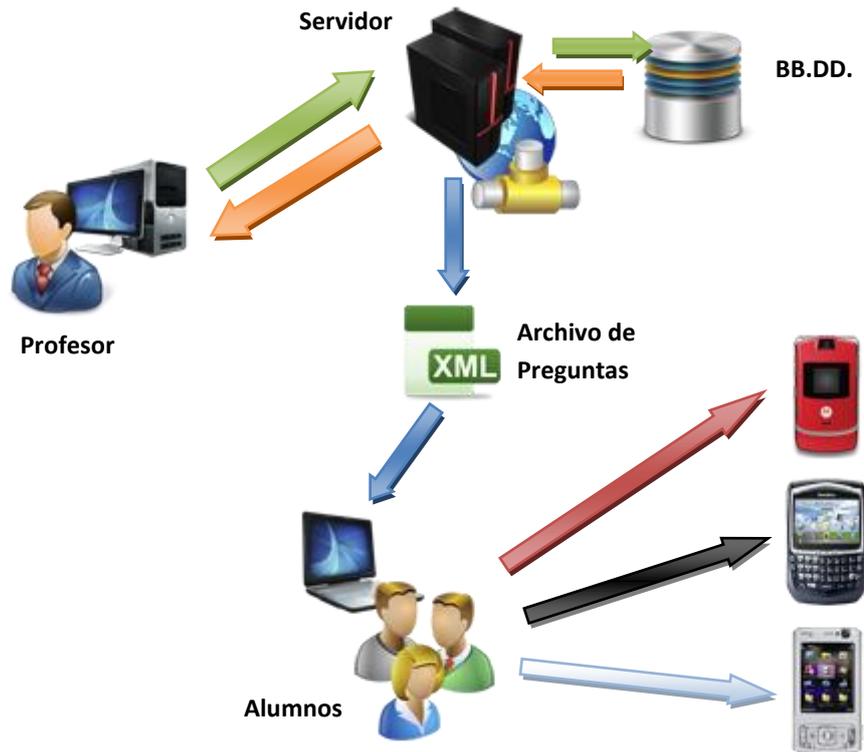


Figura 3.29. Estructura final del sistema m-Learning

La estructura del sistema es bastante sencilla (**Figura 3.29**) aunque son necesarias varias aclaraciones. El profesor gestiona las preguntas relacionadas con su materia, de manera que podrá añadir y eliminar preguntas y habilitar aquellas que los usuarios de la aplicación móvil deben entrenar. Los alumnos descargan dichas preguntas seleccionadas de las materias que estén cursando. Dichas preguntas se encuentran en un archivo *.xml* para que por medio de la herramienta *TagsMe* sea compilado y transformado en un fichero *.jar*. Dicho fichero deberá ser transferido a los terminales móviles por alguna de las vías de comunicación más comunes, como puede ser por una memoria externa, por Bluetooth, infrarrojos, etc. Este proceso de instalación se ampliará en el *Anexo A*, donde se documenta el manual de usuario.

3.5.1 Tecnologías empleadas

Tras presentar una visión general de la estructura del sistema m-Learning, es preciso realizar una breve descripción sobre cada una de las tecnologías implicadas en ambas aplicaciones. De este modo será más sencilla la comprensión del sistema m-Learning.

3.5.1.1 TagsMe GUI

TagsMe GUI es una interfaz gráfica para el desarrollo de aplicaciones móviles con una gran facilidad, en poco tiempo y con resultados altamente satisfactorios. Este entorno de desarrollo no es sólo un editor, es también un compilador y depurador con el que es posible gestionar por completo el ciclo de desarrollo de nuestras propias aplicaciones móviles.

Está basado en *NetBeans 6.0* y ha sido testeado en sistemas *Windows*, *UNIX* y *MacOS X*. Para su uso sólo es necesario tener instalada una versión *JRE 5* o posterior. Incluye numerosas plantillas y ejemplos de aplicaciones para que el aprendizaje de los usuarios sea más rápido e intuitivo ^[22].



TagsMe utiliza un lenguaje XML muy similar a HTML, es por eso que los programadores y diseñadores pueden crear proyectos de manera fácil y eficiente, sin necesidad de usar un lenguaje específico y dificultoso. *TagsMe* ofrece a los desarrolladores varios mecanismos para la interacción con los usuarios y fácil acceso a las funcionalidades de los dispositivos usando etiquetas XML muy simples. Además, también proporciona un potente lenguaje script para usuarios avanzados con necesidades determinadas, llamado *ScriptMe* cuya estructura léxica y sintáctica muy similar al lenguaje Java ^[23].

La principal baza de este entorno de desarrollo es que por medio de la compilación de un código fuente escrito en el lenguaje XML definido por TagsMe es posible la creación de un fichero *.jar* que puede ser exportado a multitud de dispositivos móviles con distintas resoluciones, tamaños de pantalla, y distintas plataformas móviles, con la salvedad de los terminales que posean los sistemas operativos iOS y Android, aunque éste último puede ser incluido en futuras versiones.

El API de TagsMe redimensiona automáticamente las aplicaciones hasta adaptarse a todas las resoluciones de teléfonos móviles. Además de las ya comentadas, existen muchas más características de TagsMe, como por ejemplo:

- El motor de la aplicación ocupa únicamente 66 Kbytes.
- Dicho motor funciona sobre todo con aquellos dispositivos que posean un perfil Java MIDP 2.0.
- Creación de aplicaciones multilingües.
- Compatibilidad al 100% con dispositivos táctiles.
- Posibilidad de realizar llamadas telefónicas desde las aplicaciones.

Un ejemplo de funcionamiento es el siguiente:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<TagsME xmlns='http://www.mdtec.net/schema/TagsME'
xmlns:xs='http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance'
xs:schemaLocation='http://www.mdtec.net/schema/TagsME
http://www.mdtec.net/schema/TagsME'>
  <Module name="Modulo_Hola">

    <Label>¡Hola Mundo!</Label>

  </Module>
</TagsME>
```

3.5.1.2 PHP

PHP ^[24] ^[25], acrónimo de *PHP: Hypertext Preprocessor*, es un lenguaje de scripting de propósito general y de código abierto muy popular, especialmente adecuado para desarrollo Web y que puede ser incrustado en HTML. Se puede utilizar en cualquiera de los sistemas operativos más habituales como Linux, Windows y MacOS. Además soporta la mayoría de servidores Web actuales y es compatible con casi todos los servidores modernos.

Se trata de una poderosa herramienta para crear páginas Web dinámicas e interactivas. El código PHP se ejecuta en el lado del servidor, generando HTML y enviándolo al cliente.

Una de las ventajas de PHP es que se trata de un lenguaje extremadamente sencillo para principiantes, debido a su gran parecido con los lenguajes más comunes de programación estructurada como C y Perl, aunque a su vez ofrece gran cantidad de características avanzadas para programadores profesionales.

PHP puede hacer cualquier cosa que se pueda realizar con un script CGI, como procesar formularios, generar páginas con contenidos dinámicos, etc. El funcionamiento para este tipo de operaciones es el siguiente:

1. El cliente realiza una petición al servidor para que le envíe una página Web.
2. El servidor ejecuta el intérprete de PHP, que procesa el script solicitado generando el contenido de forma dinámica.
3. El resultado se envía desde el intérprete al servidor, que a su vez se lo devuelve al cliente.

Una de las características más potentes de PHP es el soporte para gran cantidad de servidores bases de datos tales como MySQL, Postgres, Oracle, etc.

Los ficheros PHP normalmente contienen etiquetas HTML/XHTML y algún trozo de código de scripting. Un bloque de código PHP siempre comienza con `<?php` y

acaba con `?>`. Cada bloque de este tipo se puede situar en cualquier lugar del documento. Un script PHP básico sería el siguiente:

```
<html>
  <body>
    <?php
      echo ";Hola Mundo!";
    ?>
  </body>
</html>
```

Cada línea de código PHP debe acabar en `;`. Este símbolo es un separador que además se usa para distinguir un conjunto de instrucciones de otro.

Es importante destacar que el fichero debe tener extensión `.php`. En caso de que la extensión fuera `.html`, no se ejecutaría el código PHP.

3.5.1.3 MySQL

MySQL ^[25] ^[26] es un sistema Open Source de gestión de bases de datos SQL, desarrollado y distribuido por MySQL AB, compañía comercial fundada por los desarrolladores de MySQL, que fue adquirida por Sun Microsystems, la que a su vez fue adquirida recientemente por Oracle Corporation. Se distribuye bajo la licencia GNU GPL, aunque también existen licencias comerciales para empresas. Está escrito en C y C++ y compila en la mayoría de las plataformas actuales.

Se trata de un servidor de bases de datos SQL, muy rápido, robusto, multi-hilo y multi-usuario.

Las características más importantes de *MySQL* son:

- Proporciona sistemas de almacenamiento transaccionales y no transaccionales.
- Posee un sistema de reserva de memoria muy rápido basado en hilos.
- Permite diversos tipos de columnas: enteros con/sin signo de 1, 2, 3, 4, y 8 bytes de longitud y tipos espaciales *OpenGIS*.

- Registros de longitud fija y longitud variable.
- Soporte completo para operadores y funciones en las cláusulas de consultas *SELECT* y *WHERE*.
- Soporte completo para las cláusulas SQL *GROUP BY* y *ORDER BY*.
- Soporte para alias en tablas y columnas como lo requiere el estándar *SQL*.
- Puede mezclar tablas de distintas bases de datos en la misma consulta.
- Un sistema de privilegios y contraseñas que es muy flexible y seguro, y que permite verificación. Las contraseñas son seguras ya que todo el tráfico de contraseñas está encriptado cuando se conecta con un servidor.
- Da soporte para bases de datos grandes.
- Se permiten hasta 64 índices por tabla. Cada índice puede consistir desde 1 hasta 16 columnas o partes de columnas.
- MySQL server tiene soporte de comandos *SQL* para chequear, optimizar y reparar tablas.

Además, existen varias APIs que permiten acceder a MySQL desde aplicaciones escritas en lenguajes de programación como C, C++, Java, etc. Lenguajes como Perl, PHP, Python, etc., utilizan una API específica.

La combinación de PHP y MySQL es muy típica y es la que se ha usado en el desarrollo de la plataforma Web. Cada tutorial, manual, etc., que habla de PHP siempre incluye un apartado para MySQL y las instrucciones correspondientes para el acceso a la base de datos desde PHP. Existen todo tipo de instrucciones PHP para conexión, creación, inserción, consulta, etc. de bases de datos MySQL. A continuación se muestra un ejemplo básico de conexión y consulta:

```
<?php
    $con=mysql_connect("localhost","user","pass");
    if (!$con){
        die('Could not connect: ' . mysql_error());
    }

    mysql_select_db("DB", $con);
    $result = mysql_query("SELECT * FROM Table");

    while($row = mysql_fetch_array($result)){
        echo $row['id'];
    }
    mysql_close($con);
?>
```

En el ejemplo anterior se muestran algunas de las funciones propias de PHP para el acceso a bases de datos MySQL: conexión, selección de la base de datos, consulta, etc.

Como se puede ver, desde PHP se puede gestionar una base de datos MySQL de una forma muy sencilla. Evidentemente es necesario conocer la sintaxis SQL, ya que todas las consultas se ejecutan con la función `mysql_query`, a la que hay que pasarle la sentencia correspondiente.

CAPÍTULO 4

Conclusiones y trabajo futuro

4.1. Conclusiones

En los últimos años, la tecnología móvil ha penetrado con fuerza en el mercado y en la vida cotidiana de las personas. Principalmente esta tecnología la componen los teléfonos móviles que cada vez abarcan mayores estratos sociales y más rangos de edades. Los dispositivos móviles son parte de una tecnología que no conoce barreras, ni físicas ni sociales, son usados en cualquier lugar y por cualquier persona, ya sean adultos, jóvenes y niños para distintas tareas y propósitos.

De este modo, pensar en aprendizaje móvil no es nada descabellado, ya que los recursos existen e incluso con mayor cobertura que otras tecnologías como pueden ser los ordenadores de escritorio. Con todo esto, si además de aprender, es posible entretener al alumno por medio de juegos las ventajas de este método son más que productivas, a la par que gratificantes.

Así pues, en este proyecto se ha desarrollado un prototipo software de un sistema m-Learning de auto-entrenamiento y auto-evaluación basado en juegos, capaz de ser ejecutado en la mayoría de los terminales móviles que existen en la actualidad, reajustándose a las distintas resoluciones y tamaños de cada uno, gracias a la herramienta de desarrollo TagsMe. Además, para la distribución y gestión de las preguntas se ha dispuesto de una pequeña plataforma Web, otorgando así mayor comodidad tanto a los profesores como a los alumnos a la hora de usar dicho sistema de auto-entrenamiento y auto-evaluación de diferentes materias.

Un aspecto importante a destacar, es que los prototipos de ambas aplicaciones se han diseñado con una interfaz vistosa, sencilla e intuitiva, siguiendo los principios de usabilidad de cada una, consiguiendo que la interacción sea familiar y fácil de usar para el usuario desde el primer contacto.

Con todo esto, puede afirmarse que se han cumplido los objetivos y requerimientos propuestos al inicio del proyecto.

4.2. Trabajo futuro

Pese haber cumplido con los objetivos y requerimientos planteados para el proyecto, como todo en la vida, es mejorable y ampliable. Es por ello que plantearé algunas posibles mejoras como posibles trabajos a realizar en un futuro que podrían hacer que este proyecto fuera aún más útil y fiable.

En general, la plataforma Web debe ser mejorada, ya que aunque presenta las principales funcionalidades necesarias para la gestión y difusión de preguntas, podrían existir muchas más como la *edición de preguntas*, *dar de alta alumnos*, etc.

Otra posible mejora, es que la plataforma Web, evidentemente, debería alojarse en un host, y realizarse un sistema de gestión de usuarios, al igual que ocurre con el resto de plataformas e-Learning, donde los usuarios acceden mediante su usuario y su clave privada.

Aún así, la principal mejora de este sistema podría ser la descarga completa de un fichero *.jar* que contuviera todo lo necesario para ejecución de la aplicación móvil, en lugar de descargar únicamente los ficheros *.xml* con las bases de datos de preguntas, para después compilarlos dentro de la herramienta *TagsMe* y crear el fichero *.jar*. Este proceso sería lo idóneo, de hecho se intentó su realización, pero el desconocimiento del API empleado por *TagsMe* para la compilación y creación del fichero *.jar* a partir de los ficheros fuente *.xml* propios no permitió su desarrollo.

En cuanto a la aplicación móvil, para dar aún más difusión a la aplicación sería interesante su implementación en las tecnologías que más aumento están teniendo en los últimos años como son los sistemas *Android* e *iOS*.

ANEXO A

Contenido del CD

A continuación se detalla la estructura de carpetas con el contenido del CD adjunto a la documentación de este proyecto fin de carrera:

- ***/Aplicación móvil:*** en esta carpeta se encuentra todo lo relativo a la aplicación móvil. Dentro se encuentran las siguientes carpetas:
 - ***/Código Fuente:*** contiene una carpeta llamada ***PFC*** que incluye todo el código fuente de la aplicación móvil. Dentro de la carpeta ***/PFC/bd*** se encuentran los ficheros de bases de datos: *Test.xml* y *Frases.xml*.
 - ***/Ejecutables:*** contiene los ejecutables *PFC.jar* y *PFC.jad*, necesarios para instalar en el terminal móvil.
 - ***/Herramientas:*** contiene el ejecutable del entorno TagsMe.

- ***/Plataforma Web:*** incluye todo lo relativo a la plataforma Web. En su interior se encuentra:
 - ***/Código Fuente:*** contiene una carpeta llamada ***ML-Games*** que incluye todo el código fuente de la plataforma Web. Dentro de la carpeta ***ML-Games*** se encuentra el fichero de creación de la Base de Datos.
 - ***/Herramientas:*** incluye el instalador del servidor XAMPP.

- ***/Documentación UML:*** contiene el fichero *.vpp* de *Visual Paradigm* del diseño de los distintos diagramas usados en el proyecto, como son los diagramas frontera de cada aplicación y los modelos de casos de uso de la aplicación móvil.

- ***/Memoria:*** por último se incluye un archivo *.pdf* que contiene este mismo documento en formato *PDF*: ***PFC-JJ_Martinez_Montesinos.pdf***.

ANEXO B

Manuales de la plataforma Web

Manual de instalación

En este Anexo se van a detallar las instrucciones necesarias para instalar la plataforma Web. Nótese que las instrucciones que a continuación se exponen están referidas a la instalación en local de la plataforma.

Para instalar la plataforma es necesario tener instalado un servidor XAMPP, el cual se adjunta el instalador para Windows en el CD del presente proyecto (dentro de la carpeta */Plataforma Web/Herramientas*). También se darán nociones para la creación de la base de datos por medio de phpMyAdmin. A continuación se van a describir de forma breve los pasos necesarios para llevar a cabo la instalación de las anteriores herramientas, y se explicará cómo poner en funcionamiento la plataforma Web.

B.1. Instalación y configuración de un servidor XAMPP

Un servidor *XAMPP* es un servidor de software libre, independiente de la plataforma, y que consiste en un servidor de base de datos *MySQL*, un servidor Web *Apache* e intérpretes para los lenguajes de script PHP y Perl. Normalmente XAMPP incluye otros módulos como *phpMyAdmin*, herramienta gráfica de administración de *MySQL* a través de la Web.

Para la instalación y configuración de un servidor XAMPP se han seguido las instrucciones de la página oficial ^[27]: <http://www.apachefriends.org/en/xampp-windows.html>.

En dicho enlace, también se puede descargar el software necesario (se recomienda descargar la última versión). Para la realización del proyecto se utilizó la versión *1.7.3a*. Después de realizar la descarga, basta con seguir los siguientes pasos para instalar XAMPP:

Usar el fichero de instalación es la manera más fácil y rápida de instalar XAMPP. Al ejecutarlo se abrirá la siguiente ventana:

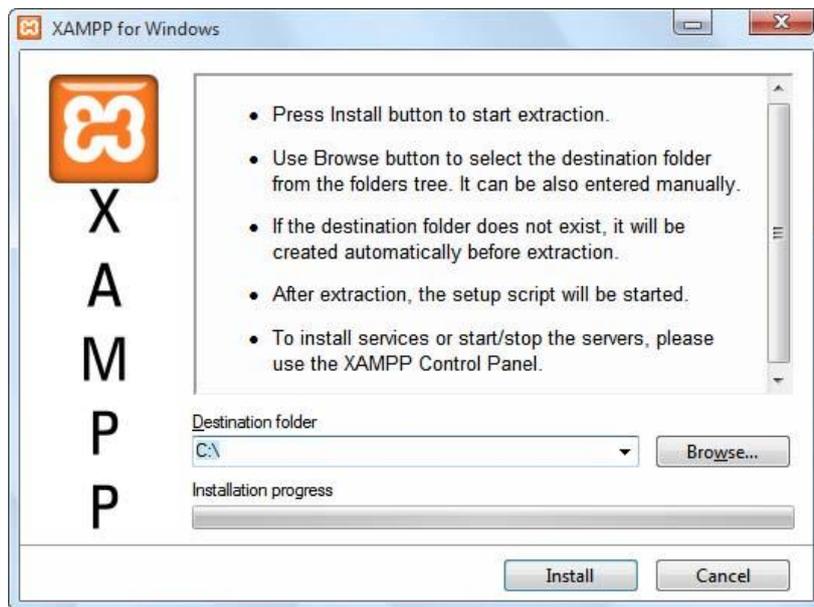


Figura B.1. Instalación de XAMPP

Seleccionamos la carpeta de destino y pulsamos en *Install*. Acto seguido se inicia automáticamente la instalación en el directorio indicado.

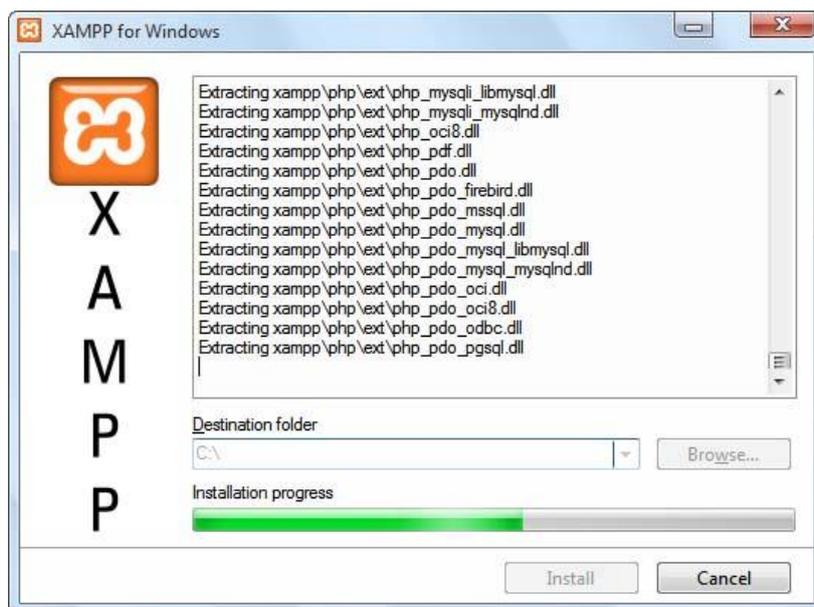


Figura B.2. Instalación de XAMPP en proceso

Ahora es posible iniciar el *XAMPP Control Panel*. Desde esta aplicación es posible iniciar o parar los servidores, o incluso instalándolos como servicios de Windows (marcando *Svc*)

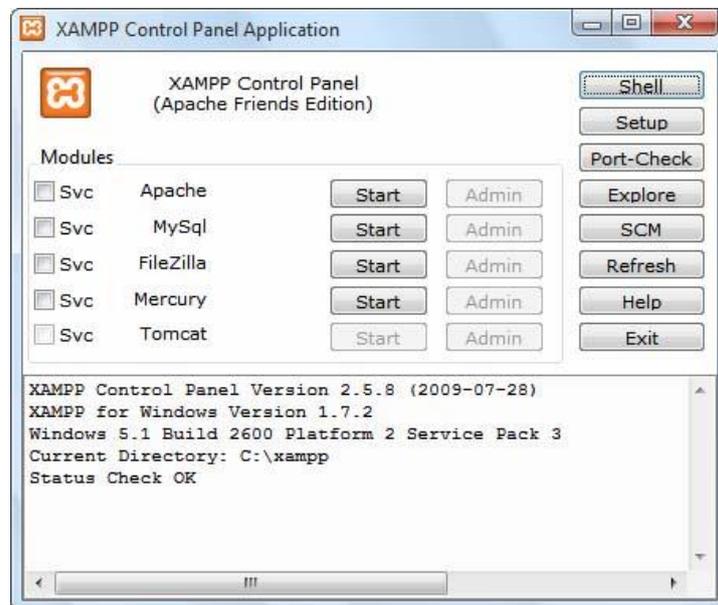


Figura B.3. Panel de Control de XAMPP

B.2. Creación de la base de datos

A continuación se explicará cómo crear la estructura de la base de datos necesaria por medio de phpMyAdmin. En primer lugar, es necesario iniciar los servicios de *Apache* y *MySQL*, por medio del Panel de Control de XAMPP.

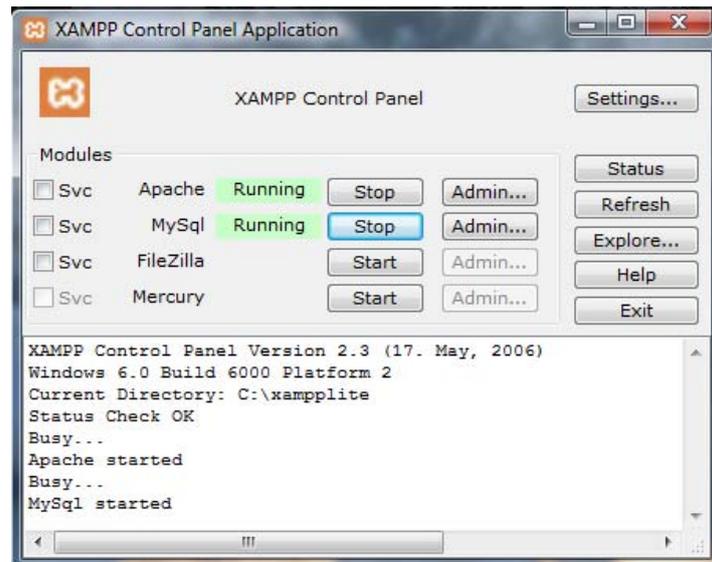


Figura B.4. Iniciar Apache y MySQL desde XAMPP

Después, abrir un navegador Web y escribir la siguiente URL: <http://localhost/phpmyadmin/>. Hecho esto, aparecerá la siguiente pantalla mostrada en la Figura B.5:

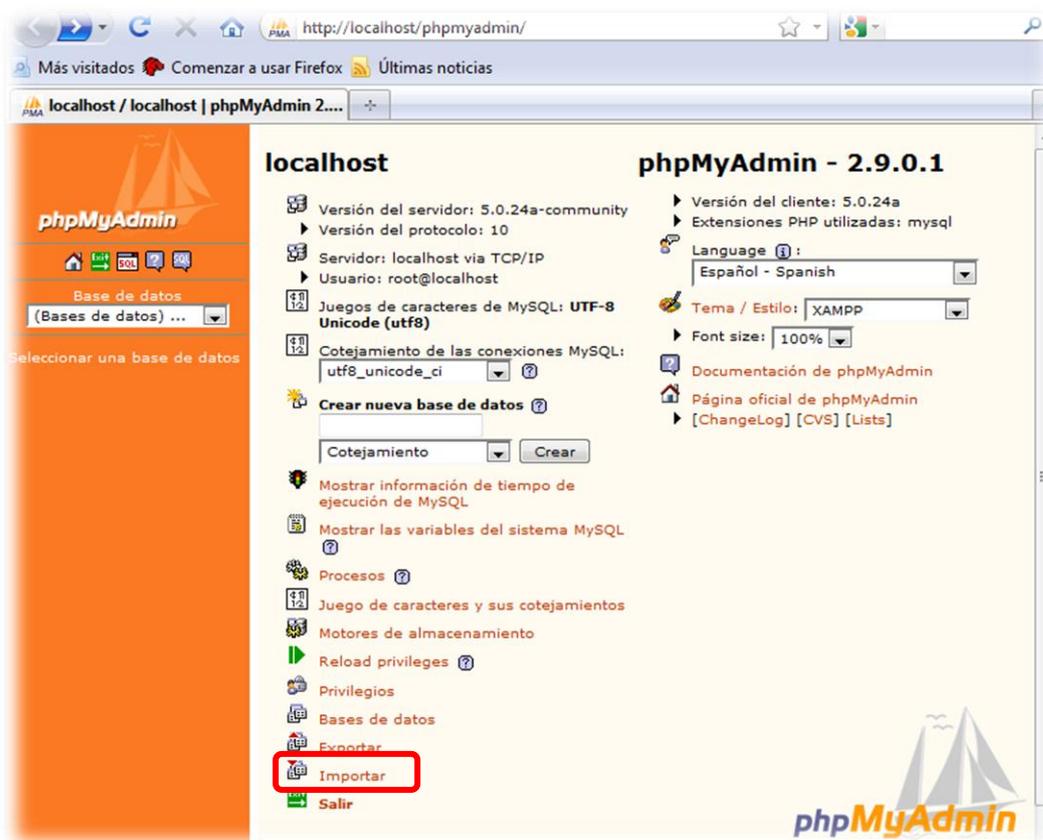


Figura B.5. Menú principal phpMyAdmin

En ella, se seleccionará la opción *Importar*. Aparecerá otra ventana y en ella se debe seleccionar el fichero *crearBD.sql* necesario para la creación de la Base de Datos, (incluido en el CD, en el directorio */Plataforma Web/Código Fuente/ML-Games*).

Tras la importación de la base de datos, se crearán las tablas necesarias para el proyecto que, como se ha explicado en su correspondiente apartado de *Creación de Tablas* en el *Capítulo 3*, son: *Asignatura*, *Pregunta Corta* y *Pregunta Tipo Test*.

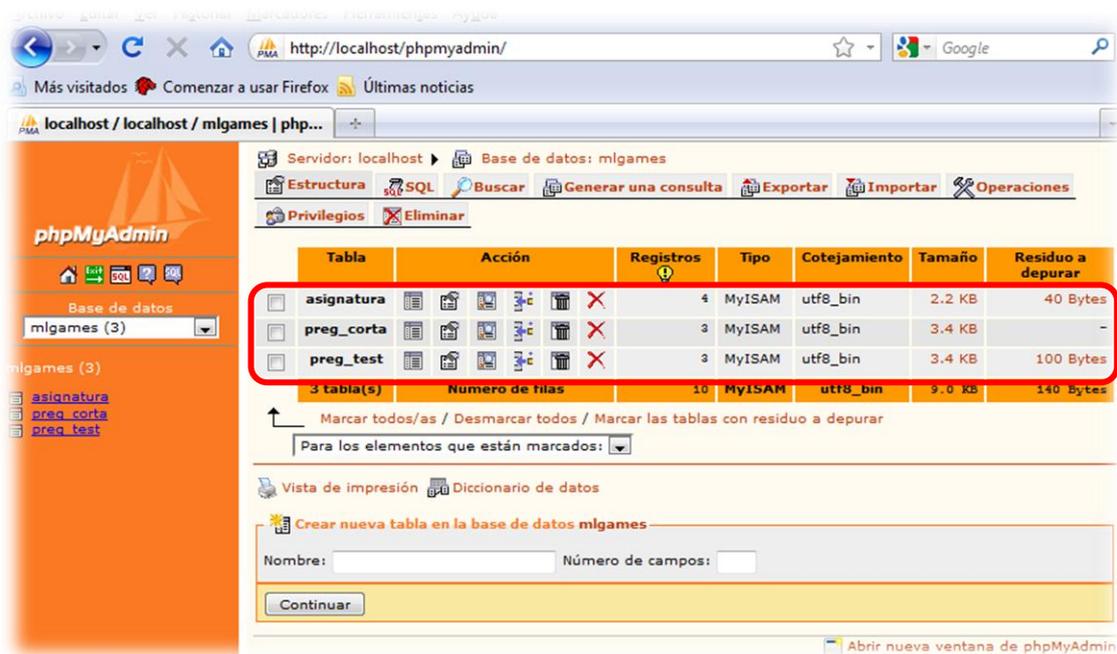


Figura B.7. Creación de tablas

B.3. Puesta en marcha

Una vez instalado *XAMPP* y creada la estructura de la base de datos en *MySQL*, gracias a la herramienta *phpMyAdmin*, el siguiente paso es copiar la carpeta **ML-Games** (cuya ruta en el CD es la siguiente: */Plataforma Web/Código Fuente*) que incluye el código fuente de la plataforma Web dentro de la carpeta *htdocs*, que a su vez se encuentra dentro del directorio donde se halla instalado *XAMPP*. Su dirección por defecto es: *C:\xampp\htdocs*.

Así pues, lo único necesario para poner en marcha la plataforma Web, de manera local por supuesto, es escribiendo en el navegador: <http://localhost/ML-Games/index.html>. Una vez hecho esto aparecerá la siguiente pantalla de inicio de la aplicación:



Figura B.8. Plataforma Web

Manual de usuario

En los siguientes apartados se va a describir de forma detallada el manual de usuario de la plataforma Web desarrollada para la gestión de la Base de Datos de preguntas y su descarga para la aplicación móvil.

B.4. Uso de la plataforma Web

A continuación se van a describir cada una de las opciones que proporciona la plataforma Web a la hora de gestionar las preguntas y respuestas para cada una de las asignaturas desde los roles de *Alumno* y de *Profesor*.

B.4.1. Acceso a la plataforma

Para acceder a la plataforma Web basta con abrir cualquier navegador Web e introducir lo siguiente: <http://localhost/ML-Games/index.html> si la plataforma se encuentra instalada localmente, o <http://nombre-del-host/ML-Games/index.html> en otro caso, donde *nombre-del-host* se debe modificar por el host correspondiente.

Una vez dentro, aparecerá la siguiente pantalla, que es la pantalla principal de la aplicación:



Figura B.9. Pantalla de inicio de la plataforma Web

Esta pantalla de bienvenida nos da la opción de acceder con el perfil de Profesor o de Alumno. En función de dicho perfil, se nos darán distintas opciones. En los siguientes apartados se describen éstas con detalle.

B.4.2. Profesores

Al hacer clic, en la página principal, sobre el perfil de *Profesor*, se accede a la siguiente página que muestra cada una de las operaciones permitidas a los profesores para la gestión de asignaturas y preguntas.



Figura B.10. Pantalla de inicio para profesores

Como podemos ver, todas las opciones anteriores están relacionadas con la gestión de las asignaturas y preguntas que formarán parte de la Base de Datos descargada por los alumnos.

Estas opciones son: adición y eliminación de asignaturas o preguntas y habilitación de preguntas.

Asimismo, en la parte inferior aparece un botón con forma de *Casa* que nos permite volver a la página principal de la plataforma.

B.4.2.1. Añadir asignatura o pregunta

Para añadir una asignatura, basta con hacer clic en el enlace *Asignatura*, correspondiente a la fila *Añadir*. Hecho esto, aparecerá una sección como la siguiente:



Asignaturas actualmente en la BD
Programación Avanzada
Redes
Sistemas Informáticos
Álgebra

Figura B.11. Pantalla de alta de nuevas asignaturas

En el cuadro de texto correspondiente, se introducirá el nombre de la asignatura deseada y se hará clic en añadir. Por ejemplo, vamos a introducir la asignatura *Negocio Electrónico*. Al añadirla aparecerá la siguiente página:



Figura B.12. Mensaje de éxito para la inserción de la nueva asignatura

Al hacer clic en *Volver*, volveremos justo a la página anterior (de adición de asignaturas) en la que podremos comprobar que efectivamente se ha añadido la asignatura de *Negocio Electrónico*.

Universidad de Jaén - Plataforma ML-Games

Añadir: [Asignatura](#) [Preguntas Cortas](#) [Preg. Tipo Test](#)

Eliminar: [Asignaturas](#) [Preguntas Cortas](#) [Preg. Tipo Test](#)

Activar: [Preguntas Cortas](#) [Preg. Tipo Test](#)

Nombre Nueva Asignatura: (Máx. 25 caracteres)

Asignaturas actualmente en la BD
Negocio Electrónico
Programación Avanzada
Redes
Sistemas Informáticos

Figura B.13. Pantalla de adición de asignaturas con la nueva asignatura

Si por equivocación introdujéramos el nombre de una asignatura ya existente, se nos mostraría un mensaje de error y no se modificaría la Base de Datos.

Por otra parte, para añadir una pregunta corta, basta con hacer clic en el enlace a *Preguntas Cortas* correspondiente a la fila *Añadir*. Aparece una sección como la siguiente:

Seleccione la asignatura a la que quiere añadir preguntas cortas:

Negocio Electrónico ▼

Escriba aquí la pista: (Máx. 100 caracteres)

Escriba aquí solución (Máx. 35 caracteres)

Figura B.14. Pantalla de inserción de preguntas cortas

En la lista desplegable podemos seleccionar la asignatura a la que deseamos añadir una pregunta corta. A continuación aparece un cuadro de texto en el que habrá que introducir la pista correspondiente y por último, antes de hacer clic en *Crear Pregunta*, se tendrá que introducir la solución.

Por ejemplo, seleccionamos *Negocio Electrónico*, introducimos como pista: “Significado del tipo de comercio electrónico C2C” y como solución: “Consumer to Consumer”. Al hacer clic en *Crear Pregunta*, nos aparece el siguiente mensaje:



Figura B.15. Mensaje de éxito de la inserción de la nueva pregunta corta

Éste nos indica que la pregunta se ha creado correctamente.

De forma similar, para añadir una pregunta tipo test, basta con hacer clic en el enlace a *Preg. Tipo Test* correspondiente a la fila *Añadir*. Aparecerá la siguiente sección:

Una interfaz de usuario para añadir una pregunta tipo test. En la parte superior, hay un título "Seleccione la asignatura a la que quiere añadir preguntas tipo test:". Debajo de él, un menú desplegable muestra "Negocio Electrónico" con una flecha hacia abajo. A continuación, se indica "Escriba aquí la pregunta: (Máx. 200 caracteres)" sobre un cuadro de texto vacío. En la parte inferior, se pide "Seleccione la solución:" con dos opciones de radio: "Verdadero" (seleccionada) y "Falso". Al final, hay un botón "Crear Pregunta".

Figura B.16. Pantalla de adición de preguntas tipo test

De nuevo, lo primero que debemos hacer es seleccionar la asignatura a la que queremos añadir la pregunta tipo test. A continuación deberemos escribir la pregunta en sí y por último, antes de hacer clic en *Crear Pregunta*, deberemos seleccionar la solución de la pregunta, es decir, si la pregunta es *Verdadera* o *Falsa*.

Por ejemplo, seleccionamos *Negocio Electrónico* como asignatura, escribimos la siguiente pregunta: “*Las técnicas SEO son un tipo de técnicas utilizadas para promoción en e-marketing*”, cuya solución es *Verdadero* y hacemos clic en *Crear Pregunta*. Una vez hecho esto, nos aparece la siguiente pantalla:



Figura B.17. Mensaje de éxito de inserción de la nueva pregunta tipo test

B.4.2.2. Eliminar asignatura o pregunta

Para eliminar una asignatura, basta con hacer clic en el enlace *Asignaturas*, correspondiente a la fila *Eliminar*. Hecho esto, aparecerá una sección como la siguiente:

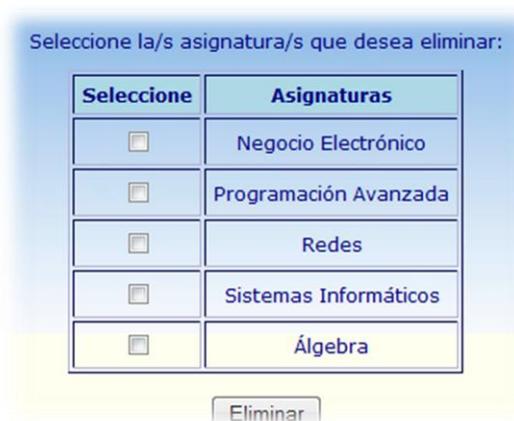


Figura B.18. Pantalla para la eliminación de asignaturas

Esta sección nos permite eliminar tantas asignaturas como deseemos. Basta con ir seleccionando las asignaturas a borrar y hacer clic en *Eliminar*. Por ejemplo, vamos a eliminar la asignatura *Álgebra*. Al hacer esto, obtenemos la siguiente pantalla.



Figura B.19. Mensaje de éxito de la eliminación de una asignatura

Al hacer clic en *Volver*, volveremos justo a la página anterior (de eliminación de asignaturas) en la que podremos comprobar que efectivamente se ha eliminado la asignatura de *Álgebra*.

Seleccione la/s asignatura/s que desea eliminar:

Seleccione	Asignaturas
<input type="checkbox"/>	Negocio Electrónico
<input type="checkbox"/>	Programación Avanzada
<input type="checkbox"/>	Redes
<input type="checkbox"/>	Sistemas Informáticos

Eliminar

Figura B.20. Pantalla de eliminación de asignatura sin la asignatura seleccionada

Por otra parte, para eliminar una pregunta corta, basta con hacer clic en el enlace a *Preguntas Cortas* correspondiente a la fila *Eliminar*. Aparece una sección como la siguiente:

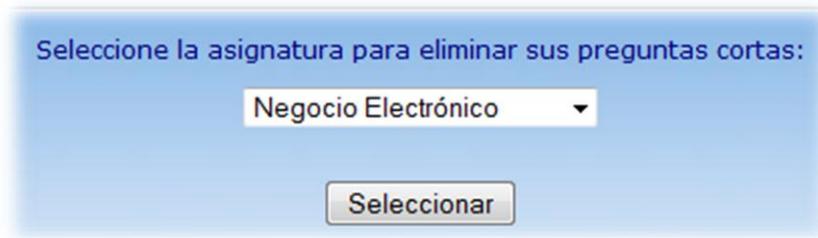


Figura B.21. Pantalla eliminación de preguntas cortas

Seleccionamos por ejemplo la asignatura *Programación Avanzada* y se nos muestran las preguntas correspondientes a dicha asignatura:



Figura B.22. Pantalla de preguntas cortas a eliminar

En este caso tan solo tenemos una pregunta, que deseamos eliminar (ya que existe un error en la redacción de la misma). Para ello la seleccionamos y hacemos clic en eliminar, tras lo cual nos aparece el siguiente mensaje:



Figura B.23. Mensaje de éxito de la eliminación de la pregunta corta

De forma similar, para eliminar una pregunta tipo test, basta con hacer clic en el enlace a *Preg. Tipo Test* correspondiente a la fila *Eliminar*. Aparecerá la siguiente sección:

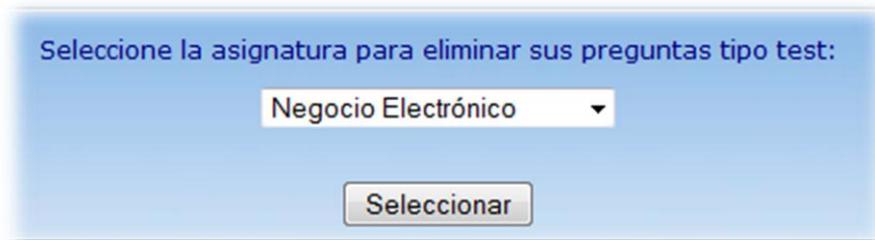
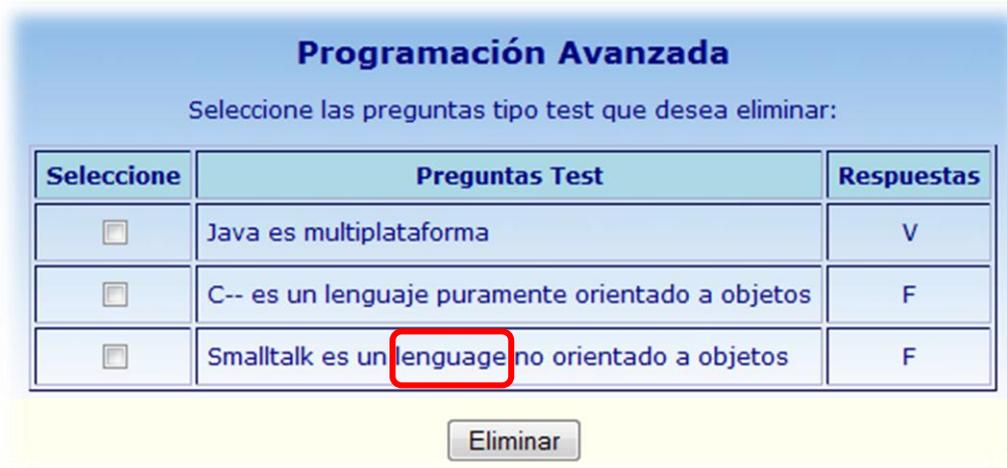


Figura B.24. Pantalla de eliminación de preguntas tipo test

Tras seleccionar la asignatura deseada, por ejemplo *Programación Avanzada*, obtenemos las preguntas tipo test existentes para la misma.



Seleccione	Preguntas Test	Respuestas
<input type="checkbox"/>	Java es multiplataforma	V
<input type="checkbox"/>	C-- es un lenguaje puramente orientado a objetos	F
<input type="checkbox"/>	Smalltalk es un language no orientado a objetos	F

Figura B.25. Pantalla de preguntas tipo test a eliminar

Supongamos que deseamos eliminar la tercera pregunta porque contiene un error en su redacción, para ello basta con seleccionarla y hacer clic en *Eliminar*. Tras hacer esto, obtendremos el siguiente mensaje:



Figura B.26. Mensaje de éxito de la eliminación de la pregunta tipo test

B.4.2.3. Activar (habilitar) pregunta

La necesidad de activar o habilitar preguntas es para que los profesores de las distintas materias puedan decidir en todo momento que preguntas pueden usar los alumnos en los diferentes juegos de la aplicación móvil. Por ejemplo, puede darse el caso de que un profesor desee activar solamente aquellas preguntas pertenecientes a un tema en concreto de la asignatura o simplemente el número de preguntas sobre una materia es excesivo para su uso en los terminales móviles.

Dicho esto, los pasos para habilitar preguntas cortas son los siguientes: hacer clic en el enlace *Preguntas Cortas*, correspondiente a la fila *Activar*, y seleccionamos la asignatura *Programación Avanzada*. Tras estos pasos, aparecerá una pantalla como la siguiente:



Activar	Preguntas Cortas	Respuestas
<input type="checkbox"/>	Mecanismo por el cual una referencia a objetos de una clase pueda conectarse también con objetos d	Polimorfismo
<input checked="" type="checkbox"/>	Version para dispositivos móviles de Java	J2ME

Selecciones las preguntas que desea mostrar en los juegos:

Selecciónar

Figura B.27. Pantalla de preguntas cortas a activar

Como se observa, ya existen preguntas activadas. Esta sección nos permite activar tantas preguntas cortas como deseemos de la asignatura seleccionada. Basta con ir seleccionando las preguntas a activar y hacer clic en *Selecciónar*. Por ejemplo, vamos a activar la pregunta cortas que aun no se ha activado. Al hacer esto, obtenemos la siguiente pantalla.



Figura B.28. Mensaje de éxito de la activación de la pregunta corta

Para activar preguntas tipo test se procederá de forma análoga, pero esta vez en el enlace *Preg. Tipo Test*, correspondiente a la fila *Activar*.

B.4.3. Alumnos

B.4.3.1. Descarga de ficheros de preguntas

Una vez hemos seleccionado como perfil el de *Alumno* en la página principal, se nos muestra la siguiente pantalla:



Figura B.29. Pantalla de inicio para alumnos

En esta pantalla se muestra un menú para descargar la base de datos de *Preguntas Cortas* y *Preguntas Tipo Test*. Además existe una nota a pie de página indicando que son necesarios que ambos ficheros descargados tengan las mismas asignaturas, ya que en caso contrario es posible que alguno de los juegos en los dispositivos móviles no funcionen adecuadamente. Con esta advertencia se procede a descargar en primer lugar el fichero de preguntas cortas y aparecerá la siguiente pantalla.



Figura B.30. Pantalla de activación de Preguntas Cortas

En dicha pantalla aparecerán las asignaturas disponibles. Para descargar las preguntas cortas de una asignatura únicamente es necesario seleccionar todas aquellas que se deseen y pulsar sobre el botón *Descargar*.

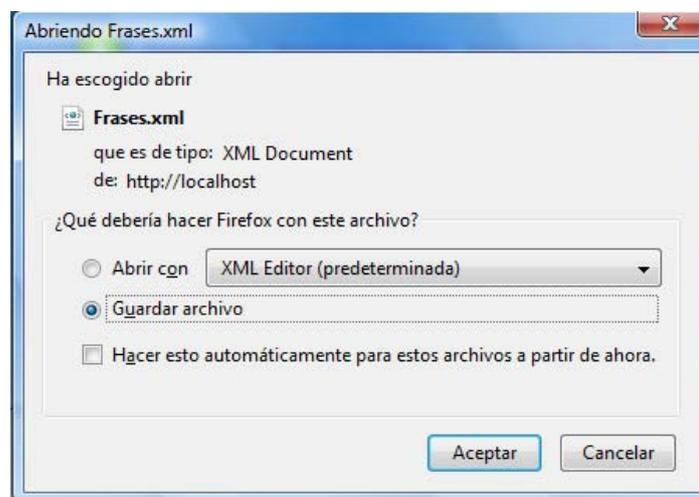


Figura B.31. Descarga de la Base de Datos de Preguntas Cortas

NOTA: Estos pasos son análogos para la descarga de preguntas tipo test.

ANEXO C

Manuales de la aplicación móvil

Manual de instalación

C.1. Compilación y creación del ejecutable

El código fuente de la aplicación móvil se encuentra en el CD incluido en el proyecto en la carpeta *PFC* (la ruta completa es: */Aplicación móvil/Código fuente/PFC*), esta carpeta es necesaria copiarla en el ordenador, ya que en caso de no hacerlo será imposible la actualización de preguntas descargadas de la plataforma Web.

Tras la descarga de los dos ficheros (*Frases.xml* y *Test.xml*) de la plataforma Web, éstos deben ser copiados dentro de la carpeta *bd* incluida en el directorio *PFC*, es decir, dentro de la carpeta *PFC/bd*.

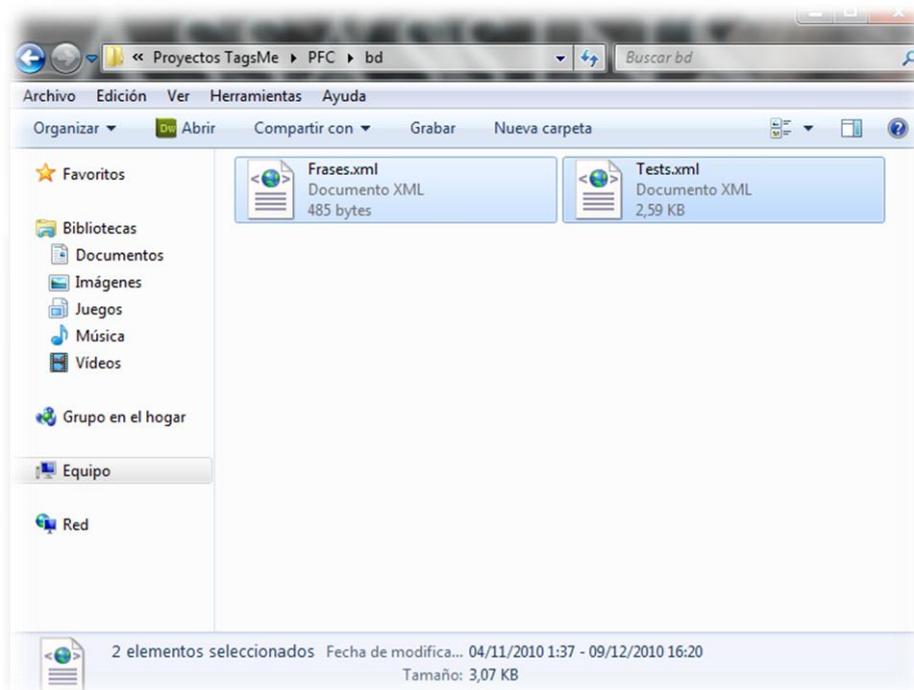


Figura C.1. Contenido de la carpeta "bd"

Una vez que estos ficheros se encuentran en su correspondiente carpeta, se deberá compilar el proyecto y generar el fichero *.jar* por medio de la herramienta *TagsMe* (incluida en el CD: */Aplicación Móvil/Herramientas*). Para ello se iniciará el entorno y se pulsará el botón *Build*  y tras unos instantes se generarán los ficheros *.jar* y *.jad* dentro de la carpeta *PFC/build*.

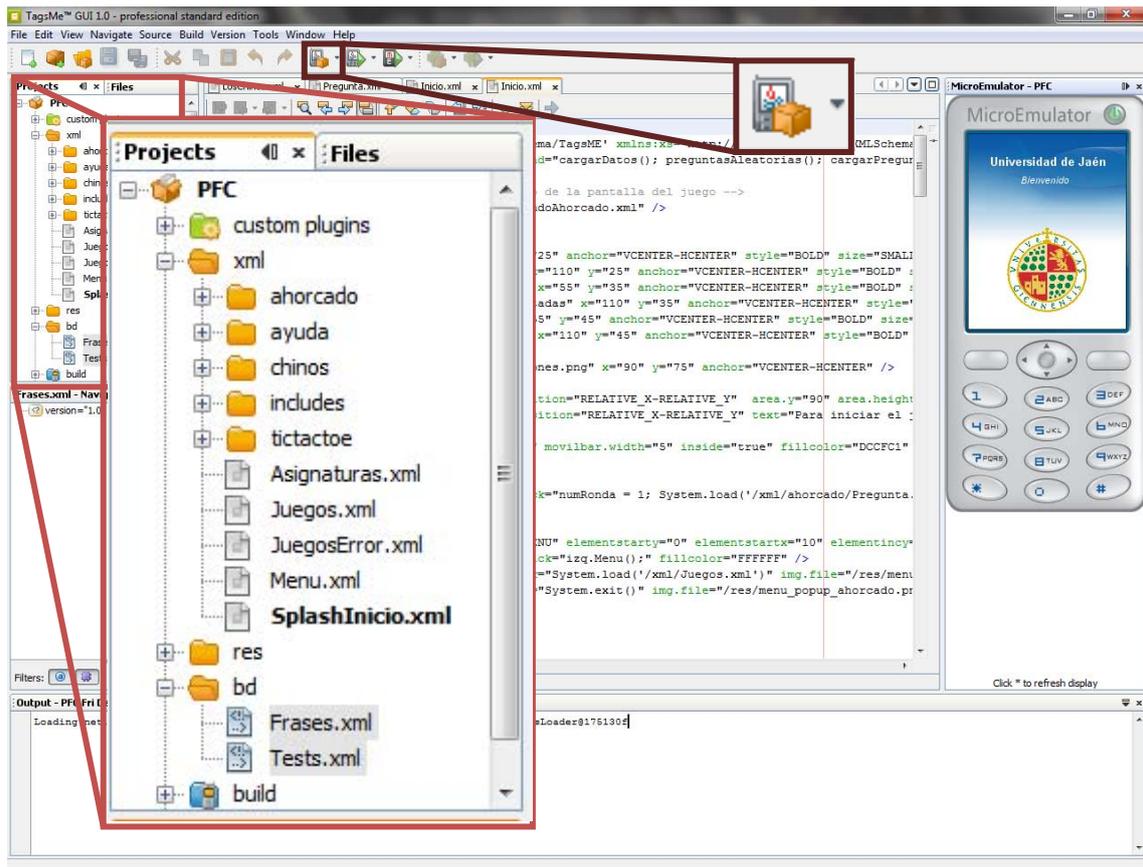


Figura C.2. Entorno gráfico de la herramienta *TagsMe*

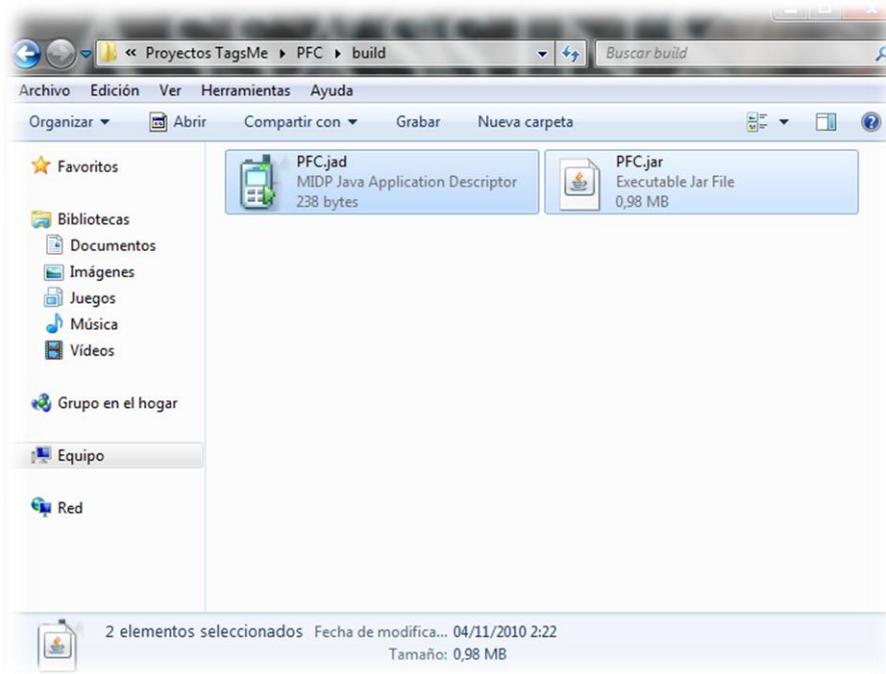


Figura C.3. Contenido de la carpeta "build"

C.2. Instalación del ejecutable en el dispositivo móvil

Este proceso depende en gran medida del terminal que se vaya a usar. A grandes rasgos, en primer lugar se debe transferir los ficheros *PFC.jar* y *PFC.jad* (en algunos casos bastará con el fichero *.jar*) al dispositivo, ya sea por medio de una conexión USB, Bluetooth, infrarrojos, tarjetas de memoria, etc.

Por ejemplo, la instalación en un terminal móvil por medio de una tarjeta de memoria *microSD* se realizaría de la siguiente manera:

- Introducir la tarjeta de memoria en el lector de tarjetas del ordenador
- Transferir los ficheros *PFC.jar* y *PFC.jad* a la tarjeta de memoria conectada
- Introducir nuevamente, la tarjeta de memoria en el dispositivo móvil
- En el dispositivo móvil, buscar los ficheros transferidos en la tarjeta de memoria y ejecutar el fichero *PFC.jar*.

- El dispositivo móvil preguntará si se desea instalar dicho fichero y se aceptará la instalación.
- Concluida la instalación podrá iniciarse la aplicación móvil.

Los pasos anteriormente enunciados son muy similares para las distintas tecnologías mencionadas (USB, Bluetooth, etc.).

Manual de usuario

C.3. Uso de la aplicación móvil

C.3.1. Inicio de la aplicación

Al iniciar la aplicación nos aparecerá una pantalla de bienvenida durante unos instantes para después dar paso a la pantalla de selección de asignaturas, tal y como se muestra en las *Figuras C.4* y *C.5*:



Figura C.4. Pantalla de Bienvenida



Figura C.5. Pantalla de Selección de Asignaturas

Una vez seleccionada una asignatura aparecerá la pantalla de menú de juegos. Gracias a ella se podrá elegir un juego de los disponibles para realizar las preguntas de aquella asignatura que ha sido seleccionada.



Figura C.6. Pantalla de Juegos:
3 en Raya



Figura C.7. Pantalla de Juegos:
Los chinos



Figura C.8. Pantalla de Juegos:
El ahorcado

C.3.2. Dinámica general de los juegos

Una vez seleccionada una asignatura y un juego, la dinámica a seguir es muy fácil e intuitiva. Al inicio del juego se explican las reglas y objetivos de cada uno, y tras pulsar sobre la opción de *Iniciar* se comenzará la ronda de preguntas tipo test, donde solamente existen dos respuestas, *Verdadero* o *Falso*. Tras contestar a la pregunta y comprobar el resultado de la misma, se inicia el juego y dependiendo del juego escogido se realizarán unas acciones u otras.



Figura C.9. Pantalla de Inicio del juego 3 en Raya



Figura C.10. Pantalla de Inicio del juego Los chinos



Figura C.11. Pantalla de Inicio del juego El ahorcado



Figura C.12. Pantalla de ayuda



Figura C.13. Pantalla de pregunta



Figura B.14. Pantalla de solución

El flujo de la aplicación descrito anteriormente y reflejado en las Figuras C.12, C.13 y C.14 es idéntico en todos los juegos, pero a partir de este momento empiezan las

particularidades de cada uno. A continuación, se explicarán brevemente la dinámica particular de cada uno de los juegos.

C.3.3. Tres en raya

En el caso del 3 en Raya, si se ha contestado correctamente a la pregunta (**Figura C.14**) el Jugador (alumno) podrá elegir colocar ficha en las casillas libres del tablero, en caso contrario será la CPU quien lo haga. Tras colocar ficha uno de los oponentes, se continuará con la ronda de preguntas, y así sucesivamente. El juego terminará cuando haya tres fichas del mismo jugador en línea o cuando no queden casillas libres para colocar nuevas fichas, en ese caso habrá un empate.



Figura C.15. Jugador gana a la CPU



Figura C.16. Pantalla del Jugador ganador

En la **Figura C.15** se muestra que el Jugador ha conseguido colocar tres de sus fichas en línea para ganar la partida, es decir, el Jugador ha conseguido acertar tres preguntas y sólo ha errado una (como se aprecia en el marcador situado en la parte superior de la aplicación). Esta situación conduce a la siguiente **Figura C.16**, donde se observa el resultado de la partida.

El caso opuesto es el mostrado en las **Figuras C.17** y **C.18**. En esta situación el Jugador ha perdido al conseguir acertar únicamente una pregunta y haber fallado seis, logrando con ello que la CPU colocara tres de sus fichas en línea.



Figura C.17. CPU gana al Jugador



Figura C.18. Pantalla del Jugador perdedor

C.3.4. Chinos

En este juego, una vez que se ha acertado una pregunta el Jugador tendrá la posibilidad de escoger cuantas fichas (*chinos*) desea tener en su *mano* y realizar su apuesta antes de que la CPU lo haga. Es importante acertar, ya que la apuesta no puede repetirse y por lo tanto aquel jugador que elija primero tendrá más posibilidades de ganar la ronda.

En las siguientes **Figuras C.19**, **C.20** y **C.21** se observa la situación en la que el Jugador ha acertado la pregunta realizada y por tanto podrá elegir antes que la CPU su apuesta. En la **Figura C.20** el Jugador ha escogido dos fichas en su mano y su apuesta total es cuatro. Tras la apuesta de la CPU acto seguido se muestran los resultados en la

Figura C.21, donde se observa que el Jugador ha acertado la apuesta, ya que sumando la mano de la CPU y la suya propia suman cuatro.



Figura C.19. Jugador elige mano antes que la CPU



Figura C.20. Jugador elige su apuesta



Figura C.21. Pantalla de resultado de la ronda

En la siguiente situación, el Jugador ha respondido incorrectamente a la pregunta realizada, es por ello que la CPU elige primero su apuesta (**Figura C.22**). Acto seguido, el Jugador elige tener dos fichas en su *mano*. Al realizar su apuesta se observa en la **Figura C.23** que el número cinco está deshabilitado y no puede seleccionarse, al ser esta la apuesta de la CPU. El resultado final de la ronda es el mostrado en la **Figura C.24**, donde se observa que ni el jugador ni la CPU han acertado el resultado de la apuesta. En todo caso, el Jugador no ha acertado y aparece un mensaje de fallo para esta ronda.



Figura C.22. CPU elige apuesta antes que el jugador



Figura C.23. Jugador elige su apuesta sin repetir la de la CPU



Figura C.24. Pantalla de resultado de la ronda

El juego terminará cuando se alcancen las 10 rondas de juego, o en caso de que no existan más preguntas sobre esa asignatura.

C.3.5. Ahorcado

En este juego son necesarias, además de las preguntas tipo test, las preguntas cortas contenidas en el fichero *Frases.xml*, anteriormente comentado.

Siguiendo con el sencillo flujo habitual de los juegos, para este caso, al acertar una pregunta se conseguirá una letra de la frase oculta de manera aleatoria. En caso de fallar la pregunta se añadirá una parte al *muñeco* del ahorcado, además de no conseguir una nueva letra de la frase oculta.

En las Figuras C.25 y C.26, se muestra la situación de acierto de la pregunta por parte del usuario, gracias a ello, la aplicación desvela una letra de la palabra oculta, en este caso la letra A. Una vez que se ha conseguido reunir todas las letras de la frase oculta se muestra la pantalla mostrada en la Figura C.26.



Figura C.25. Acierto del Jugador



Figura C.26. Pantalla del Jugador ganador

En caso de errar la pregunta realizada en la ronda, se añadirá una nueva parte al muñeco del ahorcado. El juego concluirá cuando se descubra toda la frase oculta o cuando el ahorcado esté completo, esto sucederá cuando se cometan 6 fallos.



Figura C.27. Fallo del Jugador



Figura C.28. Pantalla del Jugador perdedor

C.3.6. Revisión de preguntas contestadas

Una vez de que los juegos hayan terminado aparecerán las siguientes pantallas (Figuras C.29, C.30 y C.31):



Figura C.29. Fin del juego 3 en Raya



Figura C.30. Fin del juego los chinos



Figura C.31. Final del juego El ahorcado

Como bien se indica en cada juego, para ver las preguntas y respuestas realizadas durante el juego, es necesario pulsar sobre *Contestar* y después sobre *Preg. Contest.* Al ser este flujo común para todos los juegos se ilustrará únicamente para el juego 3 en *Raya*, siendo análogo al resto de juegos.

En las siguientes Figuras C.32, C.33 y C.34, se expone de forma clara las preguntas y respuestas contestadas anteriormente de forma secuencial. En ellas se observan las soluciones a las preguntas y la contestación dada por el usuario, así como también el número de la pregunta y el total de preguntas contestadas en el juego. Para acceder a las siguientes preguntas es necesario pulsar sobre *Siguiente*, y para volver a la pregunta anterior se debe pulsar en *Opciones* y después en *Anterior*. De la misma manera es posible regresar al menú de juegos o salir de la aplicación pulsando sobre *Volver* y *Salir*, respectivamente.



Figura C.32. Pantalla final del juego 3 en Raya (2)



Figura C.33. Pantalla de revisión de preguntas



Figura C.34. Pantalla de revisión de preguntas (2)

Bibliografía y Referencias

- [1] ISEA S. Coop, *“Análisis prospectivo de las potencialidades asociadas al Mobile Learning”*, Enero 2009,
http://www.iseamcc.net/eISEA/Vigilancia_tecnologica/informe_4.pdf
- [2] *“Guía de innovación metodológica en e-Learning”*, Depósito legal MA-1643-2008, ISBN 978-84-612-6519-0, <http://www.portaleva.es/innovacion/>
- [3] T. Hernández, *“Educación sin tiempo: ¿m-Learning o u-Learning en la Investigación y Docencia?”*, Universidad Rafael Belloso Chacin,
<http://encuentrointernacional.ead.urbe.edu/pdf/ponencias/03.pdf>
- [4] L. García Aretio, *“¿Por qué va ganando la educación a distancia?”* Madrid: UNED, pp. 419, ISBN: 978-84-362-5879-0, 2009
- [5] A. Rodríguez Andara, y C. Lozano Salas, *“Evaluación del aprendizaje a través de exámenes tipo test”*, Universidad del País Vasco, 2006.
- [6] P.J. Sánchez, L. Martínez, F. Mata, A. Bernardino, *“Una aplicación de entrenamiento y auto evaluación para un sistema e-Learning”*, Universidad de Jaén.
- [7] IMS Research, *“Internet Connected Devices About to Pass the 5 Billion Milestone”*, Agosto 2010, http://imsresearch.com/news-events/press-template.php?pr_id=1532
- [8] E. M. Morales Morgado, *“Gestión del conocimiento en sistemas e-Learning, basado en objetos de aprendizaje, cualitativa y pedagógicamente definidos”*, Tesis Doctoral, Octubre 2007.
- [9] G. Ruipérez, *“e-Learning – Educación Virtual”*, Fundación Auna, ISBN: 84-96010-05-8, 2003.

- [10] M.P. Soler Gordils, “Sistemas e-Learning inteligentes”,
<http://dim.pangea.org/revistaDIM/e-learnintel.doc>.
- [11] M. Sánchez Labrador, Y. Vicente López, “m-Learning: un nuevo paradigma en Teleeducación”,
http://201.234.71.135/portal/uzine/volumen22/articulos/1_servicios_m-learning.pdf.
- [12] A. Villoria, G. Martín, J. M. de las Cuevas, “Juegos educativos en dispositivos móviles”, e-Prints Complutense 2009.
- [13] J. Sánchez, M. Sáenz, M. Muñoz, G. Ramírez, S. Martín, “Situación actual del m-Learning”, Febrero 2009,
<http://remo.det.uvigo.es/solite/images/pdf/situacin%20actual%20del%20m-learning%20solite.pdf>.
- [14] Flurry, “U.S. Portable Game Software by Revenue”, Mayo 2010,
<http://www.flurry.com>
- [15] Delacroy Innoware S.L., “Estudio de mercado de las tecnologías móviles”, Septiembre 2010.
- [16] Brett D. McLaughli, Pollice, G., West, D. “Head First Object-Oriented Analysis and Design”, ISBN-10: 0596008678, Ed. O’Reilly.
- [17] E. Manchón, “¿Qué es usabilidad?”, http://www.ainda.info/que_es_usabilidad.htm
- [18] Wikipedia: “Caso de uso”, Julio 2010, http://es.wikipedia.org/wiki/Caso_de_uso.
- [19] F. Conde, “Apuntes de la asignatura Interacción Persona-Ordenador”, Universidad de Jaén, 2009.
- [20] E. Freeman, K. Sierra, B. Bates, “Head First Design Patterns”, ISBN: 978-0-596-00712-6 ,Ed. O’Reilly

-
- [21] F. Feito Higuera, J. Ruiz de Miras, A. Molina Aguilar , "Análisis y Gestión de Datos", Editorial Universidad de Jaén, 1996.
- [22] Media Delivery Technologies S.L, "TagsMe GUI Basic, User guide", Septiembre 2008.
- [23] Media Delivery Technologies S.L, "TagsMe XML Document Object Model, Developers guide", Septiembre 2008
- [24] Manual oficial de PHP: <http://php.net/manual/es/index.php>
- [25] Tutorial de PHP: <http://www.w3schools.com/php/>
- [26] Manual de referencia de MySQL:
<http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/es/index.html>
- [27] Manual oficial de XAMPP: <http://www.apachefriends.org/en/xampp-windows.html>.
- [28] Unicef, Educación Básica e igualdad de géneros". Referencia web:
www.unicef.org/spanish/education/
- [29] Wikipedia: "Symbian OS", Noviembre 2010,
http://en.wikipedia.org/wiki/Symbian_OS
- [30] Wikipedia: "Windows Mobile", Noviembre 2010,
http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Mobile
- [31] Wikipedia: "iOS", Noviembre 2010,
http://es.wikipedia.org/wiki/IOS_%28sistema_operativo%29
- [32] Wikipedia: "Android", Noviembre 2010, <http://es.wikipedia.org/wiki/Android>
- [33] Electronic Arts, "Medal of Honor", 2008, <http://www.ea.com/moh/airborne/index.jsp>
- [34] Ubisoft, "Call of Duty", 2008, <http://www.callofduty.com/hub>

- [35] Electronic Arts, "*SimCity*", 2008, <http://simcitysocieties.ea.com/index.php>
- [36] Microsoft Games, "*Zootycoon*", 2007,
<http://www.microsoft.com/spain/juegos/zootycoon2/default.aspx>
- [37] Blackboard Learning System, 2004, <http://global.blackboard.com>
- [38] P. López, M. L. Sein-Echaluce, "*MOODLE: Difusión y funcionalidades*", 2006
- [39] M. Espinilla, I. Palomares, L. Martínez, "*Desarrollo y empleo de juegos educativos on-line destinados al auto-entrenamiento y auto-evaluación*", 2010
- [40] A. M. Delgado, R. Oliver, "*Interacción entre la evaluación continua y la autoevaluación formativa: La potenciación del aprendizaje autónomo*", Red U. Revista de Docencia Universitaria. Nº 4

