Educapiz: Una herramienta para Educación Primaria basada en *serious games*

Autor: Sergio García Asensio

Tutor: David Camacho Fernández

Tesis de Máster presentada durante la realización del Doble Máster en Ingeniería Informática
y en Investigación e Innovación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

en la

Escuela Politécnica Superior
Departamento de Ingeniería Informática

Septiembre 2016

Resumen

Escuela Politécnica Superior

Departamento de Ingeniería Informática

Doble máster en Ingeniería Informática y en Investigación e Innovación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

por Sergio García Asensio

La tecnología está cada vez más presente en todos los aspectos de nuestra vida, la utilización de los videojuegos y las técnicas basadas en gamificación se están convirtiendo rápidamente en una necesidad en las aulas. Actualmente, la utilización de ordenadores, tablets o Pizarras Digitales Interactivas (PDIs) se han convertido en una realidad en la mayoría de aulas de colegios de Educación Primaria o Secundaria. Estos dispositivos son habitualmente utilizados por los educadores para facilitar el acceso a repositorios de datos online, para la realización de ejercicios o la exposición de temas, vídeos, etc. Este trabajo presenta una nueva aplicación, llamada Educapiz, que ha sido diseñada e implementada siguiendo principalmente factores de usabilidad y gamificación. Se ha diseñado una herramienta de autor enfocada a las necesidades de los docentes que permitirá: la creación de juegos para educación (inicialmente se han diseñado un conjunto de juegos y experimentos orientados a estudios de 6º de Primaria), el desarrollo de una arquitectura web que permita la compartición de los recursos generados, y el diseño de un subsistema que permita el almacenamiento de los resultados obtenidos por los alumnos para el posterior análisis por parte de los profesores. Por último, se han realizado un conjunto de pruebas con la herramienta sobre un total de 73 alumnos de 6º curso de Primaria, obteniendo un análisis inicial de la usabilidad de la herramienta creada.

Palabras Clave

Juegos serios, Juegos educativos, herramientas de autor

Abstract

Tecnical School of Engineering
Computer Science Department

Joint Master's Degree in Computer Engineering (ing.inf) and ICT Research and Innovation (i2-ICT)

by Sergio García Asensio

Technology is increasingly present in all aspects of our life, the use of video games and gaming-based techniques is quickly becoming a necessity in the learning environment. Currently, the use of computers, tablets or Interactive whiteboards has become a reality in the classrooms of the majority of primary or secondary schools. These devices are commonly used by educators to facilitate access to online data repositories for the execution of different exercises or the explanation of different topics, showing videos, etc. This paper introduces a new application called Educapiz, which has been designed and implemented mainly by taking into consideration the user-friendliness and gaming aspects of other related elearning tools. This tool is focused on the needs of teachers and will enable the design and creation of learning games (initially the tool contains a set of serious games aimed at students of 6th year of primary school). The development of this web based application allows to share generated educational resources and contains a subsystem which allows storage of the results obtained by students for teacher analysis. Lastly, some tests have been carried out at a school with a total of 73 students from the 6th grade of primary school, obtaining an initial analysis of the usability of the tool created.

Keywords

Serious games, Educational games, Authoring tools

Agradecimientos

En primer lugar, como no, me gustaría empezar nombrando a mis padres y mis hermanos, ellos han sido siempre el mejor apoyo posible para seguir avanzando. Me resulta muy complicado describir lo que siento pensando en todo lo que hemos pasado durante esta etapa hasta llegar hasta aquí, los momentos buenos y los momentos malos. Pero por fin ha llegado este momento, y si estoy seguro de algo es de que me siento muy feliz y muy orgulloso de tener una familia como vosotros. Gracias por ser la inspiración necesaria para seguir adelante día a día.

En este momento, también me acuerdo de todos esos compañeros y amigos que me han acompañado durante estos años en la facultad y fuera de ella. Y por supuesto, no puedo olvidarme de aquellos que me acompañan desde incluso antes de comenzar esta etapa, de los que quedarán después de ella, de mi pepito grillo y de toda esa gente que han sufrido y disfrutado tanto como yo durante todo este tiempo. Llega un momento en el que la palabra amistad, no define todo lo que se puede sentir por un amigo, y parece más cercana la palabra hermano.

También agradezco mucho todo el apoyo, la confianza y seguridad que me han transmitido mis compañeros de trabajo, con los que he pasado un año inolvidable.

Me gustaría agradecer de una manera muy especial a mi tutor David Camacho, todo su apoyo, confianza, cercanía y como no su presión en los momentos en los que había que hacerlo. Es un placer trabajar contigo.

Por último me gustaría agradecer al colegio Mater Immaculata todo lo que ha hecho por mí, en primer lugar en mi época escolar, a todos esos profesores y alumnos con los que compartí tanto tiempo. Gracias por el recibimiento y el apoyo que me habéis dado, durante la realización de las pruebas necesarias para el desarrollo de este trabajo. A Javi y a Marta por dejar que les robara a su clase por un día y por toda su colaboración durante las pruebas. Al pequeño ornitorrinco porque decidiste no sólo ayudarme durante las pruebas, si no convertirte en un rayo de luz. Y en especial a Ana, por toda su dedicación y su tiempo, me encanta saber que no sólo fuiste mi profesora, si no que eres un poco madre, hermana y amiga, y después de esto, también un poco alumna.

Índice

Resumen **ii**

Abstract **iv**

Agradecimientos **vi**

Lista de Figuras **x**

Lista de Tablas **xii**

Acrónimos **xiii**

1 Introducción **1**
1.1 Motivación 1
1.2 Objetivos 2
1.3 Estructura del documento 4

2 Estado del arte **7**
2.1 Introducción 7
2.2 Herramientas de autor aplicadas al desarrollo de contenidos educativos 9
2.3 Sistemas web educativos 15
2.3.1 Sistemas web sin herramienta de autor 15
2.3.2 Sistemas web con herramienta de autor 21
2.4 Sistemas educativos basados en *gamificación* y *juegos serios* 24
2.5 Conclusiones 29

3 Diseño e Implementación **33**
3.1 Análisis funcional 33
3.2 Tecnologías usadas 37
3.2.1 HTML5 37
3.2.1.1 Canvas 38
3.2.1.2 Web Storage 39
3.2.2 Javascript 40
3.2.3 Flask-python 41
3.2.4 Bootstrap 42

3.3 Arquitectura de la aplicación . . . 42
3.3.1 Mapa de navegación y estructura de la web de Educapiz . . . 43
3.3.2 Arquitectura Software . . . 46
3.3.3 Arquitectura y módulos del desarrollo . . . 47
3.3.3.1 Archivos de configuración . . . 47
3.3.3.2 Archivos estáticos . . . 51
3.3.3.3 Módulos de la aplicación . . . 52
3.4 Base de datos . . . 54
3.5 Tipos de recursos implementables en Educapiz . . . 59
3.6 Herramienta de autor . . . 62
3.6.1 Compartición de recursos . . . 65

4 Caso de uso: Educapiz 67
4.1 Acceso a Educapiz . . . 67
4.2 Colegios y Clases . . . 72
4.3 Cursos . . . 73
4.3.1 Temas . . . 75
4.3.2 Apartados . . . 77
4.4 Herramienta de autor y recursos . . . 80
4.5 Ejemplos . . . 82
4.5.1 Ejemplo completo . . . 86

5 Integración, pruebas y resultados 89
5.1 Organización de las pruebas . . . 89
5.2 Cuestionario inicial . . . 90
5.3 Desarrollo de las pruebas . . . 92
5.3.1 Resultados de los recursos . . . 94
5.3.2 Test de usabilidad del sistema (SUS) . . . 96
5.3.3 Cuestionario final . . . 98

6 Conclusiones y trabajo futuro 101
6.1 Conclusiones . . . 101
6.2 Trabajo futuro . . . 103
6.2.1 Mejoras del sistema y de la herramienta de autor . . . 104
6.2.2 Módulo de análisis automático de alumnos . . . 104
6.2.3 Módulo social . . . 105

A Cuestionarios 107

B Publicaciones 110

Bibliografía 111

Lista de Figuras

2.1 Capturas de la herramienta *JClic Author*. 12
2.2 Captura de una actividad creada con *JClic Author*. 12
2.3 Captura de la herramienta de autor del módulo *JQuiz* de *Hot Potatoes*. . 13
2.4 Captura de un recurso generado a partir del módulo *JQuiz* de *Hot Potatoes*. 14
2.5 Captura de un recurso del portal *Pipoclub*. 17
2.6 Captura de un recurso del portal *Mundoprimaria*. 18
2.7 Captura de un mini-juego no educacional del portal *Vedoque*. 19
2.8 Captura de un recurso del portal *Vedoque*. 20
2.9 Captura de un recurso de ejemplo del portal *Constructor 2.0*. 21
2.10 Captura de un recurso de ejemplo del portal *Cuadernia 3.0*. 22
2.11 Captura de un recurso de ejemplo del portal *Seterra*. 26
2.12 Captura de un *juego serio* del portal *Educapeques*. 27
2.13 Captura de un *juego serio* del portal *e-Adventure*. 28
2.14 Captura del juego *This War of Mine*. 28
2.15 Captura del juego *Papo & yo*. 29

3.1 Captura de la herramienta de autor del trabajo previo relacionado con *Educapiz*. 34
3.2 Captura de la herramienta de autor de *Educapiz*. 34
3.3 Esquema de navegación de *Educapiz*. 43
3.4 Captura de la barra de navegación superior de *Educapiz*. 43
3.5 Arquitectura software y estructura de navegación de *Educapiz*. 46
3.6 Esquema básico de la organización de *Educapiz*. 47
3.7 Esquema de los ficheros de configuración de *Educapiz*. 48
3.8 Esquema de los ficheros estáticos de *Educapiz*. 51
3.9 Esquema de los módulos de *Educapiz*. 53
3.10 Esquema principal de la base de datos de *Educapiz*. 55
3.11 Captura de un recurso abierto con la herramienta de autor de *Educapiz*. . 63
3.12 Captura de un recurso abierto en modo juego de *Educapiz*. 63

4.1 Inicio de la aplicación sin usuario registrado. 68
4.2 Formularios de acceso a la aplicación. 68
4.3 Inicio de la aplicación con una sesión de usuario tipo *Profesor* activa. . . 69
4.4 Captura de la sección *Mis grupos*. 70
4.5 Formularios de creación de grupos. 70
4.6 Perfil de usuario. 71
4.7 Formularios de edición de la información del perfil. 71
4.8 Apariencia de un colegio en *Educapiz*. 72

4.9 Apariencia de un curso con tres temas creados. 73
4.10 Sección de notas del curso vista desde el rol del *Profesor* y creador del curso. 74
4.11 Sección de notas del curso vista por cualquier usuario inscrito al curso. . . 75
4.12 Formularios para añadir Tema / Apartado / Recurso a un curso. 76
4.13 Estructura de temas, con el primer tema "Primer Cuatrimestre" desplegado. 76
4.14 Estructura de apartados, usuario creador, con el primer apartado "Tema 1" desplegado. 77
4.15 Estructura de apartados, usuario no creador, con el primer apartado "Tema 1" desplegado. 78
4.16 Desplegable con la información de un recurso. 79
4.17 Todas las pestañas de la herramienta de autor. 80
4.18 Recurso abierto en modo juego. 81
4.19 Elementos principales de los juegos. 81
4.20 Menús de juego. 81
4.21 Ejemplo de un recurso teórico, con etiquetas fijas. 83
4.22 Ejemplo de un recurso teórico práctico, etiquetas móviles. 83
4.23 Ejemplo de un recurso práctico teórico, con etiquetas fijas. 84
4.24 Ejemplo de un recurso práctico teórico, con etiquetas móviles. 84
4.25 Ejemplo de un recurso práctico, con etiquetas fijas. 85
4.26 Ejemplo de un recurso práctico, con etiquetas móviles. 85
4.27 Ejemplo de un recurso práctico, con etiquetas móviles, estado inicial. . . . 86
4.28 Ejemplo de un recurso práctico, con etiquetas móviles, estado final. 86
4.29 Mensaje del sistema cuando se realiza un recurso correctamente. 87
4.30 Mensaje del sistema cuando se realiza un recurso con algún error. 87

5.1 Resultados de la encuesta SUS para *Educapiz*. 98

A.1 Ejemplo completo de un cuestionario inicial. 107
A.2 Ejemplo completo de un test SUS. 108
A.3 Resultados de la encuesta SUS. 109

Lista de Tablas

3.1 Estructura de la tabla *Users* de la base de datos (los campos con "*" son los requeridos cuando un usuario quiere registrarse en el sistema). 56
3.2 Estructura de las tablas *Schools*, *Class* y *Courses* de la base de datos. . . 57
3.3 Estructura de las tablas *Topics* y *Subtopics* de la base de datos. 57
3.4 Estructura de la tabla *Resources* de la base de datos. 58
3.5 Estructura de la tabla *ConfigResources* de la base de datos. 59
3.6 Estructura de la tabla *R_U_Aux* de la base de datos. 60

5.1 Porcentaje de alumnos según la frecuencia de uso de ordenadores, dispositivos móviles y herramientas educativas online. 91
5.2 Calificaciones medias y varianzas obtenidas por los usuarios durante las sesiones prácticas realizadas en el aula. 95

Acrónimos

APIs	**A**pplication **P**rogramming **I**nterfaces
CSRF	**C**ross-**S**ite **R**equest **F**orgery
HTML	**H**yper**T**ext **M**arkup **L**anguage
HTML5	**H**yper**T**ext **M**arkup **L**anguage, versión **5**
JSON	**J**avascript **O**bject **N**otation
ORM	**O**bject-**R**elational **M**apping
PDIs	**P**izarras **D**igitales **I**nteractivas
SMPT	**S**imple **M**ail **T**ransfer **P**rotocol
SUS	**S**ystem **U**sability **S**cale
TLS	**T**ransport **L**ayer **S**ecurity
UAM	**U**niversidad **A**utónoma de **M**adrid
W3C	**W**orld **W**ide **W**eb **C**onsortium

Capítulo 1

Introducción

1.1 Motivación

En los últimos años se ha hecho un esfuerzo por parte de los integrantes tanto de la comunidad científica, como de la comunidad educativa, para incorporar la tecnología de manera efectiva en las aulas. Estos esfuerzos han estado orientados a todos los niveles educativos, desde los primeros cursos de Primaria hasta los de Educación Superior. Sin embargo, el esfuerzo y los desarrollos destinados a la Educación Infantil y Primaria encuentran habitualmente mayores obstáculos para su desarrollo e implementación que en otros entornos como el de la Educación Superior. Desde un punto de vista del despliegue actual de la tecnología en las aulas, la inclusión de Pizarras Digitales Interactivas (PDIs) [1], tablets y portátiles, son buenos ejemplos de la irrupción de elementos tecnológicos en la Educación Infantil, Primaria y Secundaria. Por otro lado, la aparición de innumerables portales y aplicaciones educativas, así como el interés y los proyectos de desarrollo de tecnología educativa de todas las grandes compañías como Microsoft[2], Apple[3] y Google[4], muestra el creciente interés de la sociedad en lo relacionado a la integración de tecnologías informáticas y de las comunicaciones en el ámbito educativo. Desde un punto de vista del impacto social en la educación, si se realiza una búsqueda empleando las palabras claves "TIC en la educación"[1], en *Google Scholar* se muestran un total de 82.900 resultados y sólo en los primeros seis meses de 2016 se muestran 7.820. Si se realiza la búsqueda en inglés: "ICT and education"[2], *Google Scholar* devuelve un total

[1]Términos de búsqueda realizados con fecha de 19 de Julio de 2016
[2]Términos de búsqueda realizados con fecha de 19 de Julio de 2016

de 946.000 resultados, 25.200 sólo en los primeros seis meses de 2016. El número de términos mostrados por *Google Scholar* pretende únicamente dar una medida cuantitativa del interés general que este problema suscita.

Este interés es el que origina la idea de desarrollar **Educapiz** como una herramienta que facilite la inclusión de la tecnología en el aula, ya que realizando estudios tanto de aplicaciones online disponibles, como entrevistando a diferentes profesores, las conclusiones a las que se llegaron, es que a pesar de la existencia de innumerables proyectos y aplicaciones, pocos son las que ofrecen la posibilidad de crear tus propios recursos de manera sencilla, útil, y reutilizables para su uso en las actividades educativas. Por otra parte, estas aplicaciones parecían no contar con una cuestión muy importante cuando se trabaja en entornos de este tipo, y es la de considerar las diferentes habilidades y capacidades de todos los integrantes de la comunidad, ya que está formada por individuos de todas las edades, desde los alumnos más pequeños, a profesores de avanzada edad, padres o incluso abuelos.

Debido a esto, las principales motivaciones y objetivos generales de este Trabajo Fin de Máster pueden resumirse en:

- El diseño y desarrollo de un portal educativo basado en una herramienta de autor, que sea fácil de usar y capaz de implementar diferentes tipos de recursos con pocos elementos, facilitando a los profesores el uso de la misma y dándoles la mayor libertad posible para crearlos.
- El desarrollo de una aplicación web con tecnologías actuales y que fueran compatibles con tablets y smartphones, ya que cada vez es más frecuente el uso de este tipo de dispositivos frente al ordenador, como herramienta para navegar por Internet, hecho que se ve incrementado si nos centramos en edades tempranas [5].

1.2 Objetivos

Por lo tanto, los objetivos específicos o concretos de este proyecto se pueden diferenciar en cuatro elementos fundamentales:

- *Análisis del estado del arte:* Se realizará un estudio referente a las herramientas, tanto comerciales como abiertas, para la creación de materiales educativos, y en particular, las orientadas a la gamificación y la educación basada en juegos serios.

- *Desarrollo de una aplicación web:* El objetivo es crear una aplicación web flexible, extensible y fácilmente usable, que cumpla los requisitos de seguridad necesarios para soportar un sistema de las características que se proponen. A continuación se muestran los requisitos iniciales, estos requisitos fueron concretándose y ampliándose durante el estudio del estado del arte y el análisis del sistema:

  - *Escalabilidad* en lo relacionado al número de usuarios, teniendo en cuenta que muchos de estos usuarios serán menores de edad.
  - *Cifrado* de datos sensibles (perfiles de usuario, resultados, etc), que permita proteger la información de los usuarios.
  - *Registro de usuarios*, de esta manera se podrán diferenciar roles de usuarios, que permitan realizar unas tareas u otras dependiendo del tipo de usuario. También será útil para poder realizar un seguimiento de los alumnos por parte de los profesores.
  - El sistema dispondrá de un *sistema de recuperación de claves*, edición de perfiles de usuarios, y los usuarios podrán seguirse entre ellos.
  - Diferenciación de *roles de los diferentes usuarios*: profesores, alumnos, padres, administradores.
  - *Creación y clasificación de usuarios en grupos*, intentando imitar la estructura de la comunidad educativa (centros de estudio, niveles de estudio, y temáticas de estudio).
  - Almacenamiento de los *datos de uso de los recursos educativos* que completen los usuarios.

- *Desarrollo de una herramienta de autor:* Se trata de uno de los aspectos más importantes de la aplicación, que trata de dotar de un aspecto diferenciador a *Educapiz* frente al resto de aplicaciones existentes. La herramienta de autor permitirá a los profesores crear ejercicios adaptados a las necesidades específicas de la clase que gestiona, sin importar el temario, el nivel, o el tipo de ejercicio que quiere realizar. También se tendrán en cuenta aspectos como colores y tamaño de los

elementos que componen los recursos. De esta manera los profesores mediante elementos sencillos e intuitivos, pero con diferentes funcionalidades y configuraciones, podrán diseñar recursos competitivos y que sean llamativos para los alumnos, de manera sencilla y eficaz.

- *Evaluación del sistema:* Se propone realizar un conjunto de pruebas del sistema en un entorno real, en concreto en las clases de un colegio, para probar la efectividad, la usabilidad y el funcionamiento de la aplicación. Estas pruebas son muy importantes debido a que no sólo serán útiles para probar el funcionamiento de la aplicación, sino para analizar los aspectos más importantes en los que habrá que trabajar en un futuro.

Como ya se ha descrito brevemente, uno de los principales retos al que se tienen que enfrentar este tipo de aplicaciones es cómo gestionar la diferencia de habilidades y capacidades de los usuarios finales que componen la comunidad educativa. Se trata de un problema particularmente complejo si se tiene en cuenta que esta comunidad está formada por personas comprendidas en un amplio abanico de edades, situaciones socioculturales y con una formación muy variada. Desde edades muy tempranas, alumnos de Infantil o Primaria, hasta personas mayores que colaboran en la educación de sus nietos. Por lo tanto, uno de los objetivos más importantes y que se tendrá en cuenta en todo momento a la hora de diseñar el sistema, es el del desarrollo de una aplicación usable, para conseguir que sea accesible al mayor número de personas y por lo tanto pueda ser utilizada como herramienta en el día a día de las personas que componen dicha comunidad. Por otra parte, aunque la herramienta ha sido diseñada para ser lo más versátil y flexible posible, lo que permitiría ser utilizada en un amplio abanico de cursos y materias, inicialmente y como prueba de concepto, se ha decidido centrar el desarrollo y pruebas de la misma en cursos de **Educación Primaria**.

1.3 Estructura del documento

Este Trabajo Fin de Máster se ha organizado en los siguientes capítulos:

- *Capítulo 2:* En este capítulo se realiza un estudio del estado del arte, proporcionando un análisis de los trabajos y herramientas actuales más significativas en

el área de la educación y de la gamificación, del que se obtendrán una serie de conclusiones que serán posteriormente aplicadas al diseño de *Educapiz*.

- *Capítulo 3:* En este capítulo se describen los conceptos más importantes de la arquitectura y el diseño del sistema, así como las tecnologías utilizadas para el desarrollo del mismo. Para ello se describirán las necesidades y funcionalidades que debe cumplir la aplicación, así como los motivos por los que se han seleccionado las tecnologías y entornos de desarrollo utilizados.

- *Capítulo 4:* En este capítulo se muestran los aspectos fundamentales del sistema para lo que se describirá un pequeño tutorial de uso. De esta manera se obtendrá una visión global de todo el sistema, las funcionalidades desarrolladas, las posibilidades del mismo y la facilidad de uso que proporciona.

- *Capítulo 5:* En este capítulo se describen las pruebas realizadas con alumnos y profesores y se realizará un estudio de los resultados obtenidos. Para ello se mostrará una descripción de las sesiones en el aula desarrolladas, y la organización y estructura de las mismas. También se describirán los cuestionarios realizados por los usuarios durante dichas sesiones y los resultados obtenidos en los mismos.

- *Capitulo 6:* En este capítulo se proporciona un breve resumen de las conclusiones del Trabajo Fin de Master y se detallarán los posibles trabajos futuros.

Capítulo 2

Estado del arte

En este capítulo se proporciona un breve estudio del estado del arte, dada la complejidad del tema a abordar el estudio se ha restringido a tres áreas fundamentales:

- *Herramientas de autor aplicadas al desarrollo de sistemas para la educación.*
- *Sistemas y aplicaciones web educativas.*
- *Sistemas y aplicaciones educativas basadas en gamificación o juegos serios (del inglés serious games).*

2.1 Introducción

Los estudios sobre el uso de la tecnología en las aulas [6], [7], [8], o del uso de la *gamificación* [9] y de los *juegos serios* [10], [11] en la educación, cada vez son más numerosos. Debido al gran abanico que comprende el ámbito de la educación, es posible encontrar trabajos de todo tipo, desde estudios realizados sobre niveles de Infantil o Primaria como el estudio realizado por Castro et. al. [12], en el cual se muestra el uso y la adaptación de una herramienta centrada en el estudio de las matemáticas, *Smartick*, a las orientaciones curriculares recientes. Demostrando así que es posible el uso de aplicaciones de este tipo como complemento y potenciación de las metodologías tradicionales. También se han realizado otros estudios sobre niveles superiores de educación como el realizado por Mariño et. al. [13] en el que se muestra la utilidad y la facilidad de implantación de plataformas tipo *Moodle* en la Educación Superior. Siendo esta última, la de la

Educación Superior, donde mayor actividad se ha concentrado en el desarrollo de las TIC para educación, dada la proximidad de este colectivo tanto a la investigación básica como aplicada [14], [15].

Aunque los niveles educativos son muy variados, tanto en metodologías como en contenidos, una primera conclusión que puede alcanzarse es que las diferentes tecnologías, desde las más básicas basadas en el desarrollo de webs sencillas únicamente destinadas a la compartición de recursos de carácter pedagógico, hasta las más avanzadas, que utilizan tecnologías basadas en gráficos 2D y 3D [16], [17], [18], o *gamificación* [19], [20], pueden emplearse para mejorar las actividades educativas. Por ejemplo en Berns et. al. [21], [22], se utiliza tecnología 3D aplicada en un dominio educativo concreto, en el que se demuestra la utilidad de entornos virtuales junto a técnicas basadas en juegos para su uso en la educación, en este caso del aprendizaje de un idiomas (alemán). Este ejemplo ha sido aplicado con éxito en otros idiomas, por Iñigo et. al., como el francés o el castellano [23], [24], [25]. También es posible encontrar otros estudios que utilizan aplicaciones que hacen uso de interfaces tangibles, como el realizado por Artola et. al. [26], en el cual se muestra una herramienta de autor que permite realizar recursos que se utilicen sobre interfaces táctiles. En este trabajo se muestra la utilidad de este tipo de interfaces y las ventajas que pueden ofrecer en la educación, durante la realización del trabajo en el aula, o durante el desarrollo de un trabajo colaborativo.

Como puede verse existen una gran variedad de trabajos que pueden clasificarse por niveles educativos, por temáticas o por diferentes tipos de aplicaciones orientadas a la educación. Sin embargo, existe todavía un amplio abanico de posibilidades donde es posible desarrollar nuevas aplicaciones de utilidad para este sector. El desarrollo de estas aplicaciones requieren definir:

1. Cómo aplicar una cierta metodología, en el caso de este trabajo se basará en los *juegos serios*.
2. Cómo crear esos contenidos, para los que se requerirá de algún tipo de herramienta de autor.
3. Y por último cómo desplegar, utilizar y analizar el resultado de estos recursos educativos.

Por este motivo, se va a realizar un estudio del estado del arte en tres áreas concretas:

- *Herramientas de autor.*
- *Sistemas y aplicaciones web educativas.*
- *Sistemas y aplicaciones educativas basadas en gamificación.*

2.2 Herramientas de autor aplicadas al desarrollo de contenidos educativos

Antes de comenzar a estudiar los diferentes sistemas y aplicaciones web, es importante definir el concepto de herramienta de autor, analizar algún ejemplo de este tipo de herramientas, y extraer conclusiones sobre qué ventajas puede ofrecer su inclusión en un sistema, aspectos básicos a tener en consideración durante su desarrollo, limitaciones, problemas de utilización, etc.

En primer lugar si se busca la definición de herramienta de autor (authoring tool), la organización World Wide Web Consortium (W3C) [27] se refiere a este tipo de herramientas, como *"cualquier software, o colección de componentes software, que los autores pueden utilizar para crear o modificar el contenido web para su uso por otras personas, por lo tanto se trata de una herramienta de creación de contenidos. Las herramientas de autor, en el mejor de los casos, deben permitir a todos los usuarios publicar en un espacio web, leído por personas de todo el mundo, en muchos idiomas, en muchos equipos y con diferentes dispositivos de entrada y de salida diferente"*. Con lo cuál es fácil extraer la conclusión de que una herramienta de autor, es una herramienta con la cual los usuarios de una web, puede crear contenido de la misma, que será accesible por el resto de usuarios. Esta definición es claramente ampliable a dominios no web. En el caso propuesto en este trabajo, los usuarios *autores* serán los profesores, y el contenido que podrán crear mediante la herramienta de autor serán un conjunto de recursos educativos que podrán ser realizados por los alumnos.

Las herramientas de autor son una funcionalidad cada vez más utilizada en diferentes ámbitos, como podrían ser las herramientas para generar o gestionar páginas web, cómo *Wordpress* [28], la creación y compartición de elementos multimedia [29], y muy en particular en el de la educación [30], [31], debido a que si se emplean correctamente, los usuarios con menor nivel de conocimientos técnicos pueden llegar a diseñar objetos

educacionales avanzados de una manera sencilla. Este aspecto es tan importante que incluso la W3C publicó en 2015 una guía de accesibilidad para crear herramientas de autor [27].

Si se unen estos aspectos que definen las herramientas de autor, a las necesidades que se han detectado en la comunidad educativa, se obtienen un conjunto de requisitos que deben ser tenidos en cuenta cuando se diseña este tipo de sistemas. Entre estos requisitos destacarán:

- Una elevada usabilidad de la herramienta.
- Facilitar a las personas con escasos conocimientos técnicos el diseño y la creación de recursos complejos.
- Facilitar a los profesores el diseño, creación, reutilización y adaptación de los recursos educacionales de los cursos que imparten, a las características y necesidades de la clase, por ejemplo entre diferentes cursos académicos, materias y clases.

Puede concluirse por lo tanto, que es muy recomendable que un sistema web educativo disponga de una herramienta de autor. Con esto se puede conseguir que los profesores se sientan cómodos y puedan utilizar el sistema como apoyo durante todos los momentos de formación, y no sólo para realizar ejercicios o actividades en momentos puntuales.

Este Trabajo Fin de Máster, se basa en un trabajo anterior [32] en el que se realizó una aplicación que tan sólo disponía de una herramienta de autor muy básica, y de un sistema de organización y reproducción de recursos. Esta herramienta funcionaba completamente de forma local, sin ser accesible desde la web o sin que se pudiesen compartir recursos de forma sencilla. Sin embargo, el desarrollo de este trabajo fue particularmente útil dado que permitió analizar y conocer de primera mano las impresiones, las metodologías de trabajo, y las necesidades de un conjunto de profesores y alumnos de Educación Infantil y Primaria.

Si se analizan aplicaciones actuales que se basan en herramientas de autor, uno de los primeros resultados es *JClic* [33], un proyecto financiado por la *Generalitat de Catalunya* y *XTEC* (Xarxa Telematica Educativa de Catalunya). *JClic* está formado por un conjunto de aplicaciones informáticas que permiten diseñar e implementar diversos tipos

de actividades educativas: rompecabezas, asociaciones, ejercicios de texto, palabras cruzadas, etc. *JClic* ofrece 4 herramientas diferentes:

- *JClic applet:* Se trata de un "applet" (componente gráfico de una aplicación que se ejecuta en el contexto de otra, habitualmente un navegador), que permite incrustar las actividades *JClic* en una página web.
- *JClic player:* Un programa independiente que una vez instalado permite realizar las actividades desde el disco duro del ordenador (o desde la red) sin que sea necesario estar conectado a Internet.
- *JClic author:* La herramienta de autor que permite crear, editar y publicar las actividades de una manera sencilla, visual e intuitiva.
- *JClic reports:* Un módulo de recogida de datos y generación de informes sobre los resultados de las actividades hechas por los alumnos.

Estas herramientas están desarrolladas en Java, con lo cual facilita la portabilidad entre los sistemas operativos actuales. Por otra parte gracias a que está muy extendida y es un proyecto que comenzó en 1992, existe una gran cantidad de recursos creados, y disponibles para su uso.

Analizando la herramienta *JClic author*, tiene como principales características el hecho de disponer de un gran número de opciones de edición para los recursos, diferentes tipos de juegos, etiquetas que componen los juegos, la posibilidad de configurar todo tipo de información en forma de meta-datos del juego (título, autores...), todo ello repartido en diferentes pestañas y botones. En la Figura 2.1 pueden verse dos capturas de diferentes pestañas de configuración de una actividad. En la captura de la izquierda se observa una de las pestañas en las que existen diferentes opciones de configuración, mientras que en la captura de la derecha se muestra otra pestaña (*Panel*) en la que aparece una nueva organización de pestañas en las que pueden configurarse más opciones.

Mediante estas configuraciones pueden crearse actividades como la que se muestra en la Figura 2.2, en la cual puede verse el estado inicial (izquierda) y el estado final (derecha) de la misma. En el estado final de la actividad tan sólo se informa al alumno de la finalización de la misma, mediante la modificación del puntero del ratón por el símbolo de victoria.

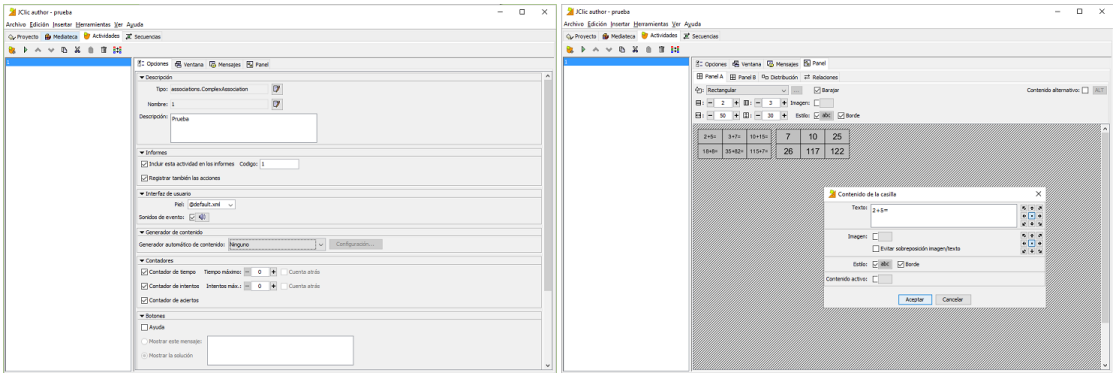


FIGURA 2.1: Capturas de la herramienta *JClic Author*.

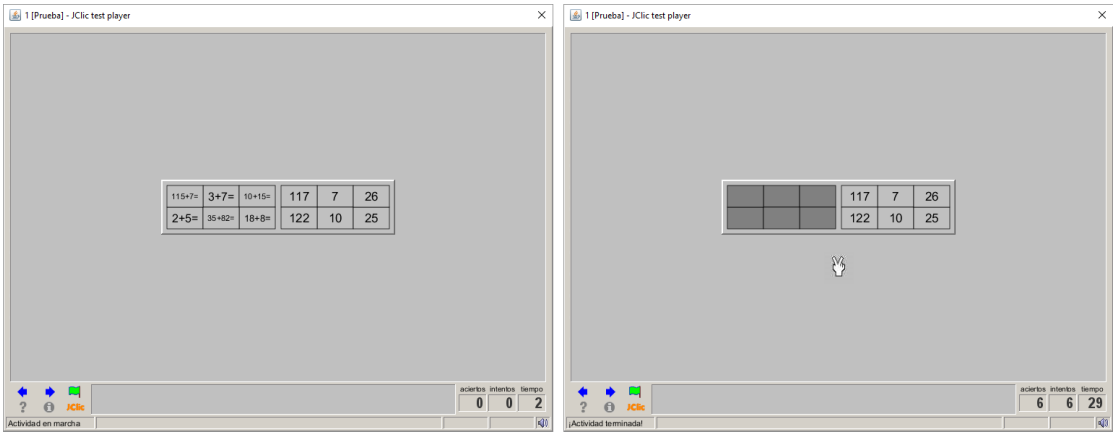


FIGURA 2.2: Captura de una actividad creada con *JClic Author*.

Puede concluirse que *JClic* dispone de tantas posibilidades de configuración y edición, y tantas herramientas para su explotación, que puede llegar a resultar algo abrumadora e incluso tedioso utilizarla. Este hecho puede llegar a dificultar la creación de actividades por parte del profesorado. Por otra parte, la necesidad de instalar y configurar cuatro aplicaciones diferentes para poder beneficiarse de todas las funcionalidades de la herramienta, crear recursos, jugar con ellos, analizar los resultados y el applet para poder compartirlos, es una tarea excesivamente complicada para muchos usuarios con pocos conocimientos informáticos. Además existen conceptos, sobretodo en el caso de *JClic applet*, que sólo los usuarios más experimentados y con ciertos conocimientos técnicos entenderán qué se puede realizar con ellos, y cómo aprovecharse de sus funcionalidades. Estos conocimientos también serán necesarios si los profesores desean disponer de un sistema en el que poder compartir todos los recursos creados con dicha herramienta, o que el propio colegio disponga de un servidor web compatible con esta herramienta, lo que genera otra limitación a la hora de la utilización de este sistema.

Por último se analizará otra de las herramientas de referencia en este campo, como es

la aplicación *Hot Potatoes* [34], una aplicación creada por el Centro de Humanidades de la Universidad de Victoria (UVIC) en Canadá. Esta aplicación se compone de una herramienta de autor dividida en cinco módulos o tipos de ejercicios:

- *JQuiz*: Respuestas múltiples - cuestionarios.
- *JCloze*: Ejercicios de rellenar huecos.
- *JMatch*: Ejercicios de relacionar con flechas.
- *JMix*: Ejercicios de ordenar frases
- *JCross*: Crucigramas

Por último, dispone un módulo adicional (*The Masher*) con el cual pueden mezclarse los recursos creados con el resto de módulos. La forma de crear este tipo de recursos es relativamente sencilla en la Figura 2.3 puede observarse la interfaz de la herramienta de autor de uno de los módulos que componen la aplicación, en concreto del módulo *JQuiz*.

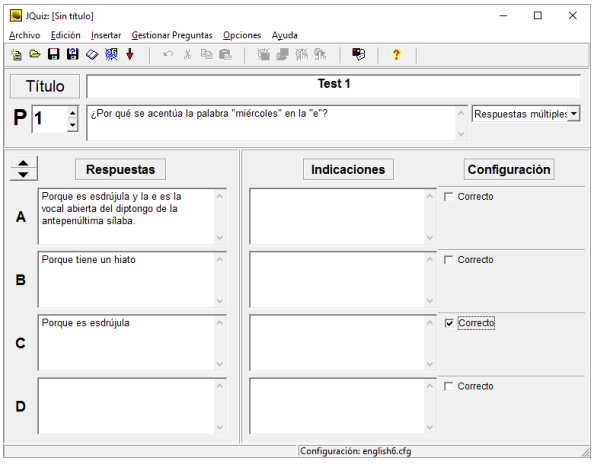


FIGURA 2.3: Captura de la herramienta de autor del módulo *JQuiz* de *Hot Potatoes*.

En la Figura 2.4 puede verse el recurso que se genera a partir de los datos de la figura anterior. Esta herramienta se basa en la generación de páginas HyperText Markup Language (HTML) que pueden ejecutarse en cualquier navegador. Cómo puede verse, se trata de una herramienta muy fácil de utilizar y muy intuitiva, eso la ha ayudado a conseguir una amplia aceptación por parte de la comunidad educativa y científica [35], [36], hasta el punto de que incluso el *Ministerio del Interior* del *Gobierno de España* ha publicado un tutorial [37], para promover su difusión y su utilización en los colegios

del país. Sin embargo, *Hot Potatoes* no es una plataforma online en la cual puedan gestionarse los recursos creados, grupos, niveles, materias, usuarios y sus estadísticas de uso de los recursos generados.

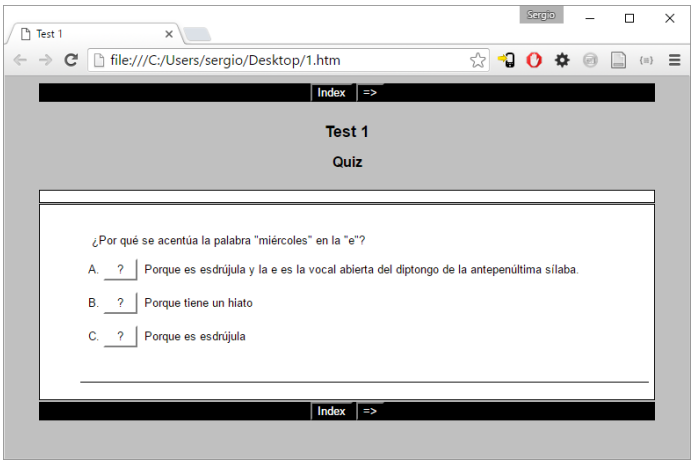


FIGURA 2.4: Captura de un recurso generado a partir del módulo *JQuiz* de *Hot Potatoes*.

Estas dos aplicaciones son sólo una pequeña muestra de las aplicaciones que existen actualmente y que disponen de una herramienta de autor. Una de las mayores limitaciones de estas populares aplicaciones, *JClic* y *Hot Potatoes*, es la ausencia de la gestión online de los recursos, grupos y usuarios. Por otra parte, como ya se ha comentado, estas aplicaciones aunque generan contenido orientado para su compartición y su utilización online, no ofrecen el sistema para realizarlo, con lo cual esta tarea debe realizarse desde otros sistemas web adicionales que deben utilizar los profesores para compartir y explotar esos recursos. Sin olvidar por supuesto, que los profesores deberán crear y gestionar esos sistemas web, o utilizar alguno de un tercero, lo cual aporta una complejidad tanto a nivel de conocimientos técnicos, como de uso, que se considera contraproducente para el desarrollo efectivo de las TIC en las aulas. Tras los estudios de las herramientas de autor actuales, tanto a nivel científico como comercial, puede llegarse a la conclusión de que a pesar de existir mucho trabajo sobre este tipo de herramientas, se pueden encontrar dos obstáculos principales:

- Limitación para la creación de recursos, debido al uso de plantillas o de un número elevado de elementos de configuración.
- Dificultad para la compartición de los recursos, debido principalmente a que no ofrecen un sistema web para ello, y por tanto se depende de sistemas auxiliares.

En este trabajo se pretende minimizar estos problemas, aprovechando las ventajas que pueden ofrecer las herramientas de autor, principalmente a personas con pocos conocimientos técnicos.

2.3 Sistemas web educativos

En esta sección se describirán algunas aplicaciones disponibles en la web que se utilizan actualmente para la educación, dado que uno de los objetivos es el desarrollo de un sistema para Educación Infantil y Primaria, se ha centrado el estudio en estas áreas. Se han dividido los sistemas web en dos clases principales:

- Sistemas web sin herramienta de autor.
- Sistemas web con herramienta de autor.

De esta manera es posible obtener un análisis de requisitos más completo, centrándolo en los conocimientos técnicos necesarios para su uso y en la tendencia actual, tanto de este tipo de sistemas, como de las herramientas de autor que disponen.

En este estudio se ha intentado dar una visión general, seleccionando aquellas herramientas, que puedan utilizarse para detectara aquellos aspectos positivos y negativos que se encuentran en este tipo de sistemas. Algunas de las herramientas descritas han sido seleccionadas por su amplia utilización en el área educativa considerada.

2.3.1 Sistemas web sin herramienta de autor

En esta sección se describen algunas de las aplicaciones web más representativas que no disponen de herramientas de autor. Una de estas herramientas populares es *Pipoclub* [38], proyecto creado por *Cibal Multimedia*. Este proyecto comenzó en 1995 con la publicación de *Ven a jugar con Pipo*, pero no fue hasta 2004 cuando empezaron a publicar una versión online. Actualmente, y según datos extraídos de su propia web, cuentan con cerca de 5.000 juegos, para alumnos con edades comprendidas entre los 0 y los 12 años, en concreto ofrece cinco niveles diferentes:

- *Peques*.

- *Infantil (3-6 años).*
- *Primer ciclo (6-8 años).*
- *Segundo ciclo (8-10 años).*
- *Tercer ciclo (10-12 años).*

También ofrece una clasificación por temáticas:

- *Peques.*
- *Lengua (lectura y escritura).*
- *Matemáticas.*
- *Medio (Temáticos).*
- *Inglés.*

Cibal Multimedia destina íntegramente sus recursos a la investigación de los procesos de interacción del usuario con el software, al diseño y a la elección de los contenidos que mejor pueden ayudar al alumno en la comprensión y aprendizaje de conocimientos. Por este motivo se ha convertido en una de las aplicaciones más empleadas en entornos educativos de esas edades. Aunque los juegos disponibles en la web están desarrollados en flash y por este motivo no son compatibles con dispositivos móviles, ya se encuentran disponibles varias aplicaciones de *Pipoclub* en Itunes o Google Play que ofrecen recursos compatibles con este tipo de dispositivos. Los juegos disponibles utilizan mecánicas y elementos de juegos que hacen que sean recursos llamativos para los alumnos, como puede verse en la Figura 2.5, donde todos presentan una componente educativa sin buscar otro tipo de objetivos que pueden encontrarse en los videojuegos habituales, eliminando por ejemplo los elementos que puedan crear adicción o elementos publicitarios. Se trata por lo tanto, de un sistema web muy completo, con una amplia variedad de recursos, y con una fuerte componente de *gamificación*. El principal inconveniente de esta aplicación es la ausencia de una herramienta de autor, lo que impide la creación de nuevos contenidos y restringe al profesor, padre o educador, el uso de los ya disponibles.

Otra de las aplicaciones de más uso actualmente es *MundoPrimaria*, [39], que según datos de su propia web reciben un millón y medio de visitas al mes. Los recursos que se

FIGURA 2.5: Captura de un recurso del portal *Pipoclub*.

encuentran disponibles en dicho portal cuentan con el respaldo de docentes y pedagogos. En *MundoPrimaria* pueden encontrarse recursos organizados en dos niveles, Infantil y Primaria, dentro de los cuales existen diferentes clasificaciones. En Infantil, los recursos se organizan mediante las competencias clave en las que se trabaja:

- *Juegos de memoria.*
- *Juegos de atención.*
- *Juegos de lógica.*
- *Juegos de conceptos.*
- *Juegos de lenguaje.*
- *Juegos de audición.*

Mientras que los recursos disponibles para Educación Primaria se clasifican por materias:

- *Matemáticas.*
- *Lengua.*
- *Inglés.*
- *Ciencias.*

Este portal ofrece más de 2.000 recursos educativos online, así como otro tipo de recursos como fichas, infografías, dibujos, vídeos, etc. Uno de los aspectos positivos de esta aplicación respecto a la anterior, reside en que en esta los recursos se pueden realizar desde dispositivos móviles sin necesidad de instalar una aplicación externa o la necesidad de disponer de un dispositivo Apple o Android, como en el caso anterior. Respecto a los aspectos positivos y negativos, aparecen claramente dos detalles diferenciadores y que tienen relación uno con el otro. El punto positivo, y diferenciador con respecto a *Pipoclub*, es que la aplicación es gratuita y por lo tanto todos los usuarios con acceso a internet pueden acceder a ella, pero como contrapartida, la aplicación muestra anuncios de carácter comercial, no siempre de temática infantil o educativa, incluso antes de realizar algún recurso hay que visualizar un vídeo de publicidad. Este hecho puede despistar a los alumnos de la actividad principal que es la educación. Si se analizan los recursos educativos en sí, en la Figura 2.6 puede verse que también tienen una fuerte componente visual. Al igual que sucedía en el caso de *PipoClub*, esta aplicación no dispone de herramientas de autor que permitan el desarrollo de nuevos recursos educativos.

FIGURA 2.6: Captura de un recurso del portal *Mundoprimaria*.

Por último, y tras analizar una serie de sistemas web disponibles, se analizará el portal *Vedoque* [40], el principal motivo es que tras la realización de las pruebas con los alumnos, en los que se completó un cuestionario y en el que debían indicar si habían utilizado alguna herramienta educativa online (el cuestionario puede verse en el Anexo A, y los resultados del mismo en el Capítulo 5, Dección 5.2). Muchos de los mismos respondieron que utilizaban este portal con cierta regularidad. Este portal es muy similar al de *MundoPrimaria*, y ha sido creado por Antonio Salinas y María Jesús Egea [41], en este

portal se pueden encontrar un gran número de juegos de niveles de Infantil y Primaria, así como diferentes fichas y cursos de mecanografía. En este sistemas los juegos son compatibles con dispositivos móviles aunque esta vez, no todos tienen una componente fuertemente educativa, encontrándose mini-juegos tradicionales, como el que puede verse en la Figura 2.7, en el cual el usuario debe derrotar a los enemigos disparándoles sin ningún objetivo educacional.

FIGURA 2.7: Captura de un mini-juego no educacional del portal *Vedoque*.

En este caso no existe tanta publicidad y también se trata de un portal gratuito. Puede concluirse que *Vedoque* es un portal muy completo, no sólo con una componente didáctica tradicional, sino que también aporta otros conocimientos como el de la mecanografía, y componentes de ocio, como juegos y concursos relacionados con dichos juegos. Esto sumado a la apariencia de videojuegos (Figura 2.8) que los recursos pueden conseguir gracias al diseño y a la forma de interactuar con ellos, hace que se trate de una herramienta muy llamativa y utilizable por los alumnos. Sin embargo, no terminan de convencer a profesores para su uso en las aulas, debido a la falta de una estructura pedagógica adecuada, y a la ausencia de contenido didáctico en un porcentaje elevado de estos recursos.

Otros portales y aplicaciones web que se usan frecuentemente y que no se han incluido en este estudio, debido a que se necesitan claves de acceso para acceder a ellos, son los propios que ofrecen las editoriales de los libros que utilizan en clase los profesores y los alumnos. Por ejemplo, en el caso de los alumnos con los que se realizaron las pruebas, empleaban libros de la editorial *Savia* de *SM* y utilizan el portal de *Saviadigital* [42] que acompaña y completa los recursos de los libros. Este tipo de aproximación es tal vez la

FIGURA 2.8: Captura de un recurso del portal *Vedoque*.

más extendida actualmente en el mundo de la Educación Infantil y Primaria. Aunque desarrollan el conjunto de recursos educacionales necesarios para impartir los conocimientos a adquirir en cada materia durante el curso, presentan como principales inconvenientes el hecho de que se tratan de recursos cerrados, no compartibles, no mejorables y que restringen tanto a profesores como alumnos a los diseños pedagógicos establecidos por las editoriales.

Los principales aspectos positivos de este tipo de sistemas web pueden resumirse en: compatibilidad con dispositivos móviles, multitud de recursos realizados habitualmente con el apoyo de expertos docentes, aplicaciones con componentes de ocio como *Vedoque* o estrictamente educativas, como *Saviadigital*, y utilización de componentes gráficos de los recursos, consiguiendo atraer el interés de los alumnos. Sin embargo, como limitaciones puede mencionarse que es necesaria la participación de personal técnico, programadores, diseñadores gráficos, etc. Siendo esta, una de las razones de la ausencia de herramientas de autor, que impide a los profesores crear y adaptar los recursos a las necesidades de la clase. Aunque algunas de estas aplicaciones tienen una opción para solicitar la creación de recursos, no se trata de una creación inmediata, como sería en el caso de disponer de una herramienta de autor. Este es uno de los motivos por el cual, los profesores no terminan de utilizar habitualmente este tipo de recursos en el transcurso de las clases, simplemente recurren a ellas en algún momento puntual para la realización de una actividad concreta, sin llegar a tener mucha repercusión en el desarrollo de las clases.

2.3.2 Sistemas web con herramienta de autor

En esta sección se describen algunas aplicaciones representativas y ampliamente utilizadas que sí disponen de herramienta de autor.

En primer lugar se describirá la aplicación *Constructor 2.0* [43] proyecto financiado por la *Junta de Extremadura*. Con esta aplicación se pueden crear y gestionar grupos en los que relacionar actividades de la misma temática y nivel. Dentro de estos grupos se pueden crear actividades, que cuentan con diferentes modelos, rellenar huecos mediante formularios de selección, crucigramas, operaciones matemáticas, así hasta un total de doce plantillas diferentes. La herramienta de autor hace uso de estas plantillas para facilitar la tarea de los docentes, de esta manera se pueden crear recursos de manera rápida. Por contrapartida, estos recursos tendrán siempre el mismo aspecto, si bien los profesores pueden personalizar los recursos mediante imágenes y otros contenidos pudiendo diseñar recursos llamativos (ver Figura 2.9).

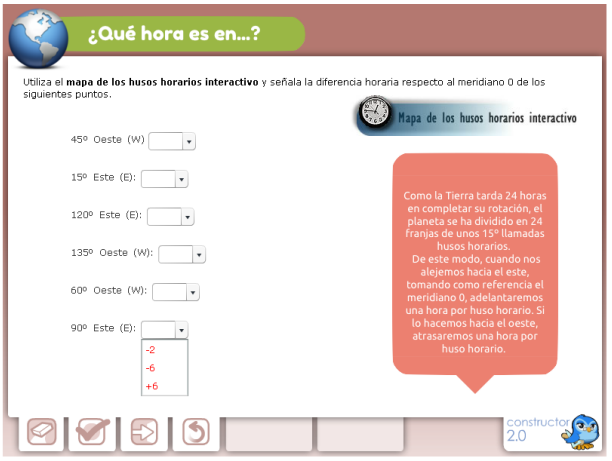


FIGURA 2.9: Captura de un recurso de ejemplo del portal *Constructor 2.0*.

Una de las limitaciones lógicas, es que no se pueden crear nuevos recursos que contengan características que no estén descritas en estas plantillas. Sin embargo, ya existen cerca de 17.000 actividades disponibles en la aplicación, dato que indica que existe un gran interés por parte del personal docente en crear sus propios recursos y en utilizar herramientas online para potenciar sus métodos educativos. Además, si se realiza la comparativa con el número de recursos que disponían las aplicaciones sin herramientas de autor (para *Pipoclub* cerca de 5.000 y para *MundoPrimaria* más de 2.000), puede observarse que el número de recursos es significativamente mayor en este caso, mostrando la necesidad de implementar una buena herramienta de autor, que pueda satisfacer las necesidades de

profesores y alumnos, y permita generar un elevado número de recursos educativos para ser posteriormente compartidos y reutilizados.

Otro sistema web particularmente interesante es *Cuadernia* [44], proyecto financiado por la *Junta de Comunidades de Castilla - La Mancha*. Esta aplicación se basa en una herramienta de autor, con la cual el profesor puede crear un cuaderno virtual que pretende imitar la estructura de los cuadernos tradicionales. En estos cuadernos los profesores pueden incluir texto y diferentes elementos multimedia, imágenes, vídeos, audio, enlaces a otras páginas, etc. Sin embargo, lo realmente interesante y que lo diferencia de otros sistemas, es que se pueden añadir objetos evaluables denominados *Actividades*, en la Figura 2.10 puede verse un ejemplo de una de estas actividades, en concreto la aplicación soporta 22 tipos diferentes de actividades, entre las que se encuentran la posibilidad de crear diferentes tipos de *Puzzles* o *Tangrams*, así como *Cuestionarios*, *Sopas de letras*, *Crucigramas* incluso *Sudokus*, pero entre ellas se encuentran plantillas que parecen repetirse, como por ejemplo:

- *Emparejar texto.*
- *Emparejar texto e imágenes.*
- *Emparejar texto e imágenes, respuestas múltiples.*

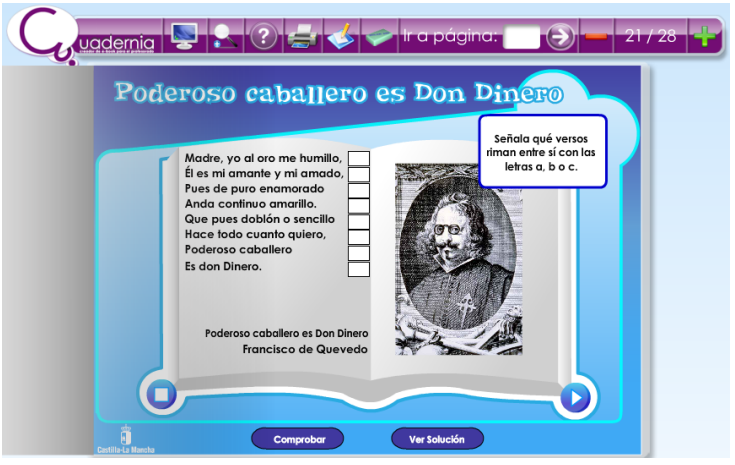


FIGURA 2.10: Captura de un recurso de ejemplo del portal *Cuadernia 3.0*.

Otro aspecto importante de este tipo de actividades, es que no todas tienen una fuerte componente educativa, aunque todas pretenden desarrollar capacidades de los alumnos, como es el caso de los sudokus, puzzles, rompecabezas, etc. Actividades que dependiendo del nivel educativo en el que se imparta el curso, pueden resultar muy limitadas.

El sistema también dispone de una sección en la que se van subiendo y organizando cuadernos y actividades creadas con la aplicación y contenidos relacionados con los aspectos curriculares de los mismos, lo cual es útil ya que aporta una librería de recursos ya creados, con los que los profesores pueden empezar a trabajar y analizar las posibilidades de la aplicación. La herramienta aporta un visualizador de cuadernos, gracias a ella los profesores podrán compartir los cuadernos creados con sus alumnos para que estos los visualicen y puedan realizar las actividades que contengan.

Se puede concluir que se trata de un sistema muy completo, con el cual se pueden crear diferentes actividades, organizarlas, y compartirlas. Como principal inconveniente se encuentra, nuevamente, el problema de las plantillas y la imposibilidad de crear o utilizar otras diferentes. En esta ocasión, se dispone de una variedad importante de plantillas, que trata de suavizar este problema, sin embargo aumenta la complejidad de la aplicación al requerir de un editor específico para cada tipo de plantilla. Un segundo problema está relacionado con la organización y gestión de los cuadernos, dado que no es posible agrupar todos los cuadernos de un mismo curso o de un mismo colegio, este hecho dificulta la utilización de los contenidos o la posibilidad de crear comunidades educativas online.

En esta sección tan sólo se han analizado dos aplicaciones *Constructor 2.0* y *Cuadernia* debido a que es complicado encontrar sistemas webs completos que dispongan de este tipo de herramientas. Suele ser más frecuente encontrar herramientas de autor independientes tipo *JClic* o *Hot Potatoes*, que aportan applets o generan elementos fácilmente ejecutables en entornos web, pero que no se encargan de aportar dichos entornos. Aunque vemos que es posible crear sistemas web que incluyan herramientas de autor orientadas a la educación, en estos momentos no es una opción muy extendida, obligando a los profesores a utilizar dos sistemas diferentes, por un lado la herramienta de autor y por otro un conjunto de sistemas auxiliares que permitan compartir, gestionar y organizar dichos recursos, lo cual puede ser una de las razones por las que los mismos terminan por abandonar el uso de este tipo de sistemas. Por otro lado, sistemas como *Constructor* o *Cuadernia* una vez desplegados y en funcionamiento, han logrado generar (a partir de la comunidad) un gran número de recursos, lo cual demuestra el interés de los implicados por la utilización de estas tecnologías cuando se encuentran disponibles.

2.4 Sistemas educativos basados en *gamificación* y *juegos serios*

El uso de técnicas que motiven a las personas mediante el entretenimiento con fines pedagógicos, ya sea a través del uso de herramientas y sistemas cómo los que se han visto a lo largo de este estudio, o más tradicionales como juegos en grupos o el uso de diferentes tipos de juguetes, se conoce como *Edutainment* [45], acrónimo en inglés de *Educational entertainment*. Debido a la evolución de las formas de entretenimiento a lo largo de los últimos años, han podido desarrollarse nuevas metodologías y técnicas educacionales que aprovechan todo el potencial de la tecnología para motivar y entretener, con el fin de transmitir conceptos educativos. En concreto, existen estudios como el desarrollado por la Entertainment Software Association (ESA) [46], en los que se muestra el incremento del uso de los videojuegos como forma de entretenimiento, frente al descenso de otras formas como el uso de la televisión, cine, u otras actividades recreativas. Por esta razón en los últimos años se han desarrollado los conceptos de *gamificación* y de *juegos serios* (o *serious games* en inglés), como una manera de implementar y desarrollar herramientas capaces de potenciar el entretenimiento en la educación, aprovechando el interés que despiertan los videojuegos.

En primer lugar, la *gamificación* [47], es un componente cada vez más utilizado en una amplia variedad de sistemas informáticos, desde el marketing [48], [49], el entrenamiento de personas [50], [51], a la educación [52], [53]. En el libro *Gamificación en aulas universitarias* [54] en concreto en el estudio de Parente sobre la *Gamificación en la educación*, se describe cómo los videojuegos pueden contar con millones de jugadores, gracias a la experiencia de uso y la capacidad de conducir a los usuarios de forma rápida concisa y eficiente, además de divertida, a través de una serie de acciones predefinidas. Estos usuarios pueden llegar a dedicar varias horas al día a los videojuegos, la capacidad de retener a estos jugadores de manera continuada en el tiempo es denominada *jugabilidad*. La aplicación de los principios de diseño en los que se basan los videojuegos, a otros procesos u otras actividades humanas no lúdicas, se denomina *gamificación*. La *gamificación* permite conducir al usuario a través de acciones predefinidas, manteniendo una alta motivación para alcanzar uno o varios objetivos concretos. Es fácil intuir cómo el uso de la *gamificación* en cualquier aspecto cotidiano puede ser algo muy útil, pudiendo incluso mejorar la producción en entornos empresariales. Uno de estos entornos en los

que mejor se puede aprovechar el uso de técnicas de *gamificación* es el de la educación, especialmente en edades tempranas, debido a que son los niños los que más atraídos se sienten por este tipo de actividades. Sin embargo, no se debe confundir el concepto de *gamificación*, con el concepto de videojuego, en particular en entornos educativos, donde lo que se pretende es utilizar técnicas de videojuegos como medio para alcanzar un objetivo pedagógico. Por ejemplo, incluir un sistema de *Logros*, mediante el cual, los alumnos reciban *Medallas* o *Badges* [55], [56], según avancen el curso, y vayan cumpliendo objetivos establecidos, es una técnica utilizada en los videojuegos y que se puede aplicar fácilmente en sistemas educativos para lograr una motivación extra en los alumnos.

Debido a la importancia y las ventajas que pueden aportar el uso de este tipo de técnicas, todos los sistemas web descritos en la Sección 2.3, utilizan algún tipo de técnica extraída de los videojuegos, ya sea el diseño o la apariencia, las técnicas de resolución, la manera de evaluar, el tiempo de realización de los recursos, etc. Un ejemplo de un sistema web que utiliza este tipo de técnicas es *Seterra* [57], en la cual se puede aprender geografía de una manera diferente, debido a que utiliza técnicas de *gamificación*, (puede verse un ejemplo en la Figura 2.11), como por ejemplo prefijando un tiempo máximo para completar los recursos, el porcentaje de aciertos, o la manera de realizar las preguntas a modo de concurso. También se pueden encontrar otro tipo de juegos en los que el usuario tiene que adivinar a qué lugar pertenece una fotografía utilizando material interactivo y multimedia. Puede observarse que existen diferentes tipos de juegos, que utilizan diferentes técnicas de *gamificación*, sin embargo, a pesar de todas estas técnicas que buscan entretener y motivar a los alumnos, el objetivo final de todos los juegos que se encuentran en este portal es el de transmitir algún conocimiento de carácter geográfico.

De la misma forma, los *juegos serios* o *serious games* [58], no son videojuegos tradicionales, se trata de juegos desarrollados con una fuerte componente de entretenimiento, pero cuyo objetivo principal es el de la adquisición de algún conocimiento concreto (no necesariamente educativo). Estos juegos suelen tener un diseño muy similar al de los videojuegos tradicionales, hasta el punto de poder llegar a confundirse con estos. Cómo en el caso de la *gamificación*, los *juegos serios* cada vez se usan en ámbitos más diversos, desde entrenamientos militares [59], [60], el entrenamiento de operadores de sistemas aéreos no tripulados [61], [62], la transmisión de información relacionada con la salud o la higiene [63], [64], y por supuesto en la educación [65], [66], [67], [68], [69].

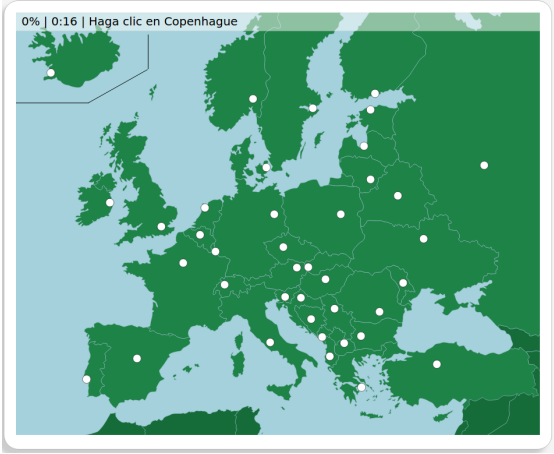


FIGURA 2.11: Captura de un recurso de ejemplo del portal *Seterra*.

Los sistemas web que se han analizado como *Pipoclub*, *Vedoque* o *MundoPrimaria* también ofrecen secciones con *juegos serios* denominados juegos educativos. Otro sistema web que ofrece este tipo de *juegos serios* centrados en la educación es *Educapeques* [70], en la cual se ofrecen diferentes juegos, clasificados en diferentes categorías:

- Juegos de los Mundos: Juegos de lógica, memoria y habilidad.
- Juegos de matemáticas.
- Juego de Preguntas Trivial para niños.
- Juego de inglés: Land of Fantasy.
- Juego de Geografía: Viajar y Conocer el Mundo.

Puede verse cómo en todas las secciones existe un componente educativo alto, sin embargo en esta ocasión no sólo se utilizan técnicas extraídas de los videojuegos, si no que se desarrollan videojuegos cuyo principal objetivo es el de educar y no simplemente entretener al usuario. En la Figura 2.12 se muestra un ejemplo de *juego serio* del portal *Educapeques*.

Una de las herramientas particularmente interesante por el desarrollo de *juegos serios* para su uso en las aulas es, *e-Adventure* [71], [72] desarrollada por el grupo *e-UCM* de la *Universidad Complutense de Madrid*. Esta herramienta se compone de un editor o herramienta de autor, con la que se pueden crear pequeñas aventuras gráficas de una manera sencilla mediante el uso del lenguaje *XML*, en concreto la herramienta ofrece:

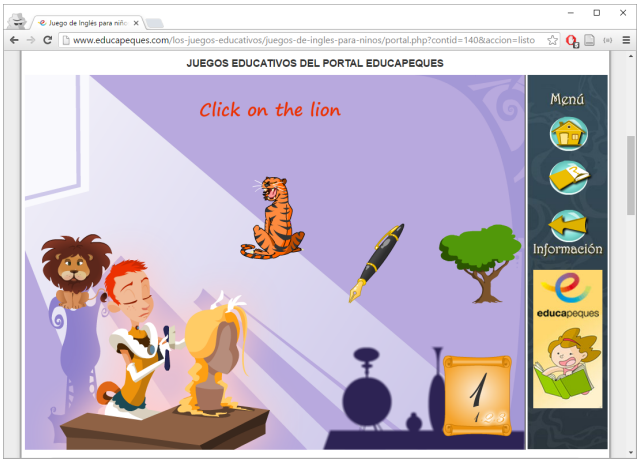


FIGURA 2.12: Captura de un *juego serio* del portal *Educapeques*.

- Soporte para todos los rasgos comunes de aventuras gráficas point & click y de ficción interactiva.
- Edición gráfica para autoría.
- Elección del estilo de interacción: menús de aventura tradicionales o menús contextuales.
- Interfaces personalizables.
- Notación *XML* para la descripción de las aventuras.

De esta manera la herramienta ofrece al profesor la posibilidad de crear aventuras gráficas (videojuegos tradicionales) para transmitir algún tipo de conocimiento durante el desarrollo de la historia del videojuego. En la Figura 2.13 puede verse un ejemplo de un juego creado mediante esta herramienta, en concreto se observa una habitación en la cual se podrá interactuar con alguno de los objetos y personajes que se encuentran en ella, recopilando información y realizando acciones que permitan continuar la historia e ir avanzando por los diferentes escenarios del juego.

Si se buscan otros *juegos serios* en los que se pretenden transmitir otro tipo de conocimientos no educacionales, pueden encontrarse una gran variedad de juegos y motivaciones. En primer lugar, uno de los *juegos serios* más llamativo es *This War of Mine* [73], (Figura 2.14), debido a que el concepto tradicional de juegos bélicos, se basa en que los jugadores maten o eliminen a otros personajes. Sin embargo, en este caso se pretende que el jugador sea consciente de lo que realmente es vivir una guerra. Por este motivo

FIGURA 2.13: Captura de un *juego serio* del portal *e-Adventure*.

el protagonista de este juego es un civil, situando al jugador en el papel de un refugiado de guerra, para hacerle comprender las necesidades y problemas de estas personas y las decisiones que se tienen que tomar para lograr sobrevivir.

FIGURA 2.14: Captura del juego *This War of Mine*.

Otro ejemplo de este tipo de videojuegos es *Papo & yo* [74] (Figura 2.15), en este caso el personaje principal debe recolectar frutas que luego podrá dar de comer a su amigo, si el usuario le da pocas frutas al amigo, este se vuelve agresivo, si le da demasiadas queda inconsciente. Según avanza el juego, el usuario descubre que las frutas son en realidad una analogía con el alcohol, y el juego muestra cómo puede afectar a una persona y cómo puede llegar a destruir una familia.

Al finalizar el estudio de las herramientas más representativas en el uso de la *gamificación* y de los *juegos serios*, resulta interesante observar que la utilización de este tipo de técnicas puede conseguir una mayor motivación por parte de los estudiantes, debido a

FIGURA 2.15: Captura del juego *Papo & yo*.

que estos no sólo aprenden, sino que se entretienen y divierten en el proceso, una cuestión fundamental para la obtención de unos buenos resultados educativos o formativos.

2.5 Conclusiones

A la vista del breve estudio del estado del arte realizado, en el que se ha tratado de mostrar algunas de las diferentes maneras de afrontar el problema de la inclusión de la tecnología educativa en las aulas, en concreto mediante el empleo de:

- *Herramientas de autor.*
- *Sistemas web (con y sin herramienta de autor).*
- *Gamificación y juegos serios.*

Se puede concluir que la creación de sistemas y herramientas flexibles, que permitan la creación, gestión y compartición de recursos docentes está fuertemente demandada por la sociedad. Este hecho, aparece refrendado por el número y variedad de recursos que se generan cuando se dispone de un sistema web que dispone de alguna herramienta de autor (17.000 actividades en la plataforma *Constructor* que dispone de herramienta de autor, frente a los cerca de 5.000 de *Pipoclub* que no dispone de herramienta de autor). Las herramientas de autor más utilizadas, *JClic*, *Hot Potatoes*, facilitan la creación de material compartible vía web, (código *HTML*, ejecutables *Java*), a personas con pocos conocimientos técnicos. Sin embargo, no cuentan con un sistema web propio con el que

compartir dichos recursos, con lo cual el colegio o los profesores, deberían disponer o crear un sistema propio, con la complejidad o el coste añadido que puede suponer esta cuestión.

Los sistemas web estudiados pueden solucionar el problema de la compartición de recursos. Por este motivo, este tipo de soluciones pueden resultar muy útiles, debido a que directamente ofrecen una plataforma web a la que acceder para consultar, crear, o realizar los recursos de manera organizada. Algunos de estos sistemas ofrecen la posibilidad de crear grupos de usuarios a modo de clases, para facilitar a los profesores el seguimiento de sus alumnos y crear comunidades educativas virtuales. Sin embargo, no todos los sistemas web educativos disponen de herramientas de autor, aunque estos sistemas, tienen la ventaja de contar con juegos con una componente de diseño e interacción mayor, debido a que los recursos están programados individualmente, para lo cual se requiere la participación de personal técnico. Este hecho termina siendo una desventaja, debido a que los profesores no pueden adaptar los juegos ya creados, ni crear juegos nuevos. Por otra parte, al necesitar tantos recursos para crear los juegos, este tipo de sistemas tiene un número limitado de los mismos, habitualmente inferior a los sistemas web que sí disponen de herramientas de autor. Los sistemas que sí disponen de herramienta de autor, suelen tener el problema de que estas son bastante limitadas, debido a que se basan en plantillas muy cerradas, lo cual, aunque pueda ser positivo debido a que los profesores saben el tipo de juegos que pueden crear, y se pueden realizar métodos de creación *paso a paso*, esta cuestión acaba restringiendo la libertad de acción de los profesores y tienen que aprender a utilizar diferentes menús y métodos de creación para cada tipo de juego.

En el último punto del estudio del estado del arte realizado, puede verse como la utilización de técnicas de *gamificación* en el desarrollo de recursos y actividades educativas, permite mejorar la experiencia de usuario lo que puede provocar una mayor atención y motivación de los alumnos en la realización de dichas tareas. Buscando como principal objetivo el de la mejora de su rendimiento. El uso de estas técnicas permite la creación de *juegos serios*, lo que refuerza el interés y atención de los alumnos, debido a que puede conseguirse una experiencia de usuario cercana a la de los videojuegos, siempre sin olvidar que el objetivo principal debe ser la educación, y no tanto el entretenimiento.

En este proyecto se plantea unificar todos los aspectos positivos en un único sistema

web, tratando de minimizar los problemas observados, y de esa forma aportar una nueva solución a este área. Por lo tanto, se pretende crear un sistema:

1. Usable, especialmente su herramienta de autor.
2. Accesible desde cualquier navegador web, ya sea desde un ordenador o algún dispositivo móvil, o tablet.
3. En el que se requieran los mínimos conocimientos técnicos posibles para su uso.
4. En el que se puedan crear recursos nuevos (mediante una herramienta de autor) y en el que se puedan compartir, editar y realizar dichos recursos.
5. Que disponga de una única herramienta de autor, capaz de crear diferentes tipos de recursos, minimizando el uso de las plantillas para no limitar las acciones de los profesores, sin obligarles a aprender a utilizar una herramienta de autor para cada tipo de plantilla.
6. Que permita, mediante la herramienta de autor, la creación de *juegos serios*, mediante el uso de técnicas de *gamificación*.
7. En el que se ofrezcan métodos para la agrupación y clasificación de usuarios, que permitan la creación de comunidades educativas.
8. En el que se ofrezcan métodos que permitan el seguimiento de los alumnos, mediante la calificación de los juegos, de tal manera que los profesores puedan gestionar sus grupos, conociendo los resultados de los alumnos, los intentos realizados y otras cuestiones.
9. Y por último, que disponga de mecanismos de cifrado y protección de los datos, para preservar y garantizar la privacidad de la información.

Capítulo 3

Diseño e Implementación

En este capítulo se describe el diseño e implementación de la aplicación. Empleando las conclusiones obtenidas del estado del arte realizado, así como teniendo en cuenta los objetivos propuestos, se realizará un análisis funcional que permita el desarrollo de una herramienta flexible y que suavice, o trate de resolver, algunos de los problemas encontrados en el estado del arte. El capítulo se ha dividido en un conjunto de secciones que muestran: el análisis funcional del sistema, las tecnologías empleadas, la arquitectura software desarrollada, la implementación de la base de datos, los tipos de recursos implementados, la herramienta de autor, y por último cómo se realiza la compartición de recursos en el sistema.

3.1 Análisis funcional

En un trabajo anterior [32], se desarrolló una aplicación de escritorio que de una forma mucho más simplificada, permitía diseñar y realizar recursos educativos para Educación Infantil y Primaria. Esta primera herramienta disponía de una herramienta de autor mucho más simple que la desarrollada en este trabajo, y aunque estaba implementada con *HyperText Markup Language, versión 5 (HTML5), + Javascript*, la aplicación sólo podía ejecutarse de manera local, por lo tanto, no permitía el desplegado de los recursos en la web, ni su compartición, o la gestión de colegios, cursos y recursos, como actualmente se permite. En este primer trabajo se pudo obtener, gracias a un conjunto de pruebas en entornos reales, un primer análisis de resultados, problemas y posibles mejoras que los

usuarios principales (profesores y alumnos) demandaban. El desarrollo de este trabajo permitió conocer mejor sus métodos de trabajo, sus expectativas y sus necesidades. Los resultados obtenidos de ese trabajo han motivado la creación de un nuevo sistema web más completo, que trata por un lado de resolver las cuestiones problemáticas que se detectaron, y por otro de mejorar algunas de las limitaciones encontradas en el estado del arte. Por lo tanto, de este trabajo inicial únicamente se utilizará el conocimiento previo adquirido sobre el problema y el área de aplicación, la nueva aplicación es fundamentalmente nueva donde tan sólo se han reutilizado alguno de los métodos de la herramienta de autor, que se encargan de la gestión, movimiento y edición de las diferentes etiquetas que se pueden utilizar en la herramienta. Las Figuras 3.1 y 3.2 muestran el diseño de la herramienta de autor del sistema previo y el actual.

FIGURA 3.1: Captura de la herramienta de autor del trabajo previo relacionado con *Educapiz*.

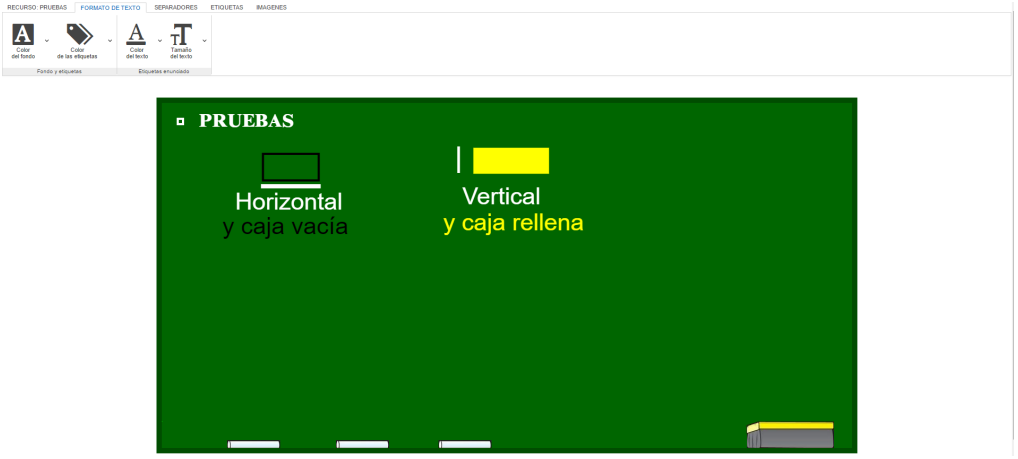


FIGURA 3.2: Captura de la herramienta de autor de *Educapiz*.

A partir de la experiencia previa y del análisis del problema a abordar, se han definido un conjunto de objetivos y requisitos específicos que debe cumplir la nueva aplicación.

A continuación, se describen los requisitos funcionales:

- *Aplicación Online:* Permite un acceso vía web al sistema, lo que facilita y mejora la compartición de los recursos docentes.
- *Gestión de grupos:* Se podrán crear y gestionar grupos de usuarios, con el objetivo de que la aplicación se asemeje lo más posible a la organización real de la comunidad educativa: centros de estudio (*Colegios*), niveles de estudio (*Clases*), y materias (*Cursos*). Los usuarios podrán seguir estos grupos, mientras que el creador de los mismos será el encargado de dar permiso a los usuarios para que puedan acceder y ver su contenido (o borrarlos cuando sea necesario).
- *Gestión de usuarios:* Los usuarios podrán registrarse, tendrán un perfil, y cada usuario tendrá un rol, los roles inicialmente considerados son:
  - *Admin*: Administrador del sistema.
  - *Admin_Colegio*: Usuarios que podrán crear los grupos denominados *Colegios*, y por lo tanto gestionar dichos grupos.
  - *Profesor*: Usuarios con permisos para crear y gestionar los grupos *Clases* y *Cursos* dentro de los *Colegios* a los que pertenezcan. Los profesores que decidan seguir otros *Cursos* que no han creado ellos, se comportarán como usuarios *Alumnos* dentro de los mismos.
  - *Alumnos*: Usuarios que pueden seguir a otros usuarios, grupos, y utilizar los juegos creados por los profesores. Aquellos usuarios que tengan este rol no podrán crear contenido nuevo.
  - *Padres*: En esta versión inicial de la aplicación, no podrán realizar ninguna acción especial respecto a los usuarios tipo *Alumno*. Sin embargo, se ha considerado importante añadir este tipo de usuario en el diseño del sistema, dado que en un futuro se pretenden implantan sistemas de mensajería entre usuarios para facilitar la comunicación entre los diferentes actores (*Alumnos*, *Padres*, *Profesores*, *Admin_Colegio*).
- *Cursos:* Los *Cursos* serán los grupos con la funcionalidad principal del sistema. En ellos los profesores podrán crear una estructura que permitirá almacenar *Temas* y

Apartados (buscando una cierta analogía con los libros de texto utilizados habitualmente). En los *Cursos* se almacenarán los recursos educativos creados mediante la herramienta de autor.

  - *Temas:* Con estos elementos se podrán estructurar las diferentes secciones de los cursos, es decir serán elementos organizativos, en los cuales agrupar información relacionada, de la misma manera que los diferentes temas de un curso tradicional. Dentro de estos *Temas* podrán crearse *Apartados* (secciones).
  - *Apartados:* Los *Apartados* tienen la misma funcionalidad que los *Temas*, a excepción de que siempre se crearán dentro de un *Tema*, y que dentro de los *Apartados* será donde podrán crearse y diseñarse los recursos.
  - *Recursos:* Se trata de los juegos educativos que los profesores pueden crear mediante la herramienta de autor.

- *Recursos:* Los recursos o juegos creados podrán descargarse y compartirse. Se deberán poder crear juegos con diferentes lógicas, y podrán editarse diferentes características de los mismos como; nombre, descripción, nota extra por su realización en el aula, etc.

- *Herramienta de autor:* La herramienta de autor debe permitir el diseño e implementación de recursos con diferentes lógicas y configuraciones. La herramienta mostrará el recurso diseñado tratando de mantener en todo lo posible el aspecto o visualización final del mismo. De esa forma pretende facilitarse la creación de los recursos, dado que el profesor no necesitará hacer ningún proceso de abstracción para entender cuál será el resultado final del recurso que esté diseñando.

- *Usabilidad:* Toda la aplicación debe tener una usabilidad lo más elevada posible, las interfaces deben ser claras, sencillas, y de fácil utilización. Se ha decido simplificar al máximo las interfaces, perdiendo algo de atractivo en los diseños finales, para potenciar estas características. El objetivo final del diseño es permitir a los usuarios una utilización simple e intuitiva, intentando disminuir al máximo la complejidad en la utilización del sistema, evitando de esa forma un abandono prematuro.

- *Catálogo de juegos inicial:* Se proporcionará un catálogo inicial de recursos docentes para que los usuarios (en particular los profesores), puedan tener una muestra de los recursos que pueden crear ellos mismos, mediante la herramienta de autor y de esta manera facilitar su uso.

- *Seguridad:* Debido a que el sistema diseñado permitirá el acceso online a los contenidos del mismo, y dado que parte de los usuarios al que va dirigido son menores, el sistema debe disponer de una componente de seguridad. Tanto en lo relacionado con la información de registro en el sistema, las conexiones del mismo entre clientes y servidores, así como la información almacenada en las bases de datos, se dispondrá de un sistema de cifrado para securizar esa información.

- *Aplicación extensible:* El diseño debe ser robusto y fácilmente extensible para permitir la incorporación futura de nuevos módulos, por ejemplo de análisis de calificaciones y grupos en la aplicación.

3.2 Tecnologías usadas

Una vez descritos los requisitos funcionales, se ha realizado un análisis del conjunto de tecnologías disponibles que permitirían el desarrollo del sistema propuesto. A continuación, se describen estas tecnologías y se justifica su utilización.

3.2.1 HTML5

HTML5 es un lenguaje actual y muy ampliamente utilizado, la versión definitiva de este lenguaje se publicó en octubre de 2014 [75]. Este lenguaje nació al unirse los esfuerzos de dos grandes grupos de desarrolladores distintos que estaban intentando actualizar el lenguaje *HTML4*. Estos grupos, *WHATWG* (iniciales de *Web Hypertext Application Technology Working Group*) que estaba desarrollando una especificación mejorada del lenguaje *HTML*, y el *W3C* que en ese momento estaba desarrollando la versión 2.0 del lenguaje eXtensible HyperText Markup Language (*XHTML*), abandonaron los desarrollos independientes y se centraron en el desarrollo del nuevo lenguaje *HTML5*, la inclusión del *W3C* garantizó que el lenguaje *HTML5* fuera un estándar gratuito. *HTML5* añade nuevas funcionalidades para el desarrollo de páginas web modernas que no sean tan dependientes de plug-ins externos, como por ejemplo *Adobe Flash*. Esto lo logra gracias a la inclusión de nuevas *etiquetas* o *tags*. En primer lugar, se añaden *etiquetas* para estructurar la página de una manera más intuitiva, y conseguir que la estructura principal no esté basada principalmente en *etiquetas* . Para ello se han incorporado *etiquetas* como <header>, <footer>, <nav>, <section>, <aside>, o

<article>. Otras *etiquetas* que facilita el lenguaje, y que son realmente potentes ya que aportan la funcionalidad necesaria para incluir elementos multimedia en una página web, son:

- <video>: Permite añadir vídeos en la página sin necesidad de tener un reproductor externo para poder visualizaros.
- <audio>: Permite añadir audio capaz de reproducirse sin necesidad de "plug-ins" externos al navegador.
- <canvas>: Añade un elemento a modo de lienzo, en el cual se pueden incluir dibujos y animaciones, de esta manera se evita la dependencia de *Adobe Flash*.

Otra de las funcionalidades importantes de *HTML5* es la posibilidad de la inclusión de Application Programming Interfaces (APIs) externas, que permiten la implementación de aplicaciones mucho más complejas. Webs como Twitter, Youtube, Google Maps entre otros, ofrecen APIs para incluir funcionalidades de sus herramientas en cualquier página web. *HTML5* además proporciona compatibilidad entre sistemas operativos y dispositivos, ya que al ser lenguaje *HTML* se puede abrir desde un navegador web, algo bastante interesante para los desarrolladores de aplicaciones que ya no necesitan implementar sus proyectos en diferentes lenguajes para adaptarlos a las especificaciones de las diferentes plataformas. Por todas estas características se ha seleccionado la utilización de este lenguaje como base para la implementación del sistema. A continuación, se detallarán las funcionalidades más importantes que se han empleado para el desarrollo del proyecto basadas en *HTML5*.

3.2.1.1 Canvas

Esta funcionalidad actúa como un lienzo, en el que se pueden dibujar elementos, con diferentes formas, colores, gradientes, rellenos, etc. Además, gracias a la unión de *HTML5* con otros lenguajes como *Javascript*, o las nuevas propiedades de *CSS3*, estos elementos pueden cambiar de posición y tamaño. También se podrán crear nuevos elementos y borrarlos sin dificultad. Para generar la pantalla en la que se desarrollaran los juegos y permitir la edición de los mismos, se utilizará esta funcionalidad. Los juegos estarán formados por diferentes tipos de elementos que proporciona el *canvas*:

- Textos e imágenes.
- Formas rectangulares.
- Modificación del estilo y color de las formas y del texto.

A pesar de que a primera vista puedan parecer un número excesivamente reducido de elementos, y aunque podría pensarse que no son suficientes para dotar a una herramienta de los elementos necesarios para la creación de recursos versátiles, atractivos y amenos, a lo largo del proyecto se mostrará que su combinación resulta efectiva para la creación de una gran variedad de juegos y recursos educativos.

3.2.1.2 Web Storage

Web Storage [76], ofrece la posibilidad de almacenar información de manera local en el navegador. Este elemento es similar al concepto de *cookies* que se utiliza actualmente en los navegadores, pero ofrece varias ventajas respecto a esa tecnología. En primer lugar, su utilización es mucho más simple para los desarrolladores debido a que se puede almacenar más información (entre 5 y 10MB frente a los 4Kb de las *cookies*), no es necesario enviar toda la información almacenada al servidor en cada petición, como sucede en el caso de las *cookies*. Por último, ofrece dos formas diferentes de almacenamiento: *localStorage* y *sessionStorage*. Como se intuye por su denominación, *localStorage* almacena la información de manera local y permanente, esta será accesible la próxima vez que se acceda a la aplicación aunque se cierre el navegador. Por el contrario, la información almacenada en *sessionStorage* sólo será accesible durante la sesión iniciada y se perderá una vez reiniciado el navegador.

En la herramienta desarrollada, *Educapiz*, se ha utilizado *localStorage* para facilitar su uso. En concreto, esta funcionalidad se utilizará para almacenar información de la configuración de los recursos, durante la ejecución de la herramienta de autor y durante la reproducción de los juegos. Aunque parte de la información que se guarda sólo es necesaria durante la sesión, se ha considerado la utilización de esta forma de almacenamiento para evitar errores en caso de un uso indebido de la herramienta, o un comportamiento inestable del navegador, como por ejemplo, si el navegador se cierra mientras que el usuario esta realizando un recurso, el alumno podrá abrirlo en el mismo punto en el que se encontraba sin necesidad de incrementar el número de intentos.

3.2.2 Javascript

Javascript se desarrolló en 1995 debido a la necesidad de ejecutar acciones, o pequeños programas, de manera local en cualquier ordenador. Estos programas se encuentran almacenados como parte del contenido de determinadas páginas web [77] . La utilización de este lenguaje está principalmente destinado a reducir tanto las necesidades de comunicación de información entre servidores y clientes, como a trasladar parte de las necesidades de computo de los procesos a la parte del cliente. Un ejemplo clásico es el de la utilización de este lenguaje para la validación de datos en páginas web. Por ejemplo, si al completar un formulario el usuario rellenaba los datos de manera incorrecta, esta información debía ser enviada en primer lugar al servidor donde se procesaban los datos, para posteriormente devolverle el correspondiente mensaje de error. Esta simple acción generaba una comunicación a través de la red innecesaria, requiriendo además de parte de los recursos de proceso del servidor. Para evitar estas conexiones innecesarias, y aliviar parte de los procesos de cómputo en el lado del servidor se crea *Javascript*, en este ejemplo, la verificación de los datos del formulario se realizará de manera local en el lado del cliente evitando los problemas anteriores.

Javascript es por tanto un lenguaje diseñado para ejecutarse de manera local en el ordenador del usuario final, por lo que se han implementado ciertas restricciones sobre el mismo para proteger al usuario de posibles ataques de aplicaciones software maliciosas, limitando de esa forma los posibles daños que se pudiesen originar sobre el sistema. Esto se consigue limitando el acceso de la aplicación *Javascript*, al dominio en el que se está ejecutando e impidiendo su acceso al disco duro del equipo. Tampoco se permiten otras acciones, como la modificación de las preferencias del navegador, ni la generación de ventanas que no hayan sido abiertas por la aplicación. Por último y gracias a la aparición de *HTML5* y a sus nuevos elementos, *Javascript* se ha convertido en un complemento perfecto capaz de mejorar las funcionalidades que ofrece dicho lenguaje, especialmente los elementos del *canvas*. Debido a todo lo anterior, la utilización de este lenguaje resulta particularmente necesaria para el desarrollo de *Educapiz*.

3.2.3 Flask-python

Flask [78] es un microframework para *Python*, basado en *Werkzeug* y *Jinja 2*, que dispone de licencia *BSD* [79] para el desarrollo de aplicaciones basadas en esta tecnología. Con este lenguaje se pueden desarrollar aplicaciones web sencillas en cuestión de minutos, además facilita el desarrollo de las mismas con la utilización de paquetes, módulos, funciones, patrones de diseño y programación orientada a objetos, que ayuda y facilita el diseño de aplicaciones escalables. En Miguel Grinberg [80] se proporciona una buena descripción del manejo de *Flask*, así como de la inclusión de librerías que aportan más funcionalidades al framework básico, para facilitar el desarrollo web y aportar seguridad a la aplicación que se desea diseñar. A continuación, se describen los módulos y las librerías más importantes del framework:

- *Flask-WTForms:* Librería que facilita la realización y gestión de los formularios, también aporta seguridad contra ataques Cross-Site Request Forgery (CSRF), gracias al cifrado de tokens de autenticación.
- *Flask-sqlalchemy:* Object-Relational mapping (ORM) que permite gestionar el acceso y la gestión de la base de datos.
- *Flask-migrate:* Módulo con el que puede realizarse un control de versiones de la base de datos.
- *Flask-login:* Librería que permite gestionar las sesiones de los usuarios logeados.
- *itsdangerous:* Librería que genera y verifica un token seguro criptográficamente, utilizado por ejemplo, para crear el email de confirmación de usuario.
- *Flask-mail:* Librería que permite realizar la conexión de la aplicación con un servidor Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) para el envío de correos electrónicos.
- *gunicorn:* Servidor preparado para un entorno de producción.
- *Flask-SSLify:* Librería que aporta seguridad https a la aplicación.

Con estas librerías y apoyándose en un diseño adecuado, se puede conseguir una aplicación segura y fácilmente mantenible gracias a que se puede modularizar de manera sencilla y flexible. Este microframework para *Python* permite además garantizar una

buena escalabilidad y gestionar la conexión de múltiples usuarios al mismo tiempo. Es por todo ello un elemento fundamental en el diseño y desarrollo de *Educapiz*.

3.2.4 Bootstrap

Bootstrap [81] es un framework que permite la implementación de interfaces de usuario de una manera simple y con un diseño unificado. Facilita una hoja de estilos *CSS*, junto a un conjunto de extensiones *Javascript* que permiten desarrollar dichas interfaces. *Bootstrap* proporciona una amplia variedad de plantillas de tipografías, tablas, formularios, botones, etc. Es decir, ofrece plantillas con las que incluir la mayoría de elementos necesarios para la creación del front-end de cualquier aplicación web. Este framework fue desarrollado por Twitter para unificar hojas de estilos. En estos momentos, es uno de los proyectos más importantes en Github, lo que supone que se trata de un framework que aporta muchas ventajas para los desarrolladores y que está en continuo crecimiento y mantenimiento, lo que ofrece muchas garantías respecto a facilidad de uso, depuración de errores y mantenimiento del framework.

Analizando los proyectos desarrollados con *Bootstrap*, puede verse que son aplicaciones con una interfaz muy clara, sencilla, e intuitiva, sin incluir elementos demasiado recargados, que aunque en un principio puedan parecer llamativos podrían finalmente dificultar la navegación en la página web o aplicación desarrollada. Otra de las importantes ventajas que *Bootstrap* proporciona, es que su utilización está pensada para el desarrollo de aplicaciones con diseño web adaptable o *RWD*, del inglés *Responsive Web Design* [76]. Esto quiere decir, que los elementos de la aplicación modifican su posición y tamaño, adaptándose a diferentes tipos de resolución de pantalla, mediante especificaciones que se configuran en el *CSS*. Gracias al uso de *Bootstrap* estas especificaciones se realizan de una manera sencilla, con etiquetas que se indican en el propio código *HTML*. Debido a los objetivos de usabilidad previamente descritos, se seleccionó este framework como parte de la arquitectura de *Educapiz*.

3.3 Arquitectura de la aplicación

Con la idea de realizar una aplicación usable, versátil y flexible, se ha diseñado una arquitectura software sencilla, de carácter modular y fácilmente extensible. No sólo

el diseño de la interfaz puede hacer llamativa a una aplicación, sino que también es particularmente importante otras características como: el mapa de navegación dentro de la misma, la organización de todos los elementos que la componen, o la facilidad de interacción con los mismos. Estos hechos pueden hacer particularmente atractiva y usable cualquier aplicación, por ello se ha abstraído al máximo posible todas las acciones y elementos, tratando de simplificarlos en lo posible, y unificando aquellas acciones similares que se pueden realizar dentro de la aplicación.

3.3.1 Mapa de navegación y estructura de la web de Educapiz

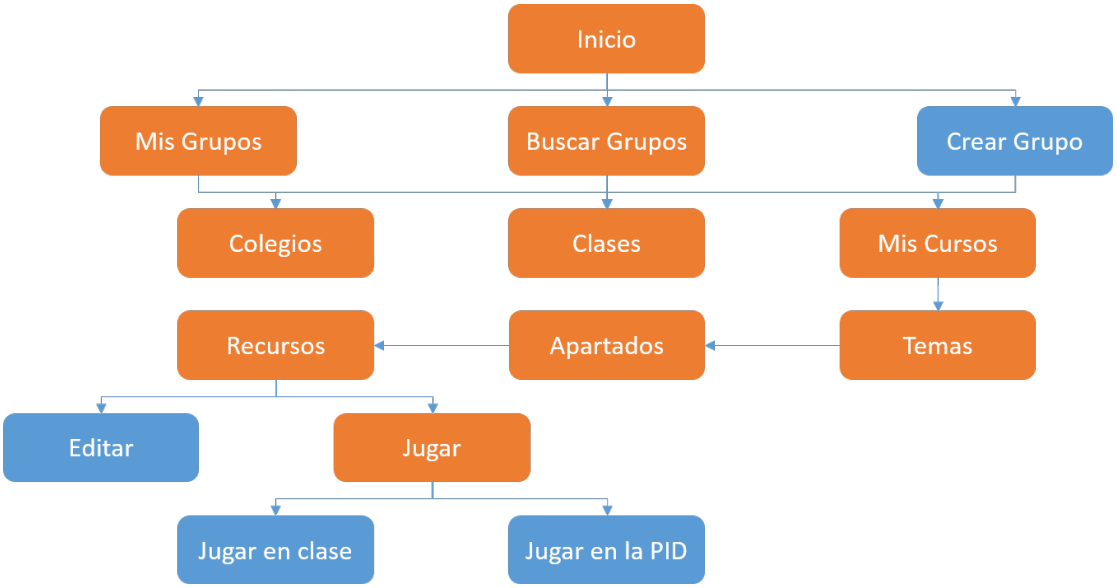


FIGURA 3.3: Esquema de navegación de *Educapiz*.

En la Figura 3.3 puede observarse el mapa de navegación de la web de *Educapiz*. Las opciones que aparecen sobre fondo azul en el esquema, sólo podrán realizarlas los usuarios que tengan los roles de *Profesor*, *Admin_Col* o *Admin*. Como puede verse, estos niveles de navegación son muy sencillos teniendo en cada nivel de navegación pocas opciones, de esta manera se trata de minimizar la información que los usuarios tienen que aprender y memorizar entre los diferentes niveles, también permite una navegación rápida e intuitiva desde cualquier punto de la aplicación mediante una barra de navegación superior, que puede verse en la Figura 3.4.

FIGURA 3.4: Captura de la barra de navegación superior de *Educapiz*.

Las páginas en las que se tendrá acceso a los grupos (*Mis Grupos*, *Buscar Grupos*) tendrán la misma apariencia, conteniendo una tabla, en la que muestran los grupos que existen en la aplicación, la única diferencia será el listado concreto que muestra. En el primero (*Mis Grupos*), únicamente se mostrarán aquellos grupos a los que el usuario está actualmente inscrito, mientras que en el segundo (*Buscar Grupos*) se mostrarán los grupos en los que no está registrado. Las páginas de *Colegios*, *Clases* y *Cursos*, tendrán una apariencia similar y contendrán una lista de aquellos grupos que los profesores han ido creando, en el caso de los *Colegios* y las *Clases* y una lista de *Temas* y *Apartados* en el caso de los *Cursos*.

Esta funcionalidad no aporta una novedad relevante frente a otras aplicaciones de estas características, lo realmente destacable en *Educapiz* se encuentra en el elemento *Cursos*. Dentro de este tipo de elemento, los profesores que hayan creado un *Curso*, podrán crear o editar recursos educacionales mediante la herramienta de autor. En los tres casos, *Colegios*, *Clases* y *Cursos*, estos elementos actuarán a modo de grupos, en los que se dispondrá de una lista de usuarios que pertenecen a dichos grupos, y en los que el usuario que los haya creado tendrá ciertos privilegios. En concreto:

- *Colegios*: El usuario que haya creado un *Colegio* (sólo podrán hacerlo los usuarios con rol *Admin_Colegio*) podrá dar acceso a todos los usuarios que hayan solicitado acceso a dicho *Colegio*, *Profesores*, *Alumnos* y *Padres*. Estos usuarios, así como los usuarios con rol *Profesor*, que hayan sido admitidos en el *Colegio*, podrán crear *Clases* que pertenezcan a dicho *Colegio*. Los usuarios con rol *Admin_Colegio*, deberán asegurarse de que sólo los usuarios que realmente pertenezcan al *Colegio* que gestiona, tengan acceso al grupo. Estos usuarios también podrán editar o borrar la información de todas las *Clases* que pertenezcan al *Colegio* que gestiona, aunque él no sea el creador de las mismas, para modificar posible contenido inadecuado u ofensivo.

- *Clases*: El usuario que haya creado una *Clase* (sólo podrán hacerlo los usuarios con rol *Admin_Colegio* y *Profesor*) podrá dar acceso a todos los usuarios que hayan solicitado acceso a dicha *Clase*, *Profesores*, *Alumnos* y *Padres*. El usuario con rol *Admin_Colegio*, que gestiona el *Colegio* al que pertenezca la *Clase*, tendrá acceso al grupo automáticamente. Este usuario y los usuarios con rol *Profesor* con acceso a la *Clase* podrán crear *Cursos* que pertenezcan a dicha *Clase*. El usuario con rol

Admin_Colegio, y el usuario que haya creado la *Clase*, y por lo tanto es el usuario propietario del grupo, podrán modificar la información de todos los *Cursos* que pertenecen a la *Clase*, aunque no sea el creador de los mismos, para modificar posible contenido inadecuado u ofensivo.

- *Cursos*: El usuario que haya creado un *Curso* (sólo podrán hacerlo los usuarios con rol *Admin_Colegio* y *Profesor*) podrá dar acceso a todos los usuarios que hayan solicitado acceso a dicho *Curso*, *Profesores*, *Alumnos* y *Padres*. El usuario con rol *Admin_Colegio*, que gestiona el *Colegio* al que pertenezca la *Clase*, y el usuario que gestiona la *Clase*, a la que pertenece el *Curso*, tendrán acceso al grupo automáticamente. Estos dos tipos de usuarios, así como el creador del *Curso*, podrán crear y editar la información del curso. Es decir, podrán crear *Temas* y *Apartados*, y lo más importante *Recursos* mediante la herramienta de autor. Dentro de los *Cursos*, los usuarios con rol *Profesor*, que no sean el propietario del *Curso* o el propietario de la *Clase* o *Colegio* al que pertenece el *Curso*, tienen los mismos privilegios que los usuarios con rol *Alumno*.

En estos casos no se ha comentado las funciones del usuario con rol *Admin*, esto es así debido a que este usuario, al ser el Administrador del sistema, tendrá acceso y permisos para modificar toda la información que los usuarios vayan generando en la aplicación, grupos, recursos, etc.

De esta manera los profesores siempre tendrán una lista de los usuarios que pertenecen a los grupos que gestionan, lo cuál puede ser muy útil, por dos motivos:

- Se controla el acceso a la información de los grupos, restringiendo el acceso a los *Colegios*, *Clases* y *Cursos*, a los usuarios que pertenecen a dichos grupos en la realidad. Algo que puede ser muy útil en versiones futuras, en las que se pretenden añadir foros y muros de noticias, en los que compartir información entre los usuarios que pertenecen a dichos grupos.

- En esta versión de la aplicación, esta funcionalidad se vuelve muy importante en los grupos de tipo *Cursos*, debido a que el profesor que gestiona dicho *Curso* sabe los alumnos que están siguiendo el *Curso* mediante la aplicación, y puede gestionar mejor sus calificaciones y resultados.

3.3.2 Arquitectura Software

En la Figura 3.5 se muestra la arquitectura de *Educapiz* a un nivel más técnico, puede verse como sigue una estructura Modelo Vista Controlador (MVC). La parte del controlador del sistema se compone de dos módulos fundamentales:

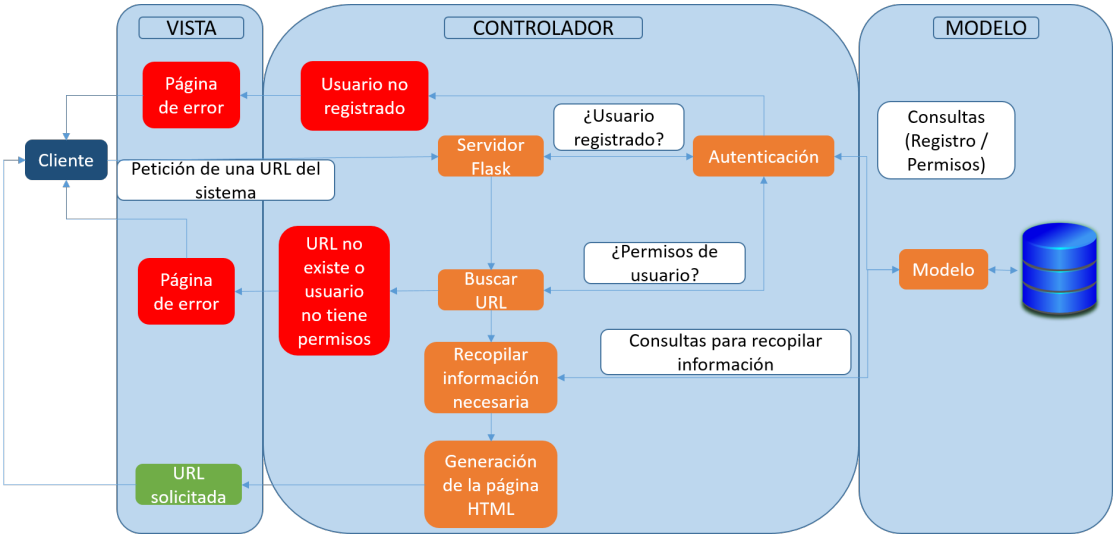


FIGURA 3.5: Arquitectura software y estructura de navegación de *Educapiz*.

- *Módulo principal:* Será el encargado de actuar de *Listener* de la aplicación. Es decir será el encargado de recibir las peticiones de los clientes y gestionarlas.
- *Módulo autenticación:* Será el encargado de gestionar todas las acciones relacionadas con las cuentas de usuario, es decir, crear y gestionar las cuentas, comprobar que un cliente ha iniciado sesión en el sistema y los permisos que tiene. En este módulo se utilizan principalmente los módulos de *Flask*: *Flask-WTForms*, *Flask-login* y *itsdangerous*, además de los patrones creados para securizar los procesos necesarios para poder realizar dichas funcionalidades.

Por lo tanto, cuando el sistema recibe una petición por parte de algún cliente, lo primero que hace el sistema es comprobar si la dirección solicitada por el usuario existe o no (*Módulo principal*), y si el usuario que ha hecho la solicitud ha iniciado sesión (o no) en el sistema (*Módulo autenticación*). Si el sistema detecta que la página no existe, envía la página de error correspondiente al usuario, si el usuario no esta dado de alta, le informa y le pide que se de de alta, o que cree una cuenta nueva. Por último, si el usuario ya está dado de alta, el sistema comprueba que el usuario dispone de los permisos para acceder a

la *URL* que está solicitando. Una vez el sistema ha realizado todas estas comprobaciones y las ha superado, el módulo principal gestiona la petición, es decir:

- Recopila la información necesaria de la base de datos personalizada para el usuario que ha realizado la petición (*Modelo*), por ejemplo los grupos en los que está inscrito dicho usuario.
- Forma la página *HTML* solicitada por el usuario con la información personalizada de la base de datos (en este caso *Flask* utiliza el lenguaje *Jinja 2* para crear la página final mediante la estructura *HTML* implementada con *Bootstrap*).
- Envía la página *HTML* final al usuario.

3.3.3 Arquitectura y módulos del desarrollo

En concreto, en la Figura 3.6 se muestra la estructura con la que se ha desarrollado *Educapiz*, en la cual se diferencian tres componentes principales:

- Archivos de configuración.
- Archivos "estáticos".
- Módulos de la aplicación.

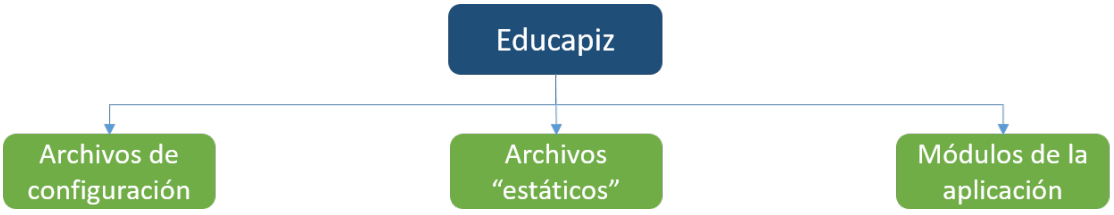


FIGURA 3.6: Esquema básico de la organización de *Educapiz*.

3.3.3.1 Archivos de configuración

Para el correcto funcionamiento de *Educapiz* así como para facilitar su desarrollo y actualización, es necesario el uso de una serie de archivos de configuración, en los cuales se indican diferentes aspectos, como debe de ejecutarse la herramienta, el control de versiones de la base de datos, los módulos que componen el sistema, etc. En concreto,

en la Figura 3.7 puede verse la estructura ampliada de la aplicación (Figura 3.6), los módulos *Python* se muestran sobre fondo azul, mientras que las carpetas que se han utilizado para organizar y modularizar la herramienta se muestran sobre fondo naranja.

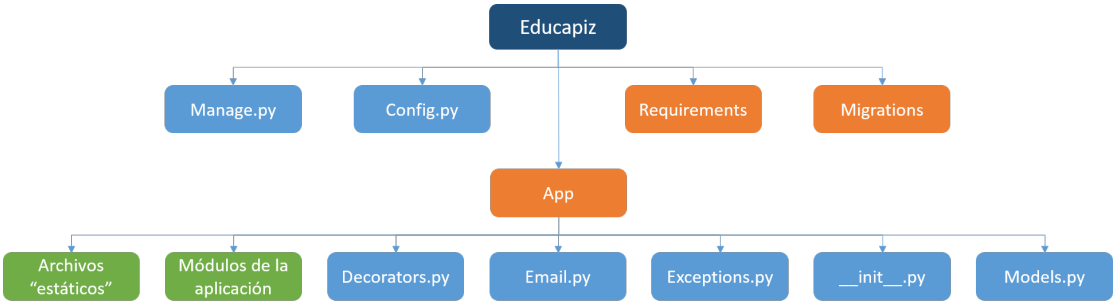


FIGURA 3.7: Esquema de los ficheros de configuración de *Educapiz*.

- *Primer nivel:*
  - *manage.py:* Con este módulo se pone en marcha el sistema web, se puede ejecutar de diferentes formas con las que se permite:
    - Desplegar el sistema, es decir crear la base de datos con la última versión creada, insertar los datos de la tabla de roles necesarios para el funcionamiento del sistema.
    - Poner en marcha el servidor.
    - Comenzar los test implementados para probar los diferentes módulos del sistema.
  - *config.py:* En este módulo se especifican las variables globales que se utilizarán en todo el sistema, a continuación se muestran las más importantes:
    - *SECRET_KEY*: La clave secreta que utiliza el "plug-in" *Flask-WTForm*, para proteger de los ataques CSRF. De esta manera la aplicación envía "tokens" cifrados con esta clave, para verificar la autenticidad de la respuesta con los datos del formulario.
    - *SSL_DISABLE*: Flag que indica al sistema si tiene que emplear una conexión *HTTP* segura (*HTTPS*) mediante un certificado *SSL*. Este flag es particularmente útil, dado que permite activarlo o desactivarlo dependiendo del entorno en el que se ejecute la aplicación: *desarrollo*, *test*, o *producción*. De esta manera se puede agilizar la ejecución de la misma durante la etapa de *desarrollo*, por ejemplo, debido a que no es necesario trabajar bajo el protocolo *HTTPS*.

* *SQLALCHEMY_COMMIT_ON_TEARDOWN*: Flag que permite configurar si se desea realizar un *COMMIT* sobre la base de datos al terminar cada petición.
* *SQLALCHEMY_RECORD_QUERIES*: Flag que permite configurar si se desea almacenar estadísticas de las consultas, número de veces ejecutadas, tiempo de ejecución, etc. De esta forma se puede estudiar en que punto la aplicación puede tener problemas de rendimiento a la hora de realizar las consultas sobre la base de datos. Esto será útil en el entorno de *test* de la aplicación.
* *MAIL_SERVER*: Variable que fija el servidor de correo electrónico que se va a utilizar.
* *MAIL_PORT*: Puerto que va a utilizar el sistema para el envío de correos electrónicos.
* *MAIL_USE_TLS*: Indica si se va a utilizar seguridad Transport Layer Security (TLS), para el envío de correos electrónicos.
* *MAIL_USERNAME*: Dirección de correo electrónico que va a utilizar la aplicación para el envío de mensajes.
* *MAIL_PASSWORD*: Contraseña de la cuenta de correo electrónico que va a utilizar la aplicación para el envío de mensajes.
* *FLASKY_MAIL_SUBJECT_PREFIX*: Prefijo que se añadirá al asunto (*subject*) de todos los mensajes que envíe la aplicación.
* *FLASKY_MAIL_SENDER*: Nombre que se adjuntará a los correos electrónicos, como el nombre del usuario que lo ha enviado.
* *FLASKY_ADMIN*: Dirección de correo electrónico del usuario con rol *Admin* del sistema.

Por cuestiones de seguridad la información sensible, como la clave de cifrado, la contraseña del email del sistema, así como las diferentes direcciones de correo (la del sistema y la del administrador), se almacenarán en variables del sistema donde se ejecute *Educapiz*. De esta manera si un atacante consigue acceder al código de la aplicación no podrá obtener información sensible del mismo. En este mismo módulo (*config.py*) también se encuentran las diferentes configuraciones posibles (*Desarrollo*, *Test* y *Producción*). En realidad con estas configuraciones se pretende simular los entornos de *Desarrollo*, *Test* y

Producción, de esta forma se pueden configurar conexiones a las bases de datos desde los diferentes entornos, para poder realizar las pruebas oportunas. En el caso del entorno de *Producción*, también se configura un método especial con el cual el sistema, al registrar un error de ejecución envía automáticamente el log de ese error a la dirección de correo electrónico del administrador del sistema, que se ha configurado en la variable global *FLASKY_ADMIN*.

- *Requirements:* En esta carpeta se almacenarán dos archivos de configuración, en el cual se indica los módulos y paquetes auxiliares de *Python* necesarios para la correcta ejecución del sistema. Esto es particularmente útil si se utiliza un entorno virtual de desarrollo para la ejecución del sistema, algo recomendable para evitar errores una vez desplegado. Esto permite replicar dicho entorno virtual de una manera muy sencilla y con la seguridad de ejecutar la aplicación en un entorno idéntico al que se ha desarrollado la herramienta.
- *Migrations:* En esta carpeta se almacenarán las diferentes versiones que vayan creándose de la base de datos. Como se ha comentado previamente, con *Flask-migrate* se puede realizar un control de versiones sobre la base de datos para protegerse de errores al actualizar la base de datos a medida que va creciendo durante el desarrollo.
- *App:* En la carpeta *App* se almacenarán todos los archivos de la aplicación, incluidos los *Ficheros "estáticos"* y los *Módulos de la aplicación.*

- *Segundo nivel (Carpeta App):*
  - *decorators.py:* En este módulo se definen los *decoradores* (patrones de diseño) que se utilizarán para indicar los diferentes requisitos necesarios para acceder a las diferentes secciones de la aplicación. En este caso tan sólo se han implementado aquellos que definen los diferentes roles de usuario.
  - *email.py:* En este módulo se define la función utilizada para enviar los correos electrónicos en toda la aplicación.
  - *exceptions.py:* Implementa la lógica del sistema cuando se detecta una excepción durante la ejecución del mismo.
  - *models.py:* En este módulo se define la estructura y las diferentes tablas de la base de datos, así como los diferentes métodos disponibles para manipular la información de dichas tablas. En este caso, y gracias a la utilización del

ORM *Flask-SQLAlchemy*, esta tarea es particularmente sencilla, facilitando el uso de diferentes bases de datos durante las diferentes etapas de desarrollo del sistema.

– *__init__.py:* En este módulo se define la lógica del sistema en el arranque, es decir se inicializan las variables globales necesarias, la base de datos, las diferentes configuraciones del sistema, y por último crea un esquema de la aplicación en el que se relacionan los diferentes módulos del sistema implementados.

3.3.3.2 Archivos estáticos

En esta sección van a detallarse los módulos que utiliza *Educapiz* a modo de librerias, en la Figura 3.8 puede verse el esquema de la aplicación detallando estos módulos.

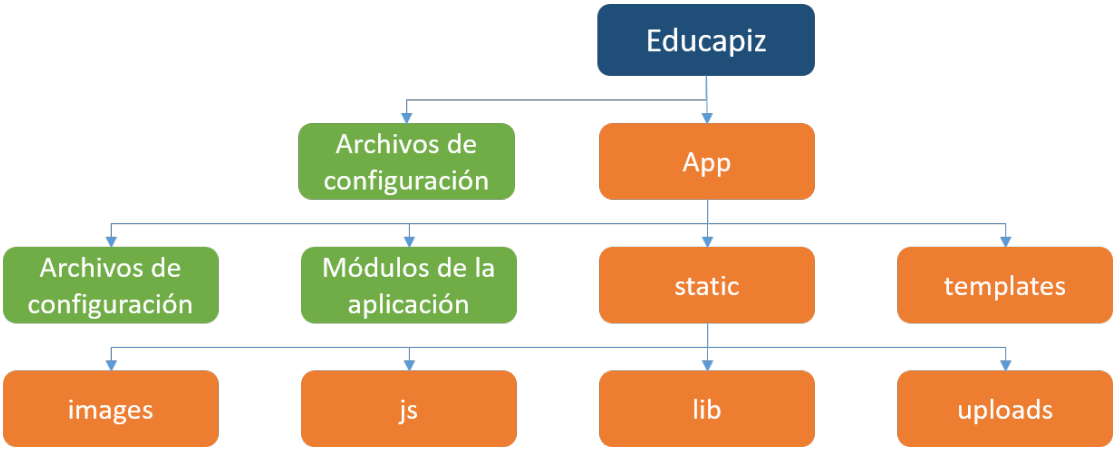


FIGURA 3.8: Esquema de los ficheros estáticos de *Educapiz*.

- *static:* En esta carpeta se almacenan los diferentes archivos estáticos necesarios para la ejecución del sistema, principalmente las imágenes que se utilizan y los diferentes módulos *Javascript*. También se aprovechará esta carpeta para almacenar las imágenes que los usuarios suban a la aplicación. En concreto, esta carpeta se ha subdividido en las siguientes subcarpetas:
  – *images*.
  – *uploads*.
  – *lib:* En esta carpeta se almacenarán los módulos *Javascripts* necesarios para el funcionamiento de los diferentes frameworks de diseño, *Bootstrap* y *MetroUI-CSS*, y un módulo con elementos personalizados de *Bootstrap* para *Educapiz*.

  - *js:* En esta carpeta se almacenan los módulos *Javascripts* creados específicamente para la aplicación, gracias a la potencia de *Flask* y de *Bootstrap* en lo relativo a la creación y utilización de módulos *Javascript*, tan sólo ha sido necesario el diseño y desarrollo de un conjunto de módulos *Javascript* para la implementación de la herramienta de autor y el reproductor de recursos. Como uno de los objetivos es hacer lo más similar posible la herramienta de autor y el reproductor de recursos, tanto los módulos creados en la parte del front-end, y los módulos *Javascript* implementados para darles funcionalidad a los diferentes elementos que utiliza la herramienta de autor, se reutilizan en las dos funcionalidades de la aplicación. Esto permite dotar de consistencia al sistema, lo cual puede ayudar a aumentar la usabilidad del mismo. En concreto, los módulos más importantes son:
    * *edit_resource.js:* En el cual se implementan las funciones específicas necesarias durante la creación de los recursos, es decir para la herramienta de autor.
    * *game.js:* En el cual se implementan las funciones específicas necesarias durante la ejecución de dichos recursos, es decir las relacionadas con la *gamificación* del recurso.
    * *resource_functions.js:* En el cual se implementan las funciones comunes para la herramienta de autor y la ejecución de los recursos.
    * *tags.js:* En el cual se implementan las funciones necesarias para la gestión de las etiquetas de los recursos. Se ha implementado un módulo específico para facilitar la inclusión de nuevas funcionalidades o nuevos tipos de etiquetas de manera sencilla.

- *templates:* Esta carpeta contiene las diferentes plantillas *HTML* que utilizará el sistema para generar las páginas *HTML* finales, que serán enviadas a los usuarios.

3.3.3.3 Módulos de la aplicación

Gracias a la flexibilidad de *Flask* se puede modularizar la aplicación, con el objetivo de facilitar su desarrollo y actualización. En la Figura 3.9 puede verse el esquema de la aplicación detallando los tres módulos principales de los que dispone la primera versión de *Educapiz*.

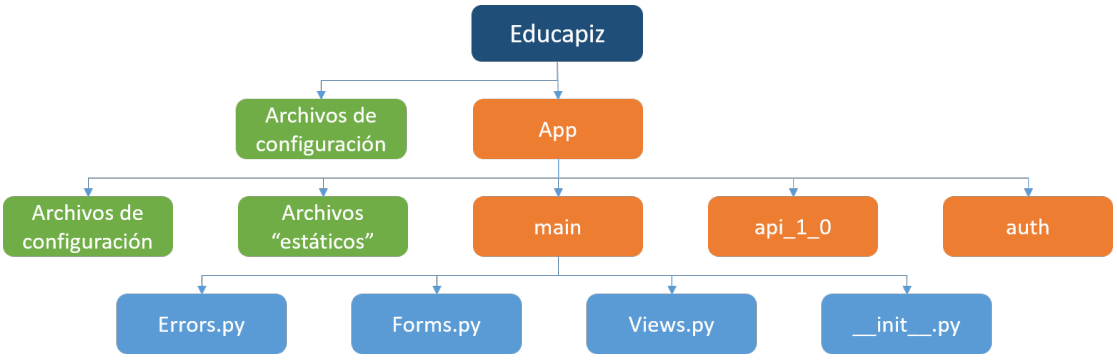


FIGURA 3.9: Esquema de los módulos de *Educapiz*.

- *api_1_0:* Este módulo del sistema contiene diferentes módulos *Python*, con los que se gestiona el envío y la recepción de la información relacionada con las diferentes tablas de la base de datos, realizando una conversión de los datos entre el formato de la base de datos, y formato Javascript Object Notation (JSON) para facilitar la transmisión de la información.

- *auth:* Este módulo del sistema contiene los módulos *Python* necesarios para declarar un módulo principal de la aplicación, y se encarga de gestionar todas las páginas, formularios y funcionalidades relacionadas con la autenticación de usuarios en el sistema. Es decir, se encarga de gestionar todas las cuestiones relacionadas con el registro de nuevos usuarios, la recuperación de las contraseñas olvidadas, el envió de correos electrónicos de confirmación, el acceso de los usuarios al sistema, y por último de activar las claves de cifrado que se utilizarán durante la sesión que se crea al acceder un usuario al sistema. En concreto, serán necesarios los siguientes módulos:

  - *forms.py:* En este módulo se definen los formularios utilizados en todo el sistema de autenticación.

  - *__init__.py:* En este caso, el módulo tan sólo se utiliza para especificarle al sistema que es un módulo del esquema principal de la aplicación

  - *views.py:* Este módulo es de gran importancia debido a que es el encargado de controlar los accesos de los usuarios a las diferentes *URLs* que se han creado en la aplicación. Es decir, actúa a modo de *Listener* del sistema. En este módulo se gestionan todas las peticiones de las diferentes páginas por parte de los usuarios. Es decir, el sistema buscará en estos archivos la *URL* a la que intenta acceder un usuario, si no existe o no se tienen los permisos necesarios

(algo que el sistema comprueba con la ayuda de los *decoradores*), el sistema generará la correspondiente página *HTML* para cada tipo de error. Si el sistema encuentra la *URL* y el usuario dispone de los permisos adecuados, el sistema recopila la información de la base de datos necesaria para completar la página *HTML* que se enviará al usuario. Estas páginas *HTML* se generarán dinámicamente, dependiendo del usuario, y la información que desea ver en cada momento, gracias a la potencia de *Python* y el lenguaje *Jinja 2*.

- *main:* Se trata del módulo principal del sistema, contiene los mismos módulos *Python* que el módulo anterior, pero en este caso y como es lógico, este módulo controla un mayor número de funcionalidades del sistema.

Una de las ventajas que aporta el uso de esta estructura es que gracias a la utilización del módulo *api_1_0* se tiene la posibilidad de disponer diferentes versiones del sistema. Este hecho es particularmente útil para gestionar la actualización incremental de las aplicaciones en dispositivos móviles si se decide crear aplicaciones específicas para los diferentes sistemas. También permite de una manera sencilla y flexible crear nuevos módulos, como por ejemplo para el análisis de las calificaciones, tan sólo es necesario seguir la estructura descrita en el módulo *auth*, indicando al sistema la existencia de este nuevo módulo, y desarrollando las funcionalidades específicas que queramos implementar en dicho módulo, siguiendo la misma estructura (*forms.py*, *views.py* e *__init__.py*).

3.4 Base de datos

Este módulo del sistema ha sido diseñado para almacenar toda la información necesaria, así como para permitir que futuros módulos que sean incorporados a la aplicación puedan reutilizar de manera eficiente los datos almacenados. Como ya se ha descrito en la subsección 3.2.3, se va a utilizar un ORM, *Flask-sqlalchemy*, que trabaja sobre bases de datos *SQL*. Durante el desarrollo de la aplicación, se utilizó una base de datos *SQLite*, para facilitar el trabajo. Una vez que la aplicación pasó a producción, se utilizó una base de datos *PostgreSQL*, debido a que es el tipo de bases de datos que utiliza el servidor sobre el que se desplegó la aplicación. Gracias a la utilización del ORM no es necesario realizar ningún tipo de adaptación sobre el código, más allá de configurar la dirección de la base de datos para que la aplicación siga funcionando sin problemas.

El esquema de la base de datos desarrollada implementa las funcionalidades descritas en la Sección 3.3 y permite almacenar la información necesaria, tanto para los usuarios, como la relacionada con los recursos. Como puede verse en la Figura 3.10, el esquema principal de la base de datos es muy similar al de la aplicación.

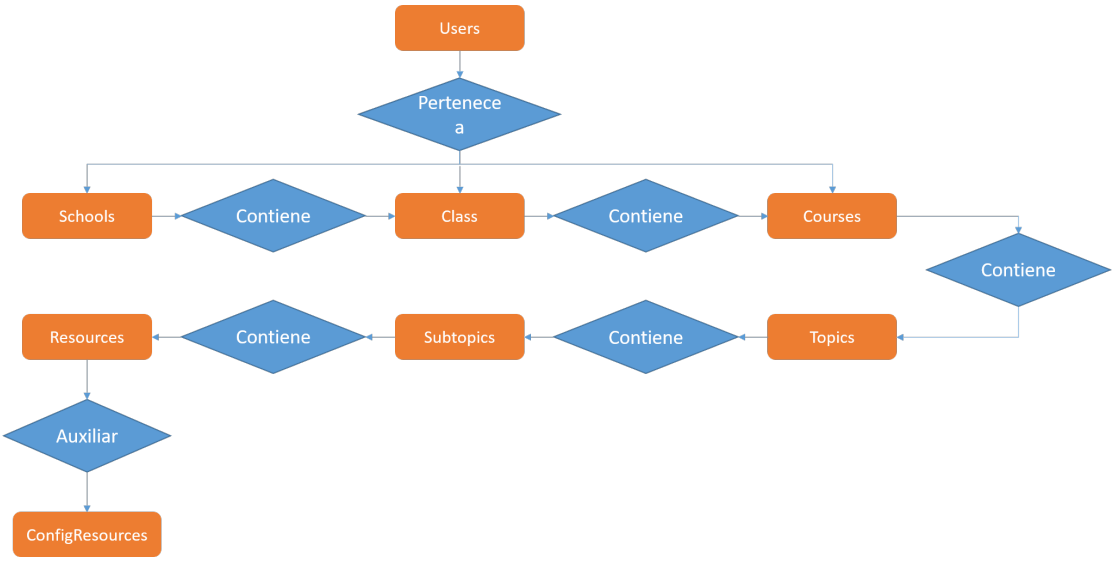


FIGURA 3.10: Esquema principal de la base de datos de *Educapiz*.

En primer lugar, la tabla *Users* se utiliza para almacenar la información sobre los usuarios y con la cual se puede realizar la gestión de los mismos. Como puede verse en la Tabla 3.1, en la que se muestran los campos que contiene la tabla *Users* de la base de datos, se almacena toda la información del usuario al completar su perfil, así como el identificador del *Rol* de usuario. Otro aspecto importante, es que la *contraseña* o *password* de los usuarios se almacena cifrada. En el esquema de la base de datos se han incluido tablas auxiliares, que hacen referencia al *id* del usuario, para poder implementar diferentes funcionalidades del sistema, como el seguimiento de usuarios o grupos.

Las tablas del segundo nivel, *Schools*, *Class* y *Courses*, en las que se almacenará la información de los diferentes grupos son muy similares, en realidad se podrían haber unificado, pero se decidió separarlas para facilitar posibles actualizaciones y futuras ampliaciones, en las que se podrían incluir diferentes funcionalidades para cada tipo de grupo. Los campos principales de estas tablas se muestran en la Tabla 3.2.

Algo similar sucede con las tablas *Topics* y *Subtopics* (Tabla 3.3), en las que se almacena la información sobre los *Temas* y *Apartados* que los profesores utilizarán como contenedores donde almacenar los recursos creados para los cursos. Para poder diferenciar

Nombre del campo	**Tipo de dato**	**Descripción**
id	Integer	Identificador de usuario
****email***	String	Dirección de email
****username***	String	Nick de usuario
role_id	Integer	Identificador del rol de usuario, este campo es una {Foreign Key} de la tabla auxiliar {Roles}, en la que se almacenan los tipos de roles que existen en la aplicación
****password_hash***	String	La contraseña de usuario se almacena cifrada para aumentar la seguridad
confirmed	Boolean	Indica si el usuario ha confirmado su registro en la aplicación, y por lo tanto si puede acceder a ella o no
name	String	Nombre real del usuario
about_me	Text	Descripción del usuario
member_since	DateTime	Fecha de registro del usuario
last_seen	DateTime	Fecha de último acceso a la aplicación
avatar_hash	String	Dirección de la imagen de perfil (avatar) que se genera por defecto al crear el usuario
profile_image	String	Dirección de una imagen que puede subir cada usuario para configurar su imagen de perfil

TABLA 3.1: Estructura de la tabla *Users* de la base de datos (los campos con "*" son los requeridos cuando un usuario quiere registrarse en el sistema).

posibles funcionalidades que afecten a uno u otro tipo de elemento, se ha considerado que es más flexible disponer de dos tablas diferentes en la base de datos.

Son necesarias dos tablas para almacenar la información sobre los recursos, *Recources* y *ConfigResources*, se han diseñado para facilitar y agilizar el acceso a la base de datos. Este diseño permite agilizar la carga de los recursos al ser únicamente necesario cargar los datos almacenados en *Resources*. Una vez que se acceda a la herramienta de autor, o el reproductor del recurso, es cuando se lee la configuración del mismo. En la Tabla 3.4 se muestran los campos principales de la tabla *Resources*, en la Tabla 3.5 se muestran los campos de la tabla *ConfigResources*.

Nombre del campo	**Tipo de dato**	**Descripción**
id	Integer	Identificador del grupo
name	String	Nombre del grupo
anio	DateTime	Fecha de creación del grupo
about	Text	Descripción del grupo
image	String	Dirección de imagen del grupo cifrada para aumentar la seguridad
author_id	Integer	Identificador del usuario creador del grupo

TABLA 3.2: Estructura de las tablas *Schools*, *Class* y *Courses* de la base de datos.

Nombre del campo	**Tipo de dato**	**Descripción**
id	Integer	Identificador del elemento
name	String	Nombre del elemento
anio	DateTime	Fecha de creación del elemento
about	Text	Descripción del elemento
order	Integer	Orden del elemento dentro del curso en el caso de los temas, o dentro de los temas, en el caso de los apartados
author_id	Integer	Identificador del usuario creador del elemento
course_belong_id	Integer	Identificador del curso al que pertenece el elemento
topic_belong_id	Integer	Este campo sólo lo tiene la tabla "Subtopics", y hace referencia al tema al que pertenece el apartado

TABLA 3.3: Estructura de las tablas *Topics* y *Subtopics* de la base de datos.

La manera de poder generalizar el contenido y el funcionamiento de los recursos, tiene que basarse en una buena organización y abstracción de los elementos comunes que pueden tener los diferentes tipos de recursos. Por este motivo, en la tabla de configuraciones de los recursos se almacena información acerca del tamaño, el contenido y la posición de las etiquetas, tanto de las etiquetas enunciado, como de las etiquetas resultado, las configuraciones que deben cumplir al comenzar el juego, y las configuraciones

Nombre del campo	**Tipo de dato**	**Descripción**
id	Integer	Identificador del recurso
resource_name	String	Nombre del recurso
about_resource	Text	Descripción del recurso
resource_anio	DateTime	Fecha de creación del recurso
resource_father	Integer	Identificador del apartado al que pertenece
order_resource	Integer	Orden del recurso dentro del apartado al que pertenece
status	Integer	Este campo lo puede configurar el creador del recurso para hacerlo visible o ocultarlo, para el resto de usuarios del curso
resource_author_id	Integer	Identificador del usuario creador del recurso
class_calif	Integer	Nota extra por realizar el ejercicio en clase
pid_calif	Integer	Nota extra por realizar el ejercicio en la PDIs
config	Integer	Identificador de la tabla *configResources*, donde se almacena la configuración del recurso

TABLA 3.4: Estructura de la tabla *Resources* de la base de datos.

finales que deben cumplir, a la hora de corregir el juego, para considerarse correctas.

Por último, se ha incluido una tabla auxiliar utilizada en el sistema denominada *R_U_Aux*, en la que se relaciona información almacenada en las tablas *Resources* y *Users*. Esta tabla es muy importante, porque cada vez que un usuario realice un juego se guardará información en esta tabla, de esta manera los profesores podrán obtener estadísticas de uso de los recursos, y los alumnos podrán ver su desarrollo y sus resultados en los diferentes juegos. En la Tabla 3.6 se muestran los campos más importantes.

También se almacena información sobre cómo ha completado el usuario el recurso, de esta manera el profesor puede ver el resultado, y puede modificar la nota del recurso en el caso de que el resultado se considere correcto.

Nombre del campo	**Tipo de dato**	**Descripción**
id	Integer	Identificador de la configuración
etiquetasIni	Text	Posición inicial de las etiquetas resultado
arrayIni	Text	Texto inicial de las etiquetas resultado
widthIni	Text	Ancho inicial de las etiquetas resultado
etiquetasFin	Text	Posición final de las etiquetas resultado
arrayFin	Text	Texto final de las etiquetas resultado
widthFin	Text	Ancho final de las etiquetas resultado
texto	Text	Texto de las etiquetas enunciado
posTxtIni	Text	Posición de las etiquetas enunciado
widthTxt	Text	Ancho de las etiquetas enunciado
colorTxt	Text	Color de las etiquetas enunciado
sizeTxt	Text	Identificador de la configuración
colores	Text	Posición inicial de las etiquetas resultado
imgSrc	Text	Texto inicial de las etiquetas resultado
imgName	Text	Ancho inicial de las etiquetas resultado
posIniImg	Text	Posición final de las etiquetas resultado
widthIniImg	Text	Texto final de las etiquetas resultado
tipo	Integer	Ancho final de las etiquetas resultado
corregir_tipo	Integer	Texto de las etiquetas enunciado

TABLA 3.5: Estructura de la tabla *ConfigResources* de la base de datos.

3.5 Tipos de recursos implementables en Educapiz

El elemento fundamental en cualquier sistema o aplicación de estas características, consiste en determinar qué recursos educacionales concretos podrán ser implementados por los educadores, y posteriormente utilizados por los alumnos. Tras realizar un estudio sobre las herramientas y recursos disponibles, así como diversas reuniones con educadores, se han podido identificar un conjunto de elementos básicos, pero necesarios, para la realización de diferentes tipos de ejercicios. Estos recursos se han desarrollado dotándolos de características comunes para permitir la reutilización de los mismos y facilitar el proceso de desarrollo. Para empezar, se clasificaron los recursos que se deseaban diseñar

Nombre del campo	**Tipo de dato**	**Descripción**
id	Integer	Identificador del intento. Se considerará que el usuario ha realizado un intento de un recurso, cuando pulse sobre el botón *Corregir recurso*, *Salir del recurso*, o *Ver final*, dependiendo del tipo de recurso
resource_id	Integer	Identificador del recurso realizado
user_id	Integer	Identificador del usuario que ha realizado el recurso
attempt	Integer	Número de intento del usuario sobre este recurso
time	Integer	Tiempo que ha tardado en realizar el recurso
calif	Integer	Calificación obtenida
etiquetasFin	Text	Posición de las etiquetas resultado
arrayFin	Text	Texto que ha introducido en las etiquetas resultado
widthFin	Text	Ancho final de las etiquetas resultado
best	Integer	Flag que indica si es el mejor intento realizado
worst	Integer	Flag que indica si es el peor intento realizado
averageTime	Integer	Tiempo medio en realizar el recurso
averageCalif	Integer	Calificación media obtenida en todos los intentos

TABLA 3.6: Estructura de la tabla *R_U_Aux* de la base de datos.

en cuatro categorías generales, a partir de las cuales poder generar una gran cantidad de recursos variados con ayuda de la herramienta de autor. Estos cuatro tipos son los siguientes:

- *Recursos teóricos.*
- *Recursos teóricos - prácticos.*
- *Recursos prácticos - teóricos.*
- *Recursos prácticos.*

Todos ellos tendrán dos tipos de lógica de resolución:

- *Etiquetas fijas.*
- *Etiquetas móviles.*

Como puede observarse en la primera clasificación existen dos categorías principales, recursos teóricos y recursos prácticos, la principal diferencia entre ambos grupos reside en cómo se ejecutan. Cuando un recurso teórico es realizado por los usuarios, estos no tendrán una opción de corrección. Sin embargo, este tipo de recurso dispondrá de un botón con el que podrán visualizar el resultado del mismo. Los recursos prácticos se podrán corregir y no dispondrán del botón de visualización del resultado, esta cuestión se explicará en profundidad en el Capítulo 4. Las otras dos clasificaciones no aportan ninguna diferencia en la lógica de realización, tan sólo es una manera de ayudar a los profesores a clasificar los recursos. Esta estructuración de los recursos se ha considerado útil para permitir la inclusión en un futuro de elementos de adaptación a usuarios, pudiendo por ejemplo recomendar recursos según la preferencia del usuario que esté utilizando el sistema.

Por otra parte, como el elemento con el que deben interactuar los alumnos para completar todos los tipos de juegos que se han decidido diseñar son las etiquetas editables, ya sea modificando la posición, el tamaño o el contenido de las mismas. Se decidió realizar dos lógicas de realización de los recursos.

- *Etiquetas fijas:* En este tipo de juegos las etiquetas tendrán una posición y un tamaño fijos y el alumno deberá completar el contenido de las etiquetas para realizar el recurso.
- *Etiquetas móviles:* En este tipo de juegos los alumnos deberán modificar el tamaño y la posición de las etiquetas para completar el ejercicio, pero el contenido de las etiquetas aparecerá desde el comienzo.

La inclusión de nuevas lógicas utilizando el mismo tipo de elementos sin añadir más complejidad a la aplicación, es un proceso bastante sencillo pero muy potente, esto nos permitirá añadir, por ejemplo, un nuevo tipo de lógica en la que los alumnos deberán rellenar libremente el contenido de las etiquetas (por ejemplo a modo de comentario, nota o redacción), para que posteriormente sea el profesor el que evalúe la respuesta.

Otro elemento importante son los textos e imágenes editables, estos sólo se podrán manejar desde el editor. Estos elementos son los que el profesor configurará para definir el enunciado de los juegos. Tanto el texto como las imágenes, tienen que poder situarse en la posición seleccionada por el profesor, debe permitir configurar su tamaño, y en el caso del texto también el color de la fuente. Por último, se consideró necesario incluir líneas horizontales y verticales como elementos gráficos, para poder crear separadores. Estos también serán modificados desde el editor, al ampliar su tamaño las líneas verticales se convertirán en rectángulos rellenos, mientras que las líneas horizontales en rectángulos vacíos, de esta manera se podrán diseñar juegos más completos (también se podrá modificar el color de estos elementos).

Estos cuatro elementos, dispondrán de las funcionalidades de seleccionar y arrastrar, y de modificar su tamaño, de esta forma se podrá reutilizar la lógica de estos elementos para desarrollar estos nuevos recursos, utilizando un sólo tipo de objeto a nivel de código.

Este hecho permite ofrecer una funcionalidad muy flexible, con un sistema de uso muy sencillo en el que todos los elementos se comportan de la misma forma. De esta manera se facilita tanto el uso, como la creación de juegos nuevos, ya que es muy simple aprender a utilizar los elementos, y por tanto poder explotar dichas funcionalidades. La unificación de las funcionalidades de estos elementos también supone una ventaja durante el desarrollo, dado que no se tendrán que realizar nuevos objetos y métodos, sino tan sólo reutilizar los ya disponibles.

3.6 Herramienta de autor

El proceso de diseño y edición es una de las funcionalidades fundamentales de *Educapiz*, ya que la usabilidad de esta herramienta puede suponer el éxito o el fracaso de la misma. Si este proceso es complicado los profesores no utilizarán el sistema de una manera continuada, pero si se simplifican en exceso, limitando los elementos configurables, la herramienta puede resultar demasiado limitada para obtener recursos de calidad que puedan ser utilizados en el aula. Por este motivo, es necesario encontrar un equilibrio, entre simplicidad y potencia. Uno de los factores más importantes es el diseño de la interfaz, un buen diseño ayudará a introducir un gran número de elementos configurables

sin disminuir la usabilidad. En primer lugar, se decidió que sería interesante que la interfaz del creador/editor fuese lo más similar a la ventana donde se ejecutan los recursos. De esta manera, el profesor podría ver directamente el resultado final. Para esto se ha diseñado una interfaz muy intuitiva, como se muestra en la Figura 3.11.

FIGURA 3.11: Captura de un recurso abierto con la herramienta de autor de *Educapiz*.

Al comparar esta figura con la Figura 3.12, puede observarse que la diferencia visual entre el editor y el juego es mínima, tan sólo cambia el menú de interacción.

FIGURA 3.12: Captura de un recurso abierto en modo juego de *Educapiz*.

Una vez definido el esquema de la interfaz, se establecieron los elementos concretos de los recursos que podrán editarse. Este proceso se ha descrito en el punto anterior, pero además de los elementos mencionados, se incorporaron las siguientes opciones de edición:

- **Metadatos**:
  - *Título del juego*: Se mostrará en la cabecera del canvas.

  - *Descripción*: Texto utilizado para describir el juego.

- **Colores**:

  - *Texto*: Se podrá modificar el color del texto que contiene el recurso. El texto de las etiquetas enunciado se podrá cambiar una a una. El texto de las etiquetas resultado, se podrá modificar en su conjunto.
  - *Separadores*: Se podrá modificar el color de los separadores de manera individual.
  - *Fondo*: Se podrá modificar el color del fondo.
  - *Etiquetas*: Se podrá modificar el color de las etiquetas editables durante el juego.

- **Opciones de juego**:

  - *Tipo de juego*: Se podrá seleccionar desde el editor el tipo de juego que se va a realizar. Como se ha mencionado previamente existirán ocho tipos de juegos diferentes (dadas las posibles combinaciones entre los tipos de recursos y las etiquetas utilizables):

    1. Ejercicios teóricos, etiquetas fijas.
    2. Ejercicios teóricos, etiquetas móviles.
    3. Ejercicios teóricos - prácticos, etiquetas fijas.
    4. Ejercicios teóricos - prácticos, etiquetas móviles.
    5. Ejercicios prácticos - teóricos, etiquetas fijas.
    6. Ejercicios prácticos - teóricos, etiquetas móviles.
    7. Ejercicios prácticos, etiquetas fijas.
    8. Ejercicios prácticos, etiquetas móviles.

  - *Final del juego*: Se podrá seleccionar cómo se comportará el sistema si el usuario no ha realizado correctamente el juego, se podrá seleccionar entre cuatro opciones:

    * Informar del número de fallos.
    * Volver al estado inicial los elementos que estén mal resueltos.
    * Volver al estado inicial todos los elementos.
    * Mostrar mensaje: “Sigue intentándolo”.

- *Fijar inicio*: Pulsando sobre este botón se almacenará el estado en el que se encuentre el canvas, cuando se abra nuevamente el recurso en el entorno de juego se mostrará el estado previamente almacenado.
- *Fijar final*: Pulsando sobre este botón se almacenará el estado en el que se encuentre el canvas como el estado final del recurso, será este estado del juego con el que se compararán los intentos de los diferentes alumnos.
- *Ver final*: Pulsando sobre este botón los elementos del recurso se configuran con los datos del estado final almacenados.

Como puede observarse el número de opciones que se necesitan implementar es bastante elevado. Incluir un botón por cada opción provocaría que la interfaz se viera muy recargada y por lo tanto confusa, además se desea conseguir un diseño flexible y ampliable. Por lo tanto, debe tratar de evitarse que futuras ampliaciones en la herramienta generen cambios drásticos en la interfaz de la herramienta, dado que esto suele originar un rechazo en los usuarios. Por todo ello, se optó por utilizar un menú sencillo, a base de pestañas y botones simples, para ello se utilizó el framework, *MetroUI-CSS* [82], la Figura 3.11 (zona superior izquierda) muestra el resultado final de este menú.

3.6.1 Compartición de recursos

Aunque esta funcionalidad no es estrictamente una funcionalidad de la herramienta de autor, sí que es una opción que va a facilitar la creación, adaptación y mejora de los recursos. *Educapiz* ofrece la posibilidad de descargar los recursos, de esta manera se podrán compartir, es decir se podrán subir a otros cursos, ya sea del mismo profesor o de otro y de esta manera poder reutilizar el trabajo de los mismos. Otra de las posibilidades, sería realizar recursos con los mismos elementos pero con pequeñas variaciones.

Gracias al diseño realizado de la base de datos, la acción de compartir los recursos se reduce a descargar un archivo en formato *JSON*, con la configuración del recurso, que luego será el que deberá subirse al sistema para replicarlo en el punto deseado. La estructura del archivo descargado contiene los mismos campos que la tabla de la base de datos *ConfigResources*. De esta manera cuando un profesor quiera subir un recurso descargado, deberá configurar la información de la tabla *Resources* y el sistema leerá la información del archivo indicado.

Capítulo 4

Caso de uso: Educapiz

En este capítulo se describe la implementación actual de la aplicación. El capítulo se desarrolla en forma de un caso de uso concreto de la herramienta, para mostrar de manera intuitiva el funcionamiento de *Educapiz*.

4.1 Acceso a Educapiz

En la Figura 4.1 se muestra la página de inicio de la aplicación cuando se accede sin haber iniciado una sesión. En la esquina superior derecha, aparece rodeado el botón de acceso. Este botón enlaza con una página en la que se encuentra el formulario para acceder a la aplicación, enlaces para crear una nueva cuenta, o para solicitar una nueva contraseña en el caso de que el usuario haya olvidado la suya, estos formularios se muestran en la Figura 4.2.

Si el usuario es nuevo tendrá que completar el formulario de registro, en el que se le pide la mínima información posible, "Nick", "Email", y "Contraseña". Una vez registrado, cualquier usuario podrá añadir más información a su perfil (en la Figura 4.7 se puede ver el formulario completo). Una vez que hayan completado el formulario, el sistema enviará un email con un enlace para confirmar la cuenta a la dirección que ha indicado el usuario, este enlace lo genera automáticamente el sistema y caduca a la hora de haber sido enviado, si esto sucede el usuario puede solicitar otro enlace sin ningún problema. Al acceder a ese enlace el usuario puede comenzar a utilizar *Educapiz*. Inicialmente todos los usuarios tienen el rol de *Alumno*, para cambiar el tipo de usuario, estos deberán

FIGURA 4.1: Inicio de la aplicación sin usuario registrado.

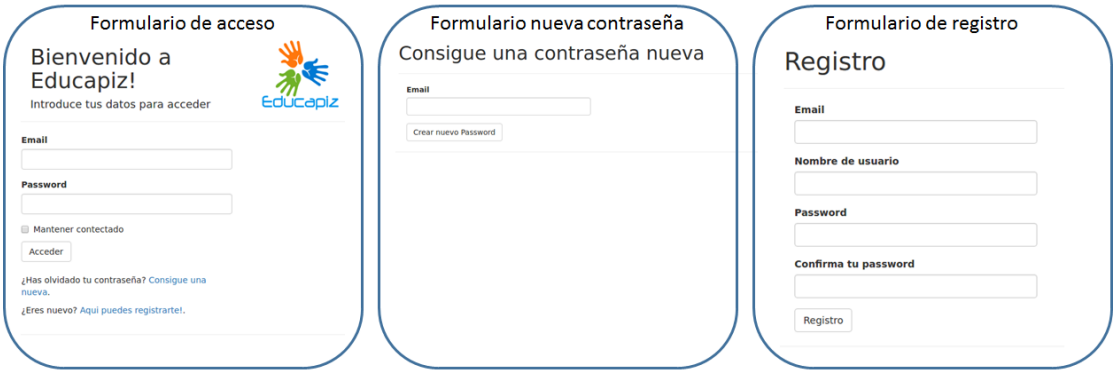


FIGURA 4.2: Formularios de acceso a la aplicación.

solicitar el cambio al administrador, de esta manera se evita que usuarios que no son profesores se registren y creen grupos no deseados.

En la Figura 4.3 puede verse la página de inicio de un usuario *Administrador* o *Profesor*, en este caso la única diferencia con los usuarios *Alumno*, es que estos últimos no tienen la opción de crear grupo, el resto de funcionalidades será la misma.

Como puede observarse en la Figura 4.3, se dispone de tres enlaces principales que básicamente se repiten en la sección principal de la página, y en la barra de navegación

FIGURA 4.3: Inicio de la aplicación con una sesión de usuario tipo *Profesor* activa.

superior. Este elemento trata de facilitar la navegación por la aplicación. Los tres enlaces principales son:

- *Mis grupos:* En esta sección se encontrará una lista sólo con los grupos en los que el usuario está inscrito.
- *Buscar grupos:* Esta sección será igual que la anterior, a excepción de que se listarán sólo los grupos en los que el usuario no está inscrito.
- *Crear grupos:* Se trata de un formulario diseñado para que los profesores creen grupos nuevos.

Las secciones *Mis grupos* y *Buscar grupos* son similares, teniendo ambas el aspecto mostrado en la Figura 4.4, la única diferencia es que en la última columna, donde aparece el botón para seguir, o inscribirse, en los cursos de un *Colegio*, se dispone de otro botón con el que poder solicitar el acceso al grupo. Pueden verse las tres pestañas disponibles (*Mis Colegios*, *Mis Clases* y *Mis Cursos*), que permiten filtrar el tipo de grupo que se desea ver. Por último, se dispone de una barra de búsqueda con la cual buscar grupos concretos dentro de la lista. Si se pulsa sobre el botón "+" que se encuentra junto al grupo, se despliega un panel informativo en el que se puede leer la descripción del mismo.

FIGURA 4.4: Captura de la sección *Mis grupos*.

La última sección, y a la cuál no tendrán acceso todos los usuarios, es la relacionada con la creación de grupos. Desde esta sección los usuarios con rol *Admin_Colegios* podrán crear nuevos *Colegios*, a los cuales los profesores tendrán que solicitar acceso. De esta manera se puede asegurar que sólo los profesores de un *Colegio* tienen acceso al grupo. Una vez que los profesores tengan acceso al *Colegio* podrán crear nuevas *Clases* o *Cursos*, cuando se cree una *Clase* o un *Curso*, los profesores deberán seleccionar el *Colegio* o la *Clase* a la que pertenecen, estos formularios se muestran en la Figura 4.5.

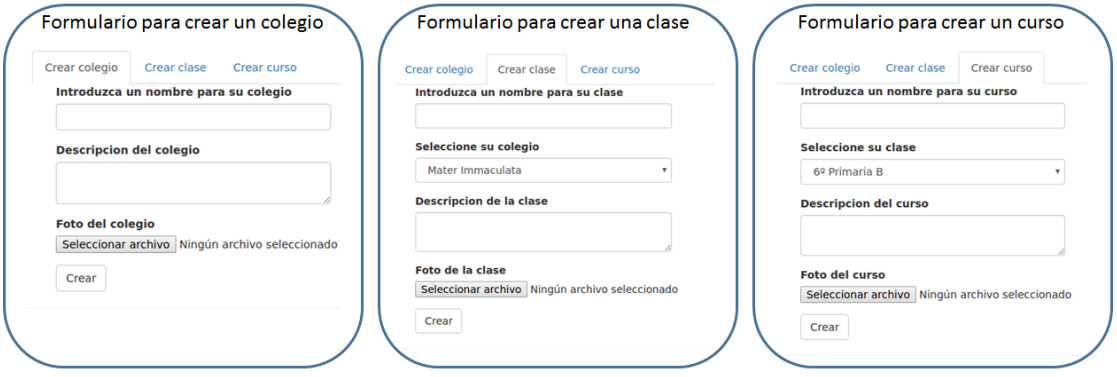


FIGURA 4.5: Formularios de creación de grupos.

Por último, desde la barra de navegación superior, (esquina sup. derecha, Figura 4.6),

si se pulsa sobre el nombre de usuario (en el ejemplo "Educapiz"), aparecerá un menú desplegable desde el que se podrá cerrar la sesión o acceder al perfil del usuario. Si un usuario accede a la página de perfil de otro usuario podrá seguir al usuario, si existe una relación entre ellos, es decir se siguen mutuamente, podrán ver la información del otro, así como los grupos y usuarios que sigue. La página de perfil puede verse en la Figura 4.6, desde esta página se tendrá acceso a una lista de los usuarios y grupos que sigue el usuario, y se tendrá acceso a la sección de edición del perfil, desde la cual se podrá añadir más información que la solicitada durante el registro.

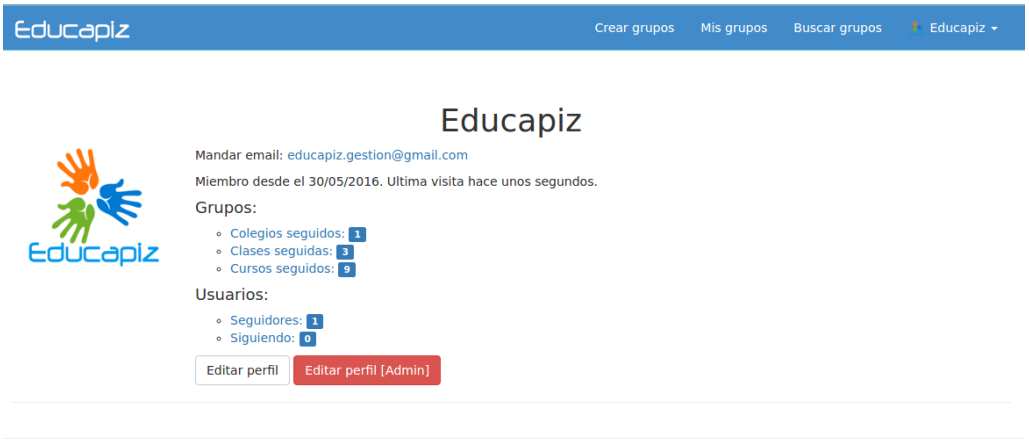


FIGURA 4.6: Perfil de usuario.

FIGURA 4.7: Formularios de edición de la información del perfil.

Este formulario se muestra en la Figura 4.7. En el perfil de usuario también se muestra un botón rojo, el cual sólo pueden ver los usuarios con rol de *Administrador*, estos usuarios podrán editar cualquier información de otro usuario. Como puede verse, la aplicación

podría ampliarse con funcionalidades de carácter social si se permite la comunicación entre seguidores (por ejemplo en forma de envió de mensajería).

4.2 Colegios y Clases

En esta versión inicial de *Educapiz* no existe mucha diferencia entre los grupos *Colegios* y *Clases*, tan sólo pueden utilizarse para realizar una mejor clasificación de los usuarios, por lo tanto se hablará de estas dos funcionalidades de manera conjunta. En la Figura 4.8, puede verse la apariencia de uno de estros grupos, en el caso de la imagen se ha mostrado un colegio concreto.

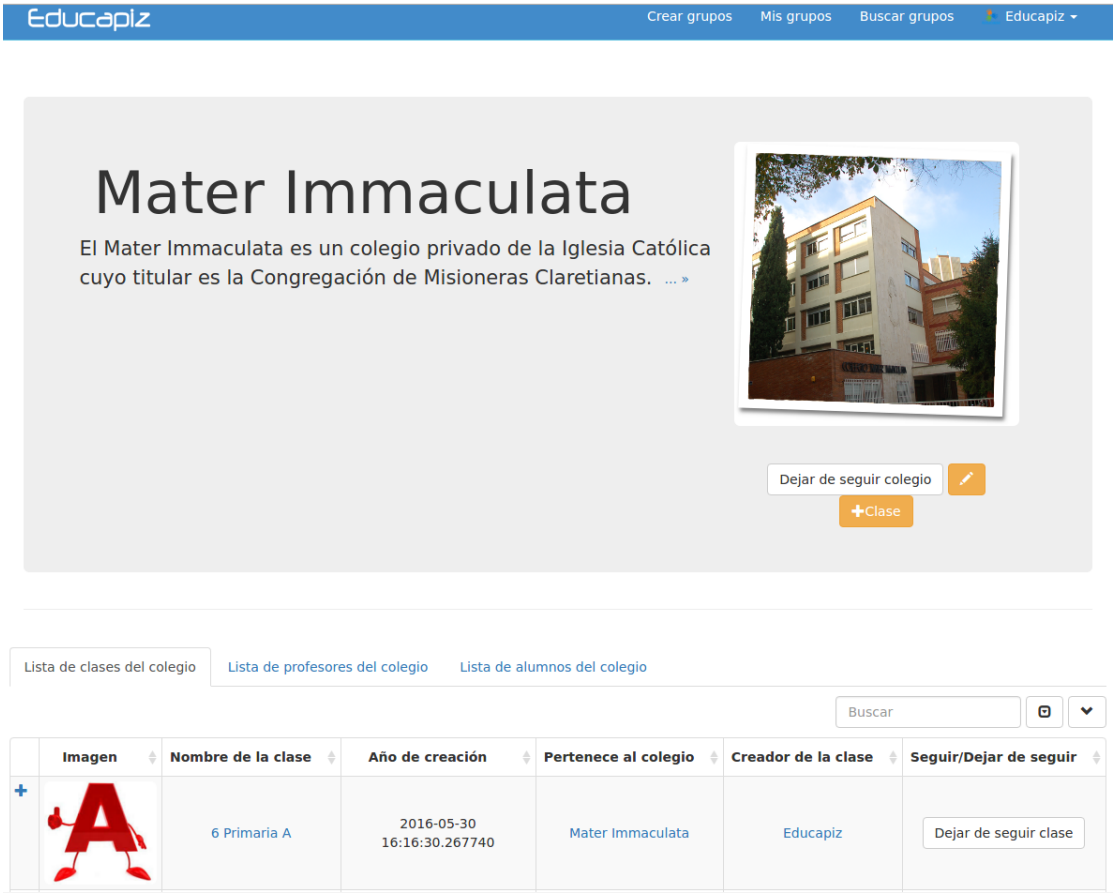


FIGURA 4.8: Apariencia de un colegio en *Educapiz*.

Como puede verse sigue el esquema de barra de navegación, panel informativo, y sección principal de la página. En la sección principal se muestran tres pestañas (*Listas de clases/cursos del colegio/clase*, *Lista de profesores del colegio/clase* y *Lista de alumnos del colegio/clase*), a través de las cuales se gestionan los subgrupos que pertenecen a este colegio, en este caso de ejemplo, las clases creadas en el colegio. Con las otras

dos pestañas se pueden ver los usuarios que ya están registrados en el grupo, y desde esa sección, el usuario creador del grupo podrá dar acceso a los usuarios que lo hayan solicitado. Toda esta información sólo es visible si el usuario pertenece al grupo, en caso contrario, sólo aparecería el panel informativo desde el cual podría solicitar acceso al mismo. Como en la imagen se muestra un *Colegio* que ha creado el usuario con el que se está trabajando, puede verse la opción de edición de la información principal del grupo (botón amarillo con el icono de un lápiz), así como la de creación de un subgrupo directamente desde esta sección, sin necesidad de tener que navegar a la sección *Crear grupos*.

4.3 Cursos

Este tipo de grupo es el más importante de la aplicación, en ellos los profesores podrán crear la estructura de los cursos. Como puede verse en la Figura 4.9, tiene una apariencia similar al resto de grupos, pero en este caso en la sección principal en lugar de haber diferentes pestañas y tablas de información, se puede ver el listado de los *Temas* creados en el curso.

FIGURA 4.9: Apariencia de un curso con tres temas creados.

Aunque durante el proyecto se han denominado estos contenedores de primer nivel como *Temas*, y a los contenedores que se crean dentro de ellos como *Apartados*, en realidad los profesores podrán crear las estructuras que ellos consideren adecuadas. Como puede verse en la imagen, en este curso de ejemplo se ha optado por estructurarlo mediante los tres trimestres habituales en los niveles de Primaria e Infantil, y se han utilizado los contenedores de tipo *Temas* para ello. Como se muestra en la Figura 4.14 los contenedores

de tipo *Apartados* se han utilizado para organizar los temas del curso. Los profesores sólo podrán crear nuevos elementos si son los creadores o propietarios del curso, es decir, cuando un profesor crea un curso es el único que puede crear contenido nuevo y modificarlo. En cualquier momento el usuario creador podrá cambiar el profesor propietario del curso, seleccionando un profesor que pertenezca al mismo colegio del curso, y de esta manera se puede cambiar el propietario del grupo, y por lo tanto el profesor que creo inicialmente el curso perderá el control del mismo.

En el panel informativo de este tipo de grupo, nos encontramos dos botones principales:

- *Información:* Accederemos a una sección que tendrá una apariencia muy similar a los colegios y clases. Es decir, se mostrará una tabla con los temas y los usuarios pertenecientes al curso. El creador también tendrá la opción de editar la información general del curso, del mismo modo que en los otros grupos, incluyendo la opción de cambiar el propietario del grupo.
- *Notas del curso:* Accederemos a una sección en la cual se verán las notas del curso. Si el usuario es el creador del grupo esta página tendrá el aspecto que se muestra en la Figura 4.10 (sólo la sección principal). Es decir, verá una tabla en la cual se mostrará información sobre todos los usuarios del grupo, agrupadas en tres pestañas:

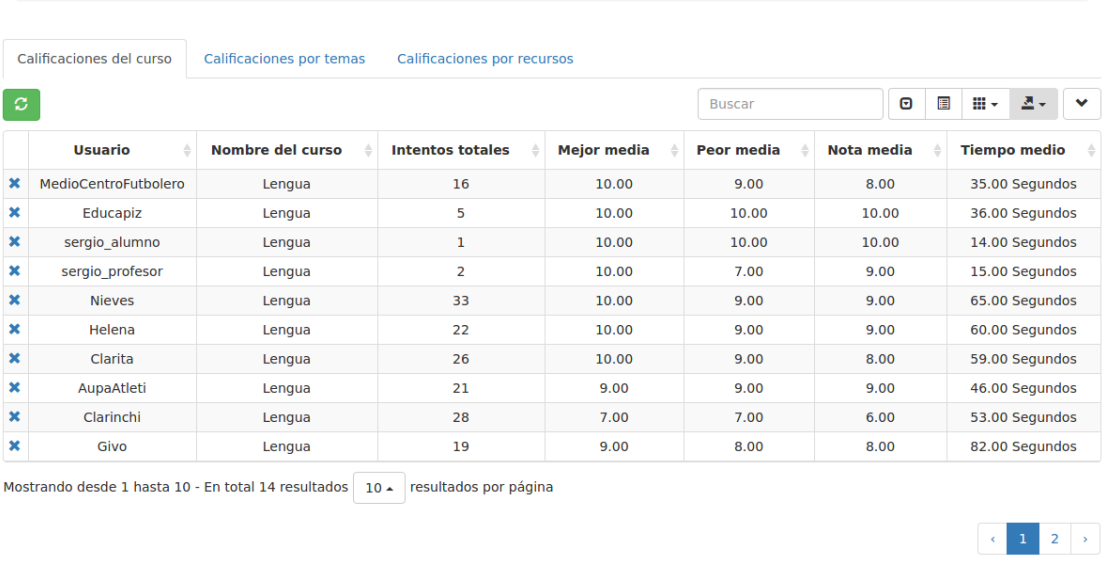


FIGURA 4.10: Sección de notas del curso vista desde el rol del *Profesor* y creador del curso.

- *Calificaciones por Recursos:* Cada intento que ha realizado un usuario sobre cada recurso del tema. El profesor podrá agrupar las notas y filtrarlas, viendo las medias, todos los resultados, las mejores medias, las peores, todo ello respecto a cada usuario.
- *Calificaciones por Temas:* En esta sección se agrupan las notas, calculando la media de las mejores notas, las peores y la media total respecto de cada usuario, y de cada tema del curso.
- *Calificaciones por Curso:* En esta sección se agrupan las notas, calculando la media de las mejores notas, las peores y la media total respecto de cada usuario y del curso total.

Si el usuario no es el creador del curso, esta sección tendrá la apariencia mostrada en la Figura 4.11 (sólo la sección principal). Es decir, tendrá las mismas secciones pero tan sólo podrá acceder a su información.

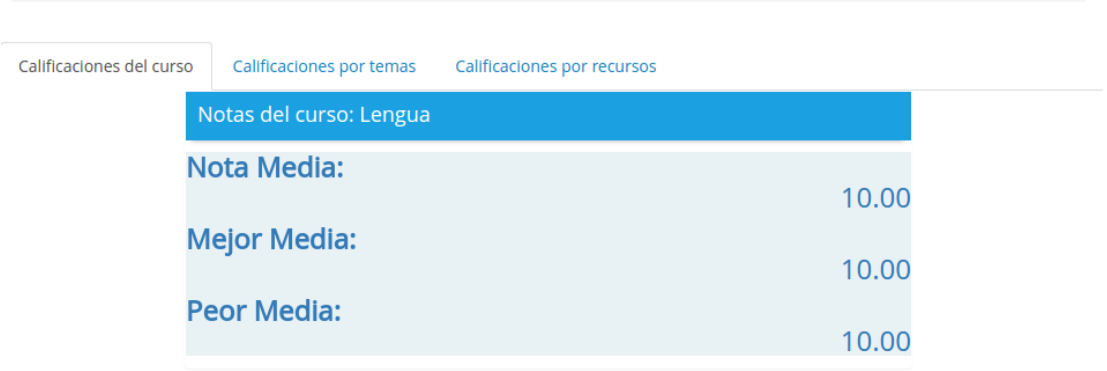


FIGURA 4.11: Sección de notas del curso vista por cualquier usuario inscrito al curso.

4.3.1 Temas

Los profesores únicamente podrán crear estructuras de tipo *Temas* y de tipo *Apartados* dentro de aquellos cursos donde sean creadores o propietarios. En primer lugar, con el botón *"+ Tema"* que puede verse en la Figura 4.9, los profesores mediante la utilización del formulario mostrado en la Figura 4.12, pueden añadir *Temas* (paneles azules que aparecen en la Figura 4.9). En esa misma figura se puede ver cómo en la parte derecha de los temas se dispone de cuatro opciones:

- Editar tema, representado por un icono de un lápiz.
- Subir tema, cambia el orden del mismo, aparece representado por un icono de un flecha hacia arriba.
- Bajar tema, cambia el orden del mismo, aparece representado por un icono de un flecha hacia abajo.
- Eliminar tema, representado por un icono de una papelera.

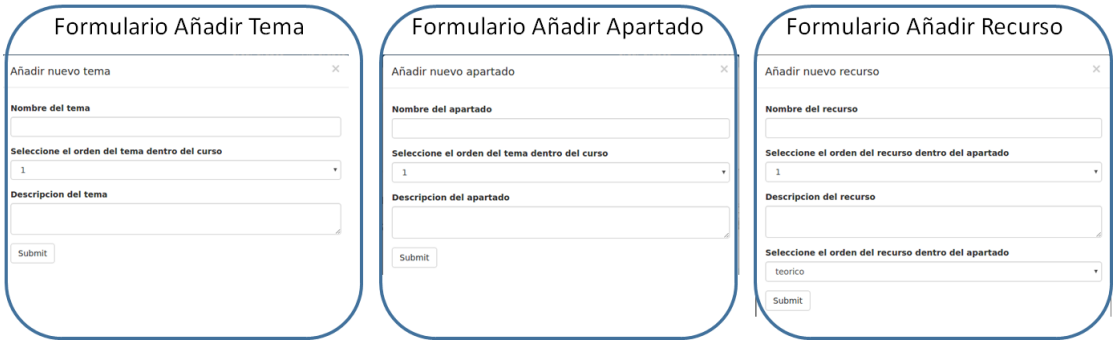


FIGURA 4.12: Formularios para añadir Tema / Apartado / Recurso a un curso.

Si se pulsa sobre el nombre del *Tema*, se despliega un panel que permite ver la estructura interna del mismo (ver Figura 4.13). También se dispone de una opción para añadir un apartado nuevo, para ello el profesor deberá completar el formulario que se muestra en la Figura 4.12. Por último y desde este panel, se puede leer la descripción del *Tema*.

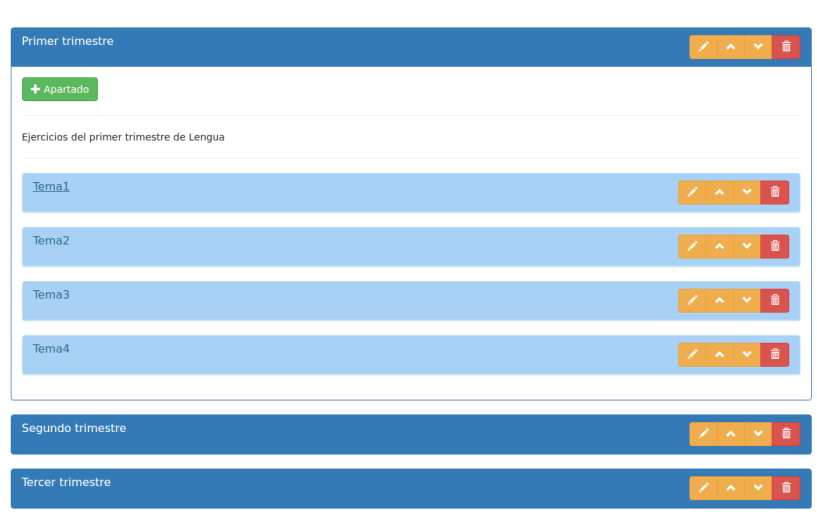


FIGURA 4.13: Estructura de temas, con el primer tema "Primer Cuatrimestre" desplegado.

4.3.2 Apartados

Una vez que el profesor ha diseñado sus *Temas*, puede pasar a crear *Apartados*. En la Figura 4.14, puede observarse que los *Apartados* (paneles azul claro) tienen la misma apariencia que la de los *Temas*, mostrando todos ellos los mismos cuatro botones. Sin embargo, cuando se despliegan aparece una opción de *Añadir recurso*, mostrándose una lista de los recursos disponibles (si los hubiera) en este.

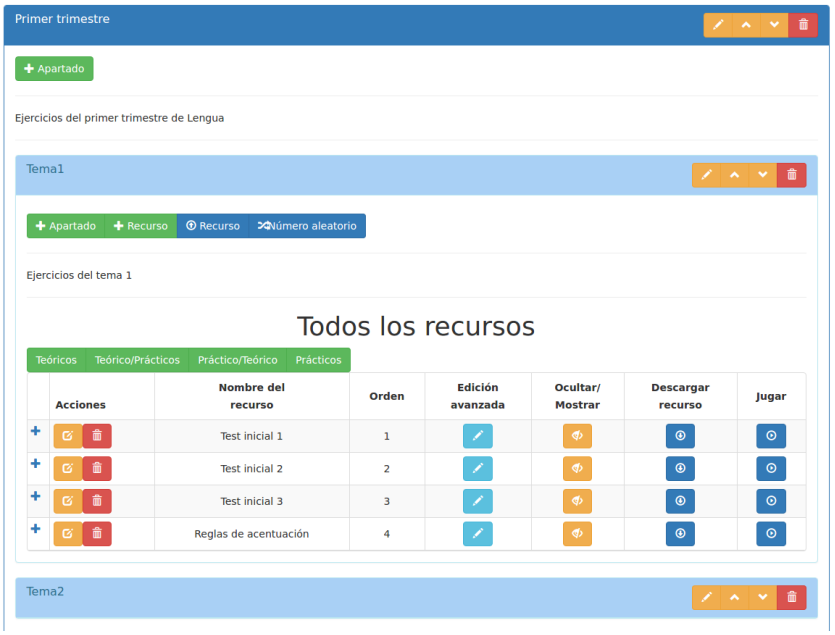


FIGURA 4.14: Estructura de apartados, usuario creador, con el primer apartado "Tema 1" desplegado.

En el caso de que el usuario que acceda al curso no sea el creador del mismo, no dispondrá de las opciones de edición, por lo tanto la apariencia de los *Temas* y *Apartados* es ligeramente diferente, esto puede verse en la Figura 4.15.

Si existen recursos dentro del apartado se pueden filtrar por el tipo de recurso que se desea realizar o editar, en concreto:

- Recursos Teóricos.
- Recursos Teórico-Prácticos.
- Recursos Práctico-Teóricos.
- Recursos Prácticos.

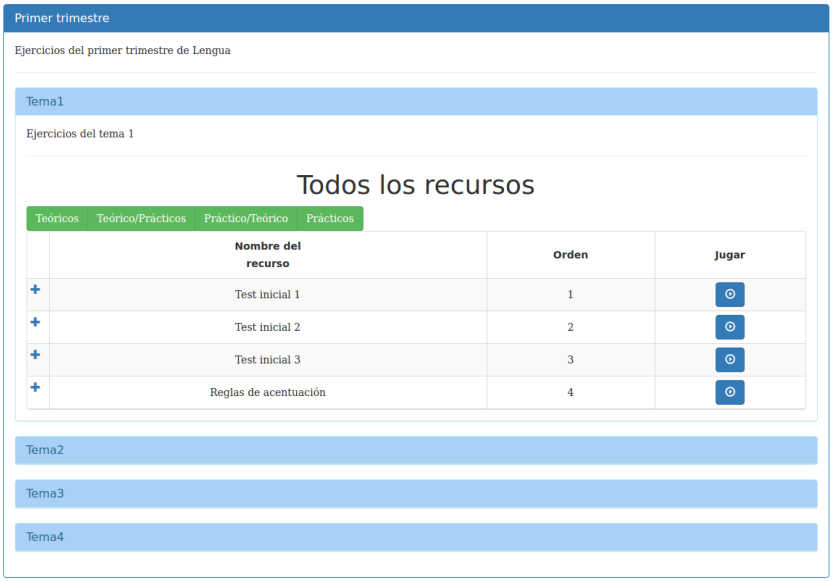


FIGURA 4.15: Estructura de apartados, usuario no creador, con el primer apartado "Tema 1" desplegado.

Desde la opción de *Añadir recurso*, el profesor deberá completar el formulario que se muestra en la Figura 4.12 para añadir un recurso nuevo, una vez completado el formulario el recurso se añadirá a la tabla de recursos del *Apartado*, en ese momento podrá acceder a la herramienta de autor para editar el recurso.

Si el usuario es el creador del curso, como en el caso de la Figura 4.14, la tabla tendrá un total de ocho columnas fijas, y otras dos columnas que sólo aparecen si se seleccionan los recursos "Prácticos" o "Práctico-Teóricos":

- *Ampliar información:* Mediante la opción "+" de la primera columna de los recursos, se puede desplegar un panel informativo (ver Figura 4.16). Si es el creador, las notas medias serán las medias de toda la clase, si el usuario es otro, únicamente podrá acceder a sus notas medias.
- *Acciones:*
  - *Editar recurso:* Mediante esta opción, se tiene acceso al formulario para editar los metadatos del recurso.
  - *Borrar recurso.*
- *Nombre del recurso.*
- *Orden:* Orden del recurso dentro del tema.

FIGURA 4.16: Desplegable con la información de un recurso.

- *Edición avanzada:* Mediante esta opción se tendrá acceso a la herramienta de autor que permitirá editar el recurso.
- *Ocultar/Mostrar:* Oculta o muestra el recurso al resto de usuarios.
- *Descargar recurso:* Descarga un archivo con la información requerida para replicar el recurso.
- *Jugar:* Ejecuta o permite jugar al recurso.

Las dos opciones extras que disponen los recursos prácticos en esta versión de *Educapiz* son:

- *Jugar en clase:* Los profesores podrán seleccionar esta opción para que los alumnos accedan al recurso y reciban una puntuación extra, esta puntuación estará configurada en los metadatos del recurso.
- *Jugar en la PDIs:* Al pulsar sobre este botón se abrirá un desplegable con la lista de todos los usuarios del curso, el profesor seleccionara un alumno, que será el que salga a la PDIs para realizar el recurso, recibiendo una calificación extra (también configurada en los metadatos).

Si el usuario no es el creador del curso, como en el caso de la Figura 4.15, la tabla tendrá un total de cuatro columnas:

- *Ampliar información.*

- *Nombre del recurso.*
- *Orden.*
- *Jugar.*

4.4 Herramienta de autor y recursos

En las secciones previas se han descrito las opciones y funcionalidades que ofrece la herramienta de autor, en esta sección, se mostrará la apariencia concreta de los mismos. En la Figura 4.17 se ha mostrado una captura con todas las pestañas de botones que dispone la herramienta.

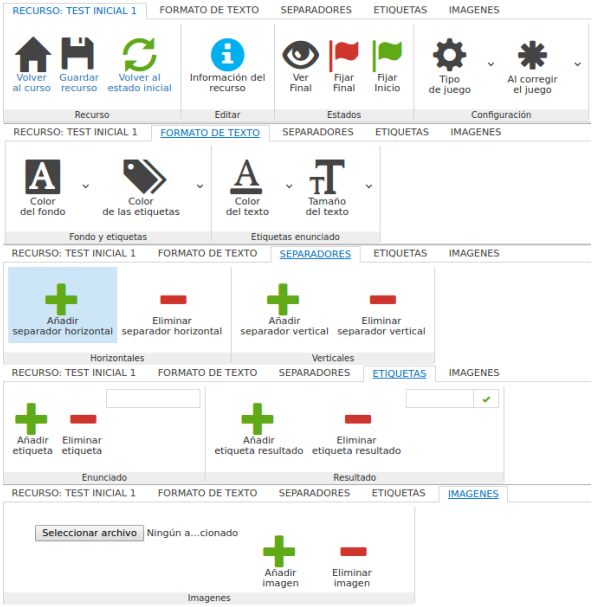


FIGURA 4.17: Todas las pestañas de la herramienta de autor.

Desde ese menú, sencillo e intuitivo, los profesores pueden añadir los elementos necesarios para crear sus recursos, los diferentes tipos de etiquetas, separadores e imágenes. Una vez hayan añadido y configurado los elementos, estos podrán configurar el tipo de juego y el tipo de corrección, así como podrán fijar el inicio y el final del mismo para poder corregirlo posteriormente. Todo ello sin olvidar que la apariencia de los recursos cuando lo abran los alumnos (ver Figura 4.18) será la misma que están viendo los profesores durante la edición (Figura 4.19).

En la figura 4.19, también puede verse una captura de la herramienta de autor con ejemplos de los elementos que pueden añadirse. Otro aspecto importante, es que a pesar

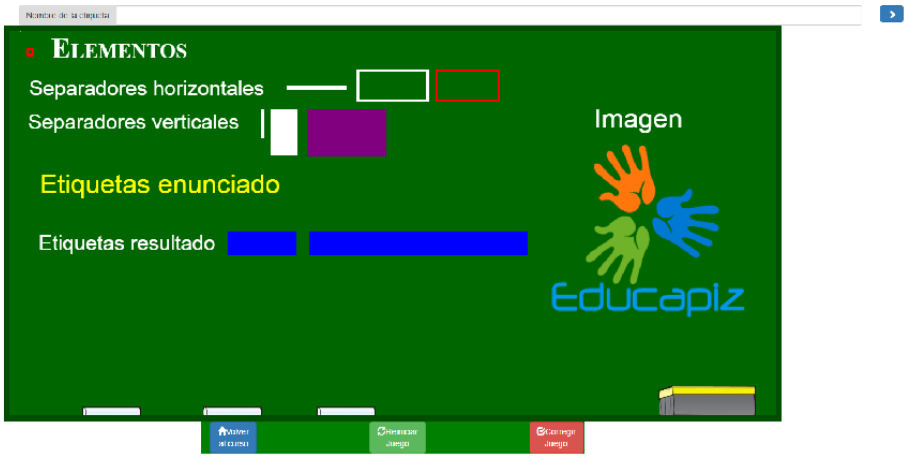


FIGURA 4.18: Recurso abierto en modo juego.

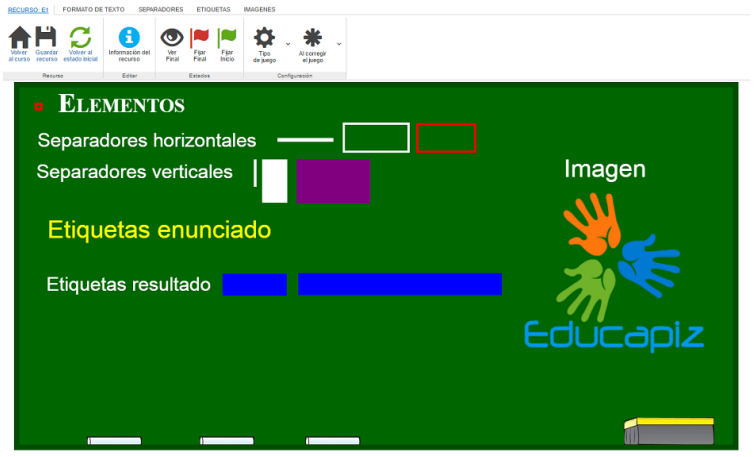


FIGURA 4.19: Elementos principales de los juegos.

de los diferentes tipos de recursos disponibles, la herramienta de autor es exactamente igual para todos ellos, tan sólo cambia la forma de ejecutarse. En la Figura 4.20 puede verse la diferencia entre el menú disponible durante la ejecución de un juego de tipo teórico y otro de tipo práctico.

FIGURA 4.20: Menús de juego.

El elemento más importante para la realización de los juegos son las *etiquetas resultado*, estas etiquetas serán las que los usuarios deberán modificar a la hora de jugar a los recursos. Para evaluar si los usuarios realizan correctamente los juegos, el sistema compara el contenido, la posición y el tamaño de todas las etiquetas, con la configuración

que haya definido previamente el profesor. El resto de elementos del juego, se utilizarán a modo de enunciados, guías, decoración, etc. Gracias a la utilización de este tipo de etiquetas, se consigue dotar de gran flexibilidad a los recursos que pueden diseñar los profesores, la combinación con el resto de elementos descritos en el capítulo anterior hace que la herramienta de autor sea genérica, facilitando la realización de recursos de diferentes niveles y materias.

Para facilitar el análisis de todos los elementos y las posibilidades que ofrece *Educapiz*, la siguiente sección mostrará un conjunto de ejemplos concretos generados a partir de la herramienta de autor.

4.5 Ejemplos

En esta sección se muestra un ejemplo concreto para cada una de las opciones disponibles en *Educapiz*. Debido a la metodología de resolución de los *Ejercicios teóricos* y los *Ejercicios teórico - prácticos* en los cuales, los alumnos pueden ver el resultado, no existen grandes diferencias entre los recursos que utilizan *etiquetas fijas* y los que utilizan *etiquetas móviles*. Por este motivo en esta sección sólo se muestra un ejemplo de *Ejercicio teórico* y un ejemplo de *Ejercicio teórico - práctico*. Sin embargo, no hay que olvidar que la elección entre unas etiquetas u otras puede ser útil para presentar la información de diferentes formas, así cómo el profesor puede utilizar las diferentes etiquetas para realizar explicaciones interactivas, lo que puede provocar un mayor interés y motivación en los alumnos. Para cada ejemplo se proporcionará una breve descripción del recurso, así como el estado inicial del mismo. Este conjunto de recursos fueron inicialmente diseñados para la realización del conjunto de pruebas experimentales que se llevaron a cabo (ver Capítulo 5).

1. *Ejercicio teórico, etiquetas fijas:* En la Figura 4.21 se muestra un ejemplo de ejercicio teórico, en este caso se pretende transmitir al alumno un aspecto relacionado con la gramática. En el ejemplo se han utilizado diferentes elementos para estructurar la información, mediante el formato del texto y los separadores se pretende obtener un aspecto visualmente llamativo para los alumnos que facilite la comprensión de la información. Aunque en el recurso se han utilizado *Etiquetas resultado* (etiquetas con fondo azul), el alumno no necesita interactuar con ellas

para superar el recurso, tan sólo se han utilizado para indicar que se trata de un ejemplo de oración de cada tipo que se pretende estudiar.

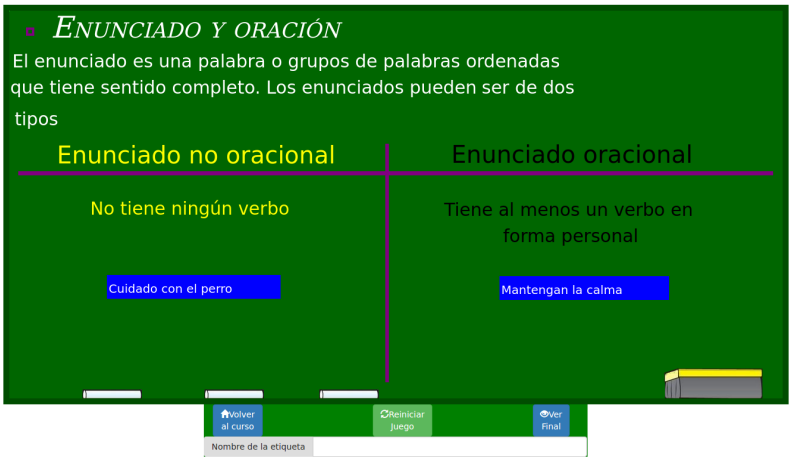


FIGURA 4.21: Ejemplo de un recurso teórico, con etiquetas fijas.

2. *Ejercicio teórico - práctico, etiquetas móviles:* En la Figura 4.22 se muestra un ejemplo de ejercicio teórico-práctico, con el cual se pretende explicar al alumno el concepto de palabras tabú y los eufemismos. En este caso el alumno sí puede interactuar con las etiquetas resultado. Para ello deberá arrastrar las diferentes palabras al recuadro correcto (creados con separadores horizontales). Como el ejercicio está configurado como un recurso teórico, los alumnos tienen la opción de *Ver el resultado* de tal manera que pueden comprobar si han entendido el concepto que se les pretendía explicar.

FIGURA 4.22: Ejemplo de un recurso teórico práctico, etiquetas móviles.

3. *Ejercicio práctico - teórico, etiquetas fijas:* En la Figura 4.23 se muestra un ejemplo de recurso práctico-teórico en el que se utilizan etiquetas fijas. En este caso los

alumnos tienen que seleccionar las diferentes etiquetas y completarlas mediante la barra de texto superior, indicando si las palabras son *agudas*, *llanas* o *esdrújulas*. En este caso el ejercicio sí que tiene la opción de corregir, en el momento en el que el usuario seleccione esta opción, el sistema comprobará la información de cada etiqueta comparando el contenido de la misma, con el contenido que el profesor introdujo durante la edición del recurso.

FIGURA 4.23: Ejemplo de un recurso práctico teórico, con etiquetas fijas.

4. *Ejercicio práctico - teórico, etiquetas móviles:* En la Figura 4.24 se muestra un ejemplo de recurso práctico-teórico en el que se utilizan etiquetas móviles. Si bien, el caso es muy sencillo, se pretende mostrar la simplicidad de realizar recursos tipo, sin la necesidad de utilizar plantillas que limiten el uso de la herramienta de autor como en el caso de otras aplicaciones. En la figura se muestra cómo realizar un ejercicio tipo test, en el cual el alumno debe arrastrar la etiqueta que contiene la "X" a la casilla correcta.

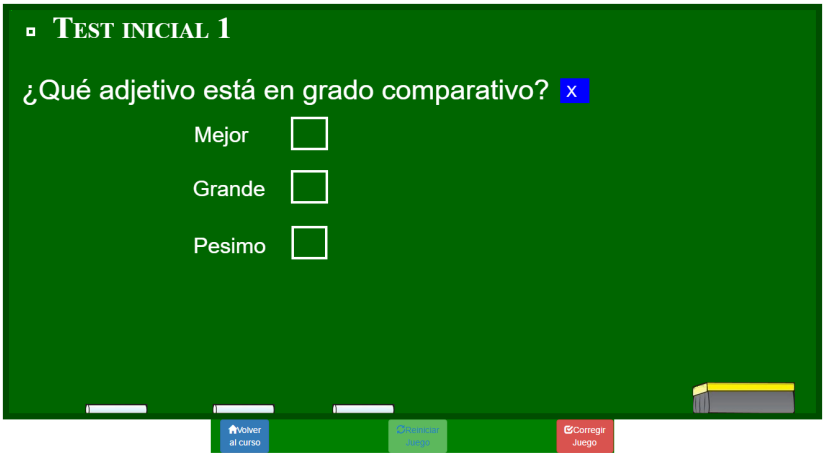


FIGURA 4.24: Ejemplo de un recurso práctico teórico, con etiquetas móviles.

5. *Ejercicio práctico, etiqueta fijas:* En la Figura 4.25 se muestra un ejemplo de recurso práctico en el que se utilizan etiquetas fijas. En concreto se muestra un ejemplo muy interesante en el cual se ha añadido una imagen del mapa de España y se utilizan etiquetas posicionadas en las diferentes comunidades que el alumno debe completar con el nombre de las mismas.

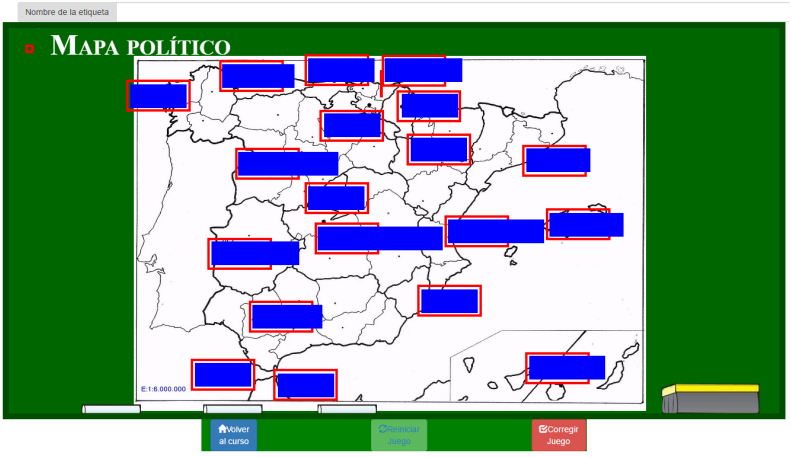


FIGURA 4.25: Ejemplo de un recurso práctico, con etiquetas fijas.

6. *Ejercicio práctico, etiqueta móviles:* En la Figura 4.26 se muestra un ejemplo de recurso práctico en el que se utilizan etiquetas móviles. En este caso se ha añadido una imagen en la cual se pueden identificar las diferentes partes de una célula y etiquetas con los nombres de las mismas, el alumno deberá arrastrar cada etiqueta a la posición correcta.

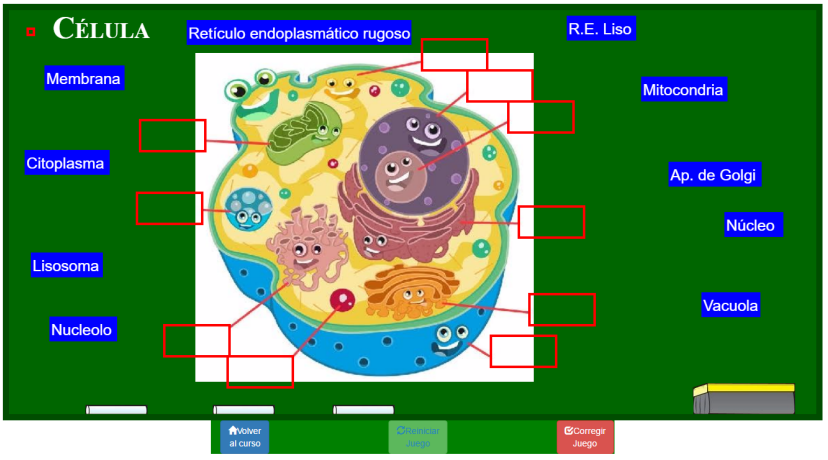


FIGURA 4.26: Ejemplo de un recurso práctico, con etiquetas móviles.

4.5.1 Ejemplo completo

Por último, y para mostrar un ejemplo completo de ejecución de un recurso en *Educapiz*, se muestra un segundo ejemplo de un ejercicio del tipo *Práctico - con etiquetas móviles*. En la Figura 4.27 se muestra el estado inicial del recurso, en concreto, en el ejercicio se pide realizar el análisis sintáctico de dos oraciones mediante unas etiquetas predefinidas. Estas etiquetas serán las que los alumnos deban arrastrar y modificar su posición y tamaño para completar el recurso. En este caso se han decidido crear celdas mediante separadores, a modo de guía para indicar posibles posiciones iniciales y finales de las etiquetas, de esta manera se facilita la resolución del mismo.

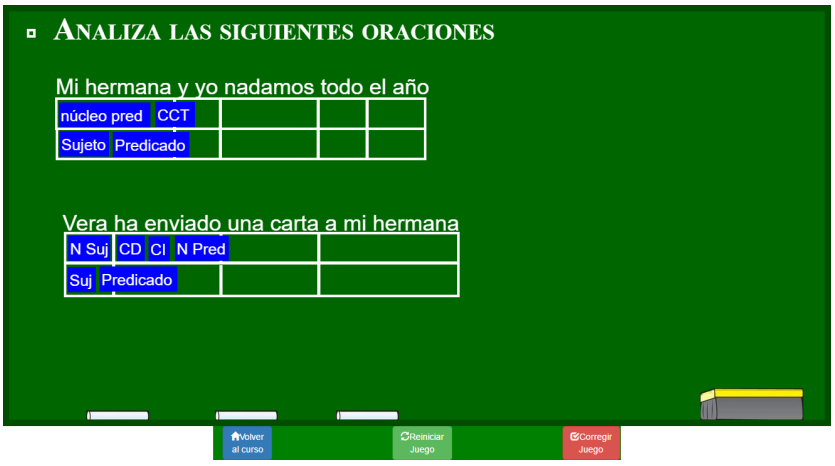


FIGURA 4.27: Ejemplo de un recurso práctico, con etiquetas móviles, estado inicial.

En la Figura 4.28 se muestra el estado final del recurso, puede verse el cambio de las etiquetas y como de una manera sencilla, intuitiva y llamativa para los alumnos, se puede realizar un tipo de ejercicio básico durante el desarrollo de la asignatura de Lengua.

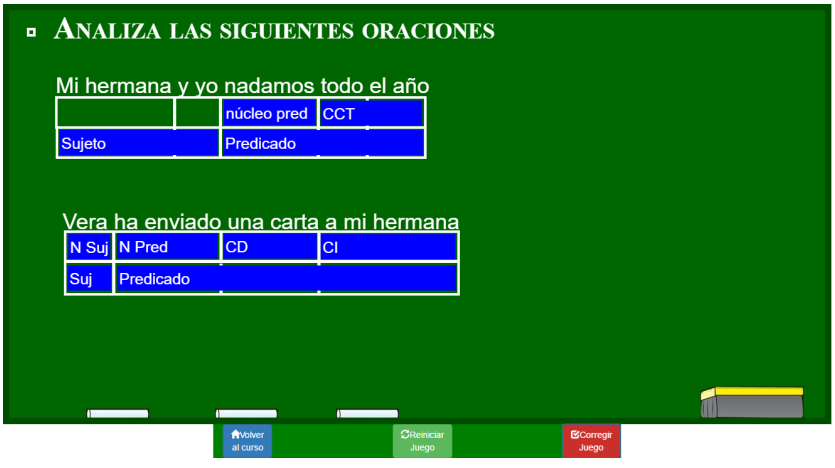


FIGURA 4.28: Ejemplo de un recurso práctico, con etiquetas móviles, estado final.

Al pulsar sobre la opción de *Corregir juego*, el sistema evalúa el resultado y muestra diferentes mensajes, dependiendo de si el alumno ha realizado el ejercicio correctamente (ver Figura 4.29), o ha cometido algún fallo (ver Figura 4.30).

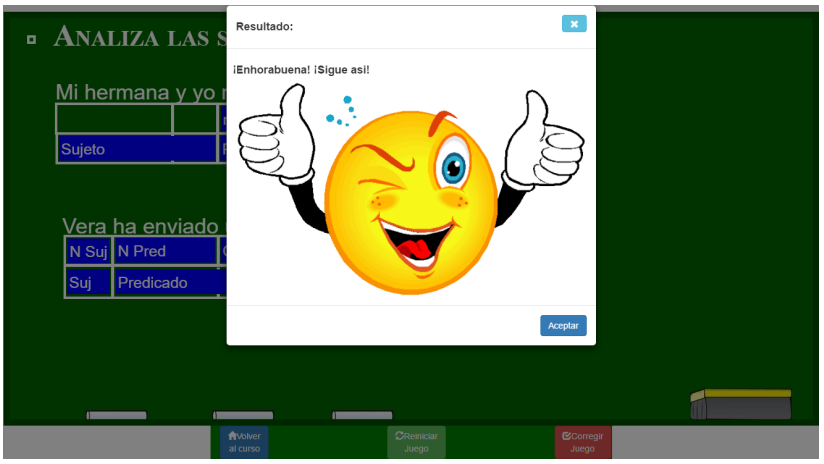


FIGURA 4.29: Mensaje del sistema cuando se realiza un recurso correctamente.

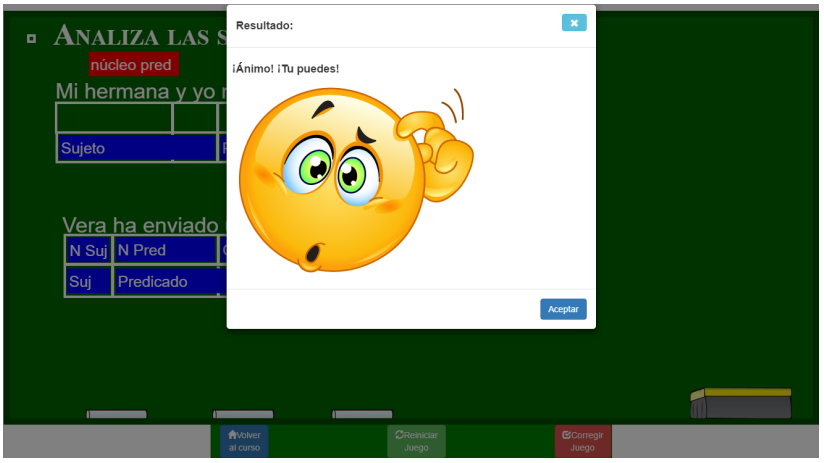


FIGURA 4.30: Mensaje del sistema cuando se realiza un recurso con algún error.

Capítulo 5

Integración, pruebas y resultados

En este capítulo se describen las pruebas experimentales realizadas sobre *Educapiz* para realizar un primer análisis sobre su usabilidad, funcionalidad y rendimiento. Las siguientes secciones describen la organización de las pruebas, los tests que han realizado los usuarios, los resultados, y por último las opiniones de los profesores entrevistados.

5.1 Organización de las pruebas

Para probar el correcto funcionamiento de la aplicación se ha requerido de la colaboración de un colegio, para ello se ha contado con el apoyo del colegio Mater Immaculata (Madrid). El colegio ofreció la posibilidad de realizar pruebas sobre el curso completo de 6º de Primaria, tres clases de aproximadamente 24 alumnos, durante tres días. También ofreció la posibilidad de realizar entrevistas con los profesores de los cursos involucrados.

Dado que se disponía de tres clases, y tres días en los que desarrollar las pruebas con la herramientas, se decidió repartir cada clase en un día. Al disponer de algo más de tres horas por día y curso, se realizaron tres sesiones con cada clase. Estas sesiones se organizaron de la siguiente forma:

- **1ª sesión (Presentación)**: Esta sesión se realizó en el aula habitual de los alumnos aprovechando que disponían de una PDIs instalada. En esta sesión se presentó el funcionamiento de la aplicación y se realizaron varios juegos ejemplo con los alumnos, para que se acostumbraran a las dinámicas de los mismos.

- **2ª y 3ª sesión (Lengua y Matemáticas)**: En este colegio los alumnos no disponen de tablets u ordenadores individuales en el aula. Sin embargo, el próximo curso se dispondrá de un aula móvil con una tablet para cada alumno, que irá rotando entre las diferentes clases, para probar la utilidad y la eficacia de las mismas durante las clases. Por ello, para simular ese entorno, estas dos pruebas se realizaron en el aula de informática. En este aula, los alumnos fueron divididos en dos grupos independientes, dos tercios de los mismos se sentaron individualmente con un ordenador, mientras que el tercio restante se situaron en una mesa donde realizaron los mismos recursos creados en *Educapiz* pero en papel. De esta forma se dispone de un grupo de control contra el que pueden compararse los resultados obtenidos con la aplicación, frente al método tradicional. Las dos sesiones se desarrollaron de la misma manera: los alumnos debían realizar los juegos de manera individual, siempre con el evaluador en el aula para observar la reacción de los alumnos ante los diferentes tipos de recursos, y resolver problemas en el caso de existir alguno. La diferencia entre las dos sesiones se centró únicamente en la temática de los juegos (Lengua o Matemáticas), estas materias se seleccionaron por considerarse ortogonales en cuanto a contenidos y capacidades o habilidades que los alumnos puedan tener a la hora de resolver uno u otro tipo de ejercicios.

Tras la realización de los recursos en la aplicación los usuarios debían completar un test System Usability Scale (SUS) [83], empleado para poder evaluar la usabilidad de la aplicación. Posteriormente, se completaba un test con el cual evaluar las sensaciones y apreciaciones finales de los usuarios. Por último, se realizó una entrevista conjunta con toda la clase para recoger impresiones sobre el desarrollo de las pruebas. Tras las pruebas realizadas con los alumnos, se tuvo una pequeña entrevista con el tutor de la clase correspondiente para recoger su opinión, e impresiones durante el desarrollo de todas las pruebas.

5.2 Cuestionario inicial

Antes de comenzar las sesiones, los alumnos completaron un cuestionario (ver Anexo A) para conocer la frecuencia del uso de ordenadores, smartphones, tablets, y el uso de herramientas educativas online. Debe recordarse que se tratan de alumnos de 6º

de Primaria, lo que sitúa sus edades en un rango de 11 a 12 años. En la Tabla 5.1 se muestran los datos obtenidos para las encuestas realizadas.

	Nunca	**Anual**	**Mensual**	**Semanal**	**Diario**
Uso del ordenador	5.6%	5.6%	29.6%	53.5%	5.6%
Uso de dispositivos móviles	1.4%	1.4%	7.0%	23.9%	66.2%
Uso de herramientas educativas online	2.8%	11.2%	39.4%	38.1%	8.5%

TABLA 5.1: Porcentaje de alumnos según la frecuencia de uso de ordenadores, dispositivos móviles y herramientas educativas online.

Si se analizan los datos obtenidos para el uso del ordenador, puede observarse como un 11.2% de los usuarios no lo utilizan nunca o lo utilizan anualmente (es decir con muy poca frecuencia), por lo tanto existe un número significativo de usuarios que prácticamente no utiliza este tipo de dispositivos. Puede observarse que existe un 29.6% de usuarios que tan sólo lo utilizan mensualmente. Estos datos contrastan con el de la utilización de dispositivos móviles, que aún sumando los usuarios que no los utilizan nunca, o los utilizan anual o mensualmente, tan solo alcanzan un 9.8%, dato que confirma la tendencia actual del uso de este tipo de dispositivos para conectarse a Internet y realizar tareas cotidianas.

Volviendo a la utilización de los ordenadores, puede observarse como un 53.5% de usuarios los utilizan semanalmente y un 5.6% lo utilizan a diario, dato muy positivo, ya que más de la mitad de usuarios utilizan los ordenadores con una frecuencia lo suficientemente importante como para considerar que *Educapiz* puede tener una utilización importante en estos rangos de edad. En el caso de los dispositivos móviles el dato es aún más positivo, puede observarse que un 23.9% lo utilizan semanalmente y un 66.2% los utilizan a diario, confirmando que los usuarios tienen un interés muy destacable por este tipo de tecnología que consumen con una frecuencia muy elevada.

La última fila de la Tabla 5.1 muestra los resultados obtenidos relativos al uso de herramientas educativas online. Como puede observarse la frecuencia de utilización de este tipo de herramientas es en general baja o muy baja, en un 14% de los casos no las utilizan nunca o las utilizan anualmente, mientras que tan sólo el 39.4% las utiliza mensualmente. Es decir, más del 50% de los alumnos no utilizan este tipo de aplicaciones con una frecuencia significativa, a pesar de todo se trata de un dato más elevado de lo que

inicialmente se esperaba. De esta evaluación puede observarse una tendencia positiva dado que un 38.1% de usuarios las utilizan semanalmente y un 8.5% las utilizan a diario.

En el test, también se consultó si consideraban útil el uso de la tecnología en el aula, o si preferían estos métodos a los tradicionales. La respuesta a estas preguntas, como era de esperar, fue unánime a favor de la utilización de tecnologías educativas en el aula. Este hecho quedó corroborado durante la realización de las pruebas experimentales, donde el grupo de control que realizaba las pruebas siguiendo el método tradicional, mostró de manera reiterada una cierta desafección hacia el mismo. Como dato singular debe mencionarse que los únicos dos alumnos que suspendieron las pruebas pertenecían al grupo de control que las realizaron siguiendo el método tradicional.

5.3 Desarrollo de las pruebas

En general durante el desarrollo de todas las pruebas, la respuesta de los alumnos fue muy positiva, aun teniendo en cuenta que para ellos se trataba de una situación que rompía su rutina diaria, en la que tuvieron que trabajar con alguien a quien no conocían, y en la que tuvieron que realizar varias pruebas donde se les calificaba. Sin embargo, todos mostraron un gran interés por la utilización de la aplicación, tanto durante las sesiones, como después de las mismas. Posteriormente a la realización de las pruebas, se les permitió el acceso al sistema y se pudo observar como una parte importante de estos alumnos se conectaron a la aplicación en horario no escolar.

A continuación se proporciona un análisis **cualitativo** de los resultados obtenidos tras la realización de estas sesiones:

- *1ª Sesión:* Durante esta sesión los alumnos mostraron gran interés debido principalmente a la novedad de la experiencia y la posibilidad de utilizar tecnologías (ordenadores, PDIs) en las clases. Cuando se requirieron voluntarios para salir a realizar algún ejemplo había muchos candidatos y ninguno mostró ninguna dificultad en completar los recursos.

- *2ª y 3ª Sesión*: Durante estas sesiones los usuarios que tenían que realizar los recursos en papel (método tradicional) no tuvieron ningún problema a la hora de completarlos, consumiendo aproximadamente un 25% menos de tiempo que

aquellos que realizaron las pruebas con la aplicación. Este hecho puede deberse a varios motivos:

- Los alumnos están más acostumbrados a la realización de ejercicios en papel.
- Debe tenerse en cuenta la curva de aprendizaje de la aplicación, aunque se ha tratado de maximizar la usabilidad y simplicidad de uso en *Educapiz*, toda herramienta informática requiere de un tiempo de aprendizaje y entrenamiento.
- Los alumnos detectaron pequeños fallos en algunos de los recursos implementados lo que dificultó la finalización de los mismos.
- Los alumnos que realizan los recursos en la aplicación obtienen la corrección en el mismo momento, en el caso de no tener el recurso completamente correcto, lo pueden volver a realizar con lo cual aumenta el número de intentos y por lo tanto el tiempo en finalizar los diferentes recursos.

Respecto a los alumnos del grupo de control debe mencionarse que aunque no tuvieron problemas para realizar los ejercicios, sí mostraron desgana y sentimientos de rechazo ante la realización de los recursos en papel, algo que contrasta mucho con las sensaciones y la motivación de los alumnos que tenían que realizar los recursos en la aplicación. Estos últimos tampoco encontraron grandes dificultades a la hora de realizar los recursos, de hecho se observaron reacciones positivas en ellos cuando descubrían algún elemento nuevo, o cuando descubrían que habían completado los recursos correctamente, lo que les animaba a seguir realizándolos. Esta impresión no se observó en los alumnos que realizaban los recursos en papel, una de las razones es que no disponen de esa corrección inmediata que ofrece la aplicación, y que les motiva a realizar los recursos correctamente, otra es que la realización del recurso en papel pierde gran parte de la *gamificación*, y por tanto del atractivo del recurso. Este hecho, adecuadamente gestionado por el profesor, permite afianzar los conceptos y ayudar a los alumnos a descubrir y aprender de sus errores. Otro detalle destacable durante la realización de las pruebas, fue que ningún alumno preguntó sobre cómo tenían que realizar los recursos, se prepararon 17 de estos recursos por sesión (en total 34 *juegos serios*) con diferentes mecánicas y métodos de resolución.

La cuestión por la que más preguntaron los alumnos estuvo relacionada con el hecho de que *Educapiz* les corregía algún recurso cómo si estuviese mal, cuando ellos creían que lo habían completado correctamente. Esta cuestión se dio sobretodo en un caso concreto, en el que tenían que completar una etiqueta con el contenido "Euskera" y los alumnos la completaban con "Vasco". Este hecho hizo plantearse la posibilidad de incluir una nueva funcionalidad que permita incluir múltiples opciones como válidas para una misma etiqueta. Al completar los recursos preparados, muchos alumnos expresaron su deseo de disponer de más juegos para realizar, y evidenciaron que se disponían de un número excesivamente limitado de juegos disponibles. Esta última fue una de las cuestiones más comentadas en la entrevista conjunta al terminar estas sesiones.

Por último, en las entrevistas realizadas a los profesores, estos mostraron gran interés por la aplicación, y comentaron que se habían sorprendido gratamente por la reacción de los alumnos durante las pruebas, también destacaron la facilidad y la potencia de la aplicación. En concreto, sobre la herramienta de autor, destacaron su flexibilidad y sencillez, ya que los sistemas y herramientas que ellos conocían (varias de las mismas han sido descritas en el Estado del Arte), eran mucho más complejas de uso y reconocían no haber interactuado excesivamente con ellas.

5.3.1 Resultados de los recursos

Los recursos que realizaron los alumnos en papel se corrigieron posteriormente de manera manual y se obtuvieron las calificaciones de cada uno de ellos, también se calcularon las medias de las dos sesiones. En completar todas estas tareas se tardó aproximadamente entre dos o tres horas. Dado que la aplicación ya ofrece esta posibilidad, esta tarea se realiza de manera automática requiriendo unos 15 minutos a pesar de tener un número más elevado de calificaciones debido al número de alumnos y al número de intentos por recurso. En la Tabla 5.2 se muestran las medias finales obtenidas para cada una de las sesiones así como la varianza obtenida.

Para el caso de Educapiz la Tabla 5.2 muestra la mejor media, la media global y la peor media, esto es así debido a que los alumnos realizaron los recursos más de una vez, por eso se pueden obtener varias medias. Este hecho puede suponer una ventaja significativa

	Papel	**Aplicación: mejor media**	**Aplicación: media global**	**Aplicación: peor media**
Lengua	9.13 ± 0.46	9.77 ± 0.35	9.21 ± 0.44	8.81 ± 1.14
Matemáticas	8.20 ± 3.5	8.26 ± 2.8	7.5 ± 2.21	7.25 ± 3.76
Matemáticas recursos "erroneos" eliminados	8.18 ± 3.5	9.54 ± 0.31	9.07 ± 0.41	8.95 ± 0.39

TABLA 5.2: Calificaciones medias y varianzas obtenidas por los usuarios durante las sesiones prácticas realizadas en el aula.

para los profesores debido a que pueden obtener más información sobre el rendimiento y evolución de sus alumnos.

Respecto a los experimentos concretos, para el curso de Lengua, se observa como la nota media obtenida por los alumnos que realizaron los recursos de manera tradicional es muy alta. Sin embargo, la media global de los alumnos que realizaron los recursos en *Educapiz* es 0.8 puntos superior y la mejor media 0.64 puntos. Este hecho es destacable si se tiene en cuenta que era la primera vez que los alumnos utilizaban la aplicación, algo que puede explicar porque la peor media es ligeramente inferior (0.32 puntos), a la media obtenida con el método tradicional. En este curso la media es muy estable, como puede verse en las varianzas obtenidas, tan sólo la peor media de los alumnos que realizaron los recursos mediante *Educapiz* supero el punto de diferencia, algo que puede deberse a que era el primer curso que realizaban los alumnos.

En la Tabla 5.2, pueden observarse dos filas para el curso de Matemáticas, esto se debe a que en la primera prueba que se realizó sobre este curso, los alumnos descubrieron que algunos de los recursos tenían pequeñas erratas, que hacía imposible la resolución de los mismos correctamente. Por este motivo se ha hecho el cálculo de las medias contando con esos recursos y sin contar con ellos, para obtener una visión más completa de los resultados. Si se observa la segunda fila de la tabla (notas con todos los recursos), aún teniendo el problema de existir un número elevado de intentos suspensos en los recursos que no podían completar correctamente, las notas medias globales y peores, son ligeramente inferiores a las obtenidas por el grupo de control (en concreto 0.7 y 0.95 puntos), incluso los alumnos que utilizaban la aplicación obtuvieron una mejor media, aunque tan sólo obtuvieron 0.06 puntos más. Si se analiza la última fila, en la cual no

se han contabilizado los recursos con erratas para el cálculo de las calificaciones medias, la tendencia que puede observarse es muy positiva, debido a que incluso la peor media es superior por 0.78 puntos a la nota obtenida por el grupo de control, la media global obtenida por los alumnos que utilizaron la aplicación casi supera por un punto dicha nota (0.89) y la mejor media la supera por 1.36 puntos. Otro dato importante que puede extraerse de esta fila, es la diferencia entre las varianzas, mientras que las notas obtenidas por los alumnos que utilizaron *Educapiz* tienen una varianza máxima de 0.41 puntos, la varianza de la media del grupo de control es de 3.5 puntos, debido en parte a que dos alumnos obtuvieron notas muy bajas. Este hecho es muy positivo ya que demuestra, cómo la manera de enfrentarse a los recursos, puede provocar la obtención de mejores resultados por parte de un número más elevado de alumnos, provocando que las medias sean más estables y elevadas.

Estos resultados confirman la motivación y la predisposición de los alumnos por utilizar este tipo de tecnologías frente a los métodos tradicionales, de hecho, de las 122 notas registradas, tan sólo se encontraron dos suspensos y estos pertenecían al grupo de control de la prueba de Matemáticas, obteniendo un 4.3 y un 1.7 respectivamente.

5.3.2 Test de usabilidad del sistema (SUS)

La estructura del test SUS consiste en un total de 10 preguntas que tratan de medir la usabilidad y la satisfacción de los usuarios con una aplicación software. En el estudio de Lewis et. al. [84] se concluye cómo este test (a pesar de su antigüedad, en el año 2016 ha cumplido 30 años, sigue siendo un método barato, pero muy útil y eficaz para medir la usabilidad de un sistema. El test que se realizó aparece descrito en el Anexo A. En concreto, el test está organizado de manera que las preguntas impares deberían tener puntuaciones altas, ya que son preguntas que se centran en aspectos positivos sobre la facilidad de uso de la aplicación, en concreto:

- *Pregunta 1:* Pienso que me gustaría utilizar este producto con frecuencia.
- *Pregunta 3:* Me pareció que el producto era fácil de usar.
- *Pregunta 5:* Me pareció que las diferentes funciones de este producto están bien adaptadas.

- *Pregunta 7:* Me imagino que la mayoría de personas aprenderían a usar este producto muy rápidamente.
- *Pregunta 9:* Me sentí con mucha confianza al utilizar el producto.

Puede verse como en la pregunta 1 el usuario puede valorar el rendimiento y la utilidad de *Educapiz*. Las preguntas 3 y 7 se centran en la facilidad de uso de la aplicación. Y la 5 y la 9 se centran en aspectos más centrados en la usabilidad de la aplicación. Por otro lado, las preguntas pares deberían obtener puntuaciones bajas dado que se refieren a aspectos negativos:

- *Pregunta 2:* Encontré el producto demasiado complejo.
- *Pregunta 4:* Creo que voy a necesitar ayuda de una persona técnica para poder utilizar el producto.
- *Pregunta 6:* Me pareció que había demasiada inconsistencia en este producto.
- *Pregunta 8:* Me pareció que el producto es muy complicado de usar.
- *Pregunta 10:* Tenía que aprender muchas cosas antes de que pudiera a comenzar a utilizar este producto.

Igual que en el caso anterior existen preguntas centradas en aspectos de usabilidad, preguntas 2, 6 y 10, y preguntas centradas en aspectos sobre la facilidad de aprendizaje, preguntas 4 y 8. Con los resultados obtenidos el método propone un cálculo con el cual obtener la evaluación final, esta evaluación es la que devuelve como resultado el nivel de usabilidad de la aplicación.

En la Figura 5.1 se puede observar una gráfica con la media de los resultados obtenidos para el test SUS en *Educapiz*.

Tras realizar el cálculo de la usabilidad propuesto por el test SUS se obtiene una puntuación de 83.6. Esta puntuación resulta particularmente elevada si se tiene en cuenta que las pruebas se han realizado con alumnos de 11 a 12 años, y como ya se describió tan sólo un 40% de los usuarios utiliza los ordenadores con una frecuencia mensual o superior. A partir de 80.3 puntos el test considera que la aplicación tiene una usabilidad de nivel "A", siendo el máximo "A+" y el mínimo "F", dando una idea concreta del grado

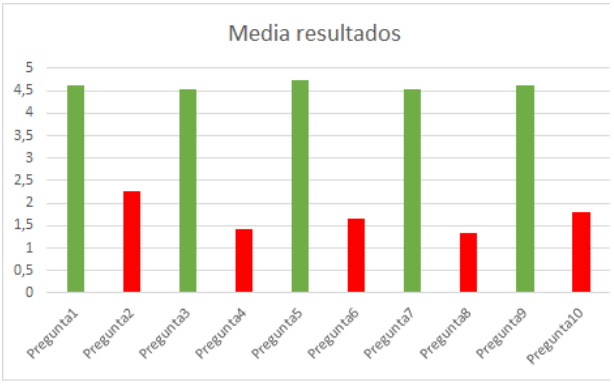


FIGURA 5.1: Resultados de la encuesta SUS para *Educapiz*.

de usabilidad de *Educapiz*. Por otra parte, los resultados de las entrevistas entre alumnos y profesores confirmaron estos resultados del usabilidad, incluso algunos usuarios destacaron que a pesar de su falta de experiencia en la utilización de ordenadores o de herramientas educativas, la utilización de *Educapiz* les había resultado particularmente sencilla.

5.3.3 Cuestionario final

El test final, consistía en un total de 10 preguntas (ver Anexo A) de las que se pretendía extraer información acerca de la impresión de los usuarios después de haber realizado las pruebas con la aplicación. A continuación se muestran tanto las preguntas realizadas, como un breve resumen de las respuestas obtenidas:

1. *¿Has utilizado aplicaciones de este estilo anteriormente? Ya sea en el colegio, o en casa. En caso afirmativo, escribe su nombre si lo recuerdas:* Un 73% de los alumnos indicaron que habían utilizado alguna herramienta de este estilo, destacando *Vedoque*, *Educaplay* y *Saviadigital*. Confirmando que, aunque haya más de un 50% de usuarios que utilice este tipo de aplicaciones mensualmente o menos, el número de alumnos que ha utilizado este tipo de herramientas es significativo.

2. *¿Te ha parecido fácil aprender a usar la herramienta? ¿Más o menos que otras que hayas usado?:* En esta pregunta todos los alumnos respondieron que les había parecido fácil aprender a usar la herramienta, y que su usabilidad era mejor o similar a otras que habían utilizado.

3. *¿Te ha parecido una herramienta fácil de usar? ¿Más o menos que otras que has usado?:* En esta pregunta, todos los alumnos contestaron que les había parecido una herramienta fácil de utilizar, y como en el caso anterior, lo habitual fue que indicaran que les resultó más fácil que otras que habían probado previamente.

4. *¿Te ha parecido fácil de aprender a realizar y realizar los diferentes tipos de juegos?:* Todos los alumnos respondieron que les había parecido particularmente fácil y simple de realizar.

5. *¿Te ha parecido una herramienta útil para usar durante las explicaciones y realización de ejercicios durante la clase?:* Todos los alumnos indicaron que les resultaría útil e interesante utilizarla durante las explicaciones, debido principalmente a que se trata de una forma llamativa y motivadora que aumenta su interés y atención.

6. *¿Crees que sería útil tener acceso a la aplicación desde tu casa para la realización de deberes, o el estudio/repaso de las asignaturas?:* Todos los alumnos lo veían como algo útil, debido a que es una herramienta divertida y con la que se puede repasar y aprender de una manera diferente a la habitual.

7. *¿Se te ocurre algo para mejorar la aplicación?:* En esta sección los alumnos propusieron varias cuestiones que se han agrupado en tres grandes grupos:

    - *Ampliarla*: La mayoría de las peticiones estaban relacionados con el aumento cantidad de recursos actualmente disponibles en el sistema. Esto se debe únicamente a que *Educapiz* se implantó como un prototipo para poder llevar a cabo un conjunto de experimentos y pruebas.
    - *Social*: Algunos de los alumnos propusieron incluir aspectos sociales en la aplicación, como poder comunicarse con sus amigos o con los profesores.
    - *Personalización*: tres de los alumnos entrevistados propusieron cuestiones relacionadas con aspectos gráficos, o de diseño, en *Educapiz*, concretamente relacionados con la posibilidad de incluir un mayor número de colores a los elementos de los recursos, o incluir imágenes de fondo a los mismos.

8. *Aspectos positivos de la aplicación:* Ante esta pregunta los alumnos en general destacaron que les había resultado una aplicación divertida y con la que se podía aprender de una manera diferente. También volvieron a destacar su facilidad de uso.

9. *Aspectos negativos:* Ante esta pregunta hubo algunas quejas sobre cuestiones relacionadas con la realización de los recursos, sobre todo en la sesión en la que había propuesto algún recurso mal diseñado y que por lo tanto no había sido posible completar correctamente.

10. *Comentario libre:* En esta pregunta los alumnos podían comentar cualquier aspecto que les hubiese gustado o no del desarrollo de las pruebas. En general los alumnos comentaron que les había gustado mucho la herramienta, y agradecieron el haber podido disfrutar de la experiencia.

Como conclusiones generales, y a la vista de los resultados de este cuestionario, la valoración tanto en la usabilidad como en los aspectos más directamente relacionados con el empleo de *Educapiz* en el aula fue muy positiva.También es muy positivo observar que tanto alumnos como profesores, piensan que sería una aplicación muy útil para utilizarla durante el desarrollo regular de las clases. Los aspectos negativos estaban ligados a la falta de recursos disponibles y a la necesidad de una evaluación y revisión precisa de los ya implementados para depurar errores, este hecho no está relacionado con el sistema implementado sino con la falta de recursos asociados al mismo al no estar actualmente disponible para centros educativos.

Capítulo 6

Conclusiones y trabajo futuro

6.1 Conclusiones

El principal objetivo del proyecto puede resumirse en el diseño e implementación de una aplicación educativa, mediante la utilización de tecnologías Web y que disponga de herramientas de autor y de métodos basados en gamificación y juegos serios, para ser utilizada de manera flexible y sencilla por la comunidad educativa.

Esta herramienta ha sido diseñada e implementada utilizando diversas tecnologías como, *Flask-Python*, *HTML5*, *Bootstrap* y *Javascript* entre otras. Y se han implementado un conjunto de recursos educativos "gamificados" que han sido posteriormente probados en un entorno real. El sistema implementado pretendía dar respuesta a alguno de los problemas encontrados en el Estado Actual del Arte en lo relativo a herramientas online para Educación Infantil y Primaria. Para el diseño de este sistema se plantearon diversas cuestiones, u objetivos específicos, que debían ser alcanzados:

- Implementación de un sistema web capaz de gestionar usuarios y grupos de usuarios.
- Diseño de una herramienta de autor sencilla y usable, con la cual poder implementar *serious games* con la mínima complejidad.
- Capacidad de compartición y reutilización de los recursos.

- Utilización de técnicas de gamificación, buscando la motivación y el aprendizaje de los alumnos.
- Obtener una elevada usabilidad, tanto en la aplicación desarrollada como en la herramienta de autor, ofreciendo un sistema sencillo y fácil de utilizar, pero flexible y potente para poder cubrir las necesidades tanto de profesores como de alumnos.

Tras el diseño e implementación del sistema, y una vez realizado un conjunto de experimentos iniciales sobre *Educapiz* en un entorno real, en el que se ha contado con un total 73 alumnos de 6º de Primaria que pudieron probar el sistema durante tres días, puede concluirse:

- El funcionamiento general del sistema fue satisfactorio pudiendo gestionar los diferentes temas y recursos diseñados, así como los grupos de alumnos que se crearon para las prueba.
- La facilidad de aprendizaje observada por parte de los alumnos que utilizaron *Educapiz*, que quedó comprobada en las evaluaciones obtenidas tras la realización de los ejercicios.
- Los tipos de recursos que se crearon mediante la herramienta de autor eran adecuados para el nivel del curso considerado, lo que permite pensar que sería posible generalizarlos a otros cursos o niveles.
- La usabilidad y utilidad del sistema y de los recursos educativos quedaron demostrados tras la realización de un test de usabilidad.
- La comparación cuantitativa del rendimiento de los alumnos utilizando *Educapiz*, frente a los métodos tradicionales, permitió observar unos resultados muy satisfactorios en las dos materias consideradas.

Tras estas pruebas y el análisis de los resultados obtenidos, tanto de los cuestionarios como durante las sesiones, en las cuales se utilizó un grupo de control para poder analizar los resultados obtenidos, puede concluirse que se ha diseñado una aplicación:

- Usable por personas de diferentes niveles técnicos, ofreciendo una herramienta sencilla, pero versátil, y con una herramienta de autor fácilmente utilizable por los profesores.

- Una herramienta de autor usable y flexible que permite la generación de recursos docentes sencillos y potentes, en modo de *serious games*, por parte de los profesores.
- Una aplicación útil para su uso en el día a día de la comunidad educativa, ofreciendo un sistema de gestión de alumnos y de contenidos. Capaz de facilitar las tareas cotidianas de los profesores, por ejemplo, como se ha visto durante la experimentación, a la hora de corregir una actividad.
- Una herramienta de autor capaz de implementar recursos educativos con técnicas de gamificación, que dotan de un mayor atractivo a los mismos para los alumnos, que los métodos tradicionales y por lo tanto, que puede conseguir que aumente el interés de estos por el aprendizaje.

Aunque sería necesario seguir realizando pruebas para poder concluir que los alumnos que utilizan esta herramienta obtienen un mejor rendimiento que utilizando los métodos tradicionales, los primeros resultados obtenidos se consideran positivos y prometedores, pudiendo observarse como las mejores calificaciones las obtuvieron alumnos que utilizaban *Educapiz*.

6.2 Trabajo futuro

A lo largo del desarrollo del proyecto, se han detectado posibles puntos de mejora, así como funcionalidades completamente nuevas que podrían desarrollarse en una nueva versión de *Educapiz* ya que, aunque se hayan obtenido unos resultados positivos, todavía queda mucho trabajo por realizar para poder obtener una herramienta completa y competitiva. Concretamente sería necesaria la implantación de *Educapiz* en otros centros educativos, así como la realización de un mayor número de pruebas en estos centros. Por último, pueden agruparse las posibles líneas de trabajo futuro en tres grandes bloques:

- Mejoras del sistema y de la herramienta de autor.
- Análisis automático de calificaciones y evolución de estudiantes.
- Inclusión de aspectos sociales.

6.2.1 Mejoras del sistema y de la herramienta de autor

A continuación se muestran algunos de los aspectos más importantes en los que se podría trabajar para mejorar la herramienta de autor de *Educapiz*:

- Enriquecimiento del formato multimedia de los recursos, implementando la funcionalidad que permita añadir audios o vídeos a los recursos.
- Aumento del número de recursos disponibles.
- Aumento del número de opciones de la herramienta de autor, concretamente:
  - Opciones de formato, copiar y pegar elementos, alinearlos, posibilidad de añadir tablas predefinidas, y otras funcionalidades, sin olvidar que la herramienta, no puede perder la usabilidad que la ha caracterizado en la primera versión de la aplicación.
  - Añadir nuevas mecánicas de resolución, como la posibilidad de añadir recursos con respuesta libre, a modo de redacciones o comentarios de texto que puedan ser evaluados por el profesor.
- Inclusión de una opción para que el profesor pueda subir diferentes tipos de documentos, pdf, doc, videos, etc, en los contenedores de tipo *Temas* y *Apartados* de los cursos para completar la formación de los alumnos.

6.2.2 Módulo de análisis automático de alumnos

Gracias a la información que actualmente se almacena en el sistema (evaluaciones, número de intentos que realiza un estudiante, tiempos de realización de los ejercicios, número de de conexiones, etc.) el módulo actual de obtención de calificaciones medias de un grupo, podría enriquecerse y mejorar de manera muy significativa incluyendo algún módulo estadístico o de análisis de datos. La incorporación de este tipo de módulo permitiría a *Educapiz* mostrar información relacionada con la evolución de un alumno, o de un grupo como por ejemplo:

- Número de interacciones que necesita un alumno para completar un recurso.
- Número medio de intentos de un alumno para realizar los recursos correctamente.

- El tiempo medio que invierte en realizarlos.
- El número de recursos teóricos que realiza, antes de comenzar a intentar los recursos prácticos y su efectividad al realizarlos.
- etc.

Aunque en la versión actual se hayan identificado cuatro tipo de valores estadísticos, se podrían extraer un número muy elevado de estos con poco esfuerzo de implementación, este tipo de información podría ser de gran utilidad para los profesores pudiendo ayudarles a realizar un mejor estudio del rendimiento y evolución de sus alumnos.

En la versión actual de *Educapiz*, los profesores pueden consultar una tabla con las calificaciones de sus alumnos en los cursos que imparten, en ella pueden aplicar diferentes filtros, ordenarlas, extraer las medias, y descargar estos datos en diferentes formatos. Otra de los trabajos futuros en este aspecto, podría estar relacionado con la mejora de la visualización de este tipo de datos, ofreciendo diferentes posibilidades de análisis de los mismos como por ejemplo mediante gráficas, diagramas u otros elementos que puedan ser útiles para estudiar los diferentes resultados almacenados en *Educapiz*.

6.2.3 Módulo social

Un aspecto que se considera importante incluir en un futuro, y que apareció de manera recurrente durante las realización de las pruebas con los alumnos, fue la necesidad de incorporar un módulo social a *Educapiz* que permita una mayor interacción entre los actores del sistema, concretamente se podría incluir un módulo para:

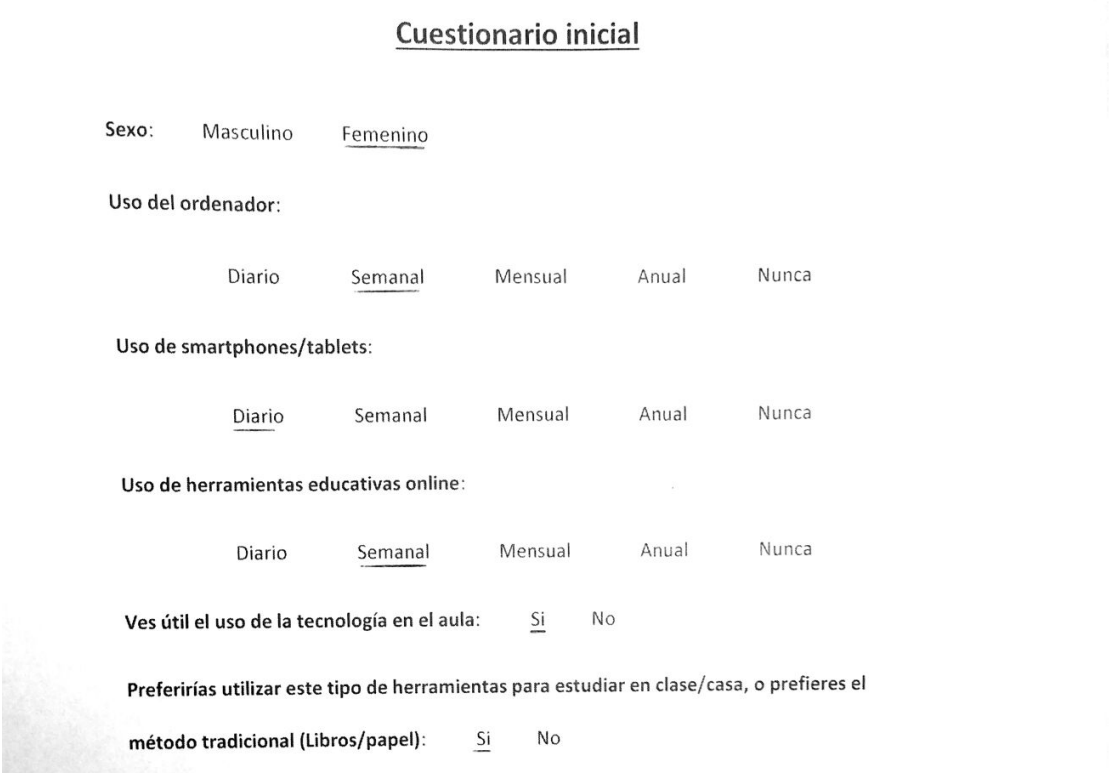
- Incluir una opción de *mensajería privada* que permita la comunicación, mediante un sistema de mensajería dentro de *Educapiz*, entre usuarios que se sigan mutuamente.
- Incluir un *foro* en los diferentes grupos (*Colegios*, *Clases* y *Cursos*) a los que sólo tengan acceso los miembros del mismo, y en los cuales se puedan comentar diferentes aspectos relacionados con el grupo en concreto.
- Incluir un *muro de noticias* en cada grupo, en el cual los profesores pertenecientes al grupo correspondiente, podrán subir noticias relacionadas con el mismo.

También se pretende estudiar la posibilidad de incluir un nuevo tipo de recurso que se realice de forma colaborativa, es decir, que pueda haber más de un usuario interactuando a la vez con el mismo, y los cuales dispongan de un *chat*, mediante el cual los alumnos puedan comunicarse y organizarse para realizarlos.

Apéndice A

Cuestionarios

En esta sección se muestran ejemplos de los cuestionarios realizados por los usuarios, se ha seleccionado un cuestionario al azar de los completados por los alumnos. En concreto en la Figura A.1, se puede ver el cuestionario inicial que tuvieron que realizar antes de realizar las diferentes sesiones. En la Figura A.2, se puede ver el test SUS que se realizaba tras completar los recursos en la aplicación. Por último, en la Figura A.3, se muestra un ejemplo del test final que debían completar al finalizar todas las pruebas.



Cuestionario inicial

Sexo: Masculino Femenino

Uso del ordenador:

Diario Semanal Mensual Anual Nunca

Uso de smartphones/tablets:

Diario Semanal Mensual Anual Nunca

Uso de herramientas educativas online:

Diario Semanal Mensual Anual Nunca

Ves útil el uso de la tecnología en el aula: Si No

Preferirías utilizar este tipo de herramientas para estudiar en clase/casa, o prefieres el método tradicional (Libros/papel): Si No

FIGURA A.1: Ejemplo completo de un cuestionario inicial.

Encuesta Educapiz

Por favor, marque la casilla que refleje su respuesta inmediata a cada afirmación. No piense demasiado sobre cada afirmación. Asegúrese de que responde todas las afirmaciones. Si no sabe que responder, simplemente marque la casilla "3".

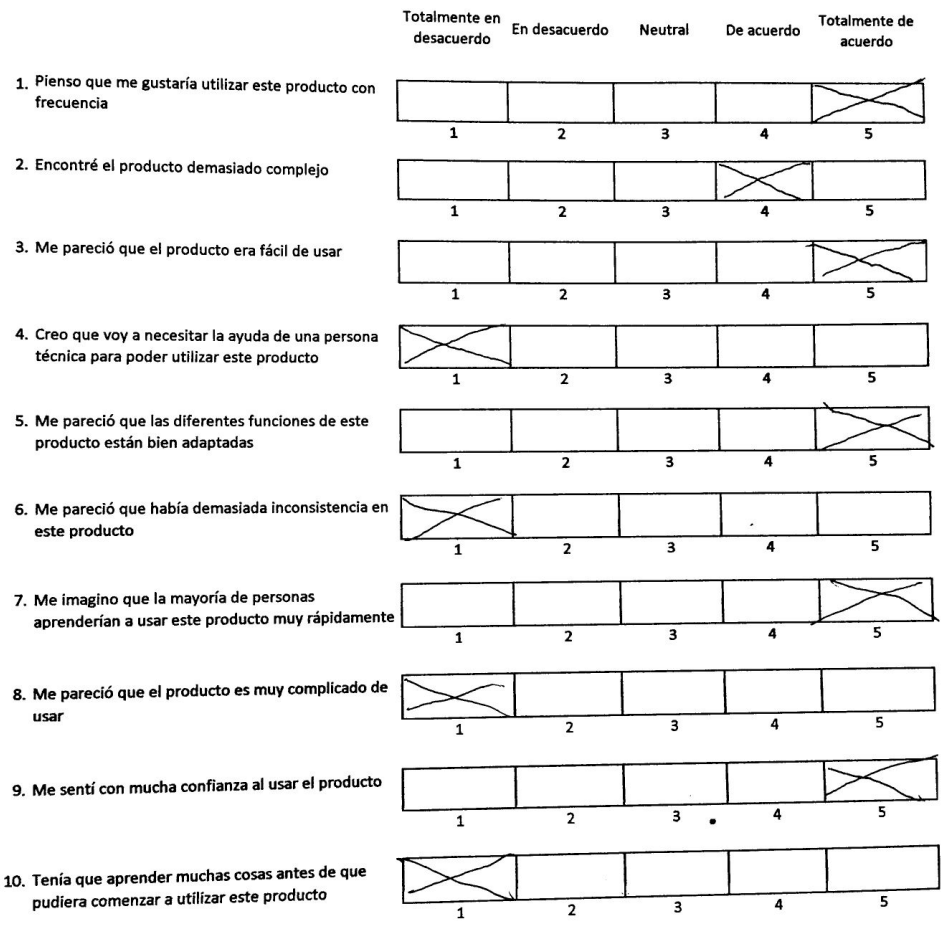


FIGURA A.2: Ejemplo completo de un test SUS.

TEST DE OPINIÓN SOBRE LA APLICACIÓN "EDUCAPIZ"

1.- ¿Has utilizado aplicaciones de este estilo anteriormente? Ya sea en el colegio, o en casa. En caso afirmativo, escribe su nombre si lo recuerdas.
Sí.

2.- ¿Te ha parecido fácil aprender a usar la herramienta? ¿Más o menos que otras que has usado? Sí me ha parecido fácil, Más o menos igual de fáciles.

3.- ¿Te ha parecido una herramienta fácil de usar? ¿Más o menos que otras que has usado?
Sí, muy parecido a los otros que he usado respecto a la facilidad de usarlo

4.- ¿Te ha parecido fácil de aprender a realizar y realizar los diferentes tipos de juegos?
Sí, muy fácil además de divertida

5.- ¿Te ha parecido una herramienta útil para usar durante las explicaciones y realización de ejercicios durante la clase? Sí, me parece muy útil.

6.- ¿Crees que sería útil tener acceso a la aplicación desde tu casa para la realización de deberes, o el estudio/repaso de las asignaturas? Sí, muy útil para estudiar exámenes sobre todo.

7.- ¿Se te ocurre algo para mejorar la aplicación?
No

8.- Cosas positivas de la aplicación.
Que aprendes de una manera dif
y más divertida

9.- Cosas negativas.
Que no corregía bien los ejercicios

10.- Comentario libre.
Me ha parecido una aplicación muy divertida para aprender o estudiar
muy útil tanto para las explicaciones de los profes como para repasar
lo aprendido en casa y entretiene un rato.

FIGURA A.3: Resultados de la encuesta SUS.

Apéndice B

Publicaciones

1. Sergio García Asensio y David Camacho. "Educapiz: Una herramienta para educacion infantil basada en serious games". III Congreso de la Sociedad Española para las Ciencias del Videojuego (CoSECiVi 2016), David Camacho, Marco A. Gómez Martín, Pedro A. González Calero (Eds.), Vol. In press, pp. 170-181, Barcelona, Spain, 29th June, 2016.

Bibliografía

[1] Fundación Telefónica. El largo camino de la innovación educativa en España | Un paso más. URL https://unpasomas.fundaciontelefonica.com/2016/03/31/el-largo-camino-de-la-innovacion-educativa-en-espana/. Último acceso: 2016-08-23.

[2] Microsoft. Microsoft en la Educación. URL https://www.microsoft.com/es-es/education/. Último acceso: 2016-08-23.

[3] Apple. Apple en la educación - Apple (ES). URL http://www.apple.com/es/education/. Último acceso: 2016-08-23.

[4] Google. Google for Education: Una solución desarrollada para docentes y alumnos. URL www.google.com/intl/es-419/edu/. Último acceso: 2016-08-23.

[5] Asociación para la investigación de medios de comunicación (AIMC). El móvil es el principal dispositivo de conexión a internet para 9 de cada 10 internautas - AIMC. URL http://www.aimc.es/El-movil-es-el-principal.html. Último acceso: 2016-08-23.

[6] Jinbao Zhang, Junfeng Yang, Maiga Chang, and Tingwen Chang. *ICT in Education in Global Context: The Best Practices in K-12 Schools*. Springer, 1 edition, February 2016. ISBN 978-981-10-0373-8. Google-Books-ID: YsmbCwAAQBAJ.

[7] Selene Andreu Estévez. Proyecto #ClickTIC: proyecto de intervención profesional: el proceso de integración de las TIC en los centros educativos. Una propuesta para apoyar la labor del coordinador TIC en la escuela. Technical Report 1, Universidad de la Laguna, 9 2015. URL http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/1624. Último acceso: 2016-08-23.

[8] Horacio E. Bosch, Mercedes S. Bergero, Claudio A. Naso, Martín M. Pérez, and María C. Rampazzi. Innovaciones didácticas para ciencias y matemática asistidas por TIC. In *XI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, 2016, Buenos Aires, Argentina*, pages 19–23, 2016. ISBN 978-987-3977-30-5. URL http://hdl.handle.net/10915/53520. Último acceso: 2016-08-23.

[9] Mairead Brady and Ann Devitt. The Role of Winning and Losing within Simulation Games in Higher Education Settings. SSRN Scholarly Paper ID 2738083, Social Science Research Network, Rochester, NY, February 2016. URL http://papers.ssrn.com/abstract=2738083. Último acceso: 2016-08-23.

[10] Katherine Smith, Yuzhong Shen, John Shull, Tony Dean, and Jennifer Michaeli. A toolkit for presenting advanced mathematics in serious games. In *SoutheastCon 2016*, pages 1–2, 2016. doi: 10.1109/SECON.2016.7506687.

[11] Elizabeth A. Boyle, Thomas Hainey, Thomas M. Connolly, Grant Gray, Jeffrey Earp, Michela Ott, Theodore Lim, Manuel Ninaus, Claudia Ribeiro, and João Pereira. An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. - *Computers & Education*, 94:178–192, March 2016. ISSN 0360-1315. doi: 10.1016/j.compedu.2015.11.003. URL http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131515300750. Último acceso: 2016-08-23.

[12] Carlos de Castro Hernández and Patricia Gutiérrez del Álamo Rodríguez. Integración curricular de una plataforma online para el aprendizaje de las matemáticas en educación primaria. *EDMETIC*, 5(1):143–164, 2015.

[13] Julio César González Mariño. B-learning utilizando software libre, una alternativa viable en educación superior. *Revista Complutense de Educación*, 17(1):121–133, 2006. ISSN 1988-2793. URL http://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/RCED0606120121A. Último acceso: 2016-08-23.

[14] Line Helverskov Horn and Md Saifuddin Khalid. Developing Creative Problem Solving and Professional Identity through ICT in Higher Education. *Handbook of Research on Creative Problem-Solving Skill Development in Higher Education*, (21): 408–429, 2016.

[15] Petros Lameras, Sylvester Arnab, Ian Dunwell, Craig Stewart, Samantha Clarke, and Panagiotis Petridis. Essential features of serious games design in higher education: Linking learning attributes to game mechanics. *British Journal of Educational Technology*, may 2016. ISSN 1467-8535. doi: 10.1111/bjet.12467. URL http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bjet.12467/abstract. Último acceso: 2016-08-23.

[16] Maria José Marcelino, Antonió José Mendes, and Maria Cristina Azevedo Gomes. *ICT in Education: Multiple and Inclusive Perspectives*. Springer International Publishing, 1 edition, December 2015. ISBN 978-3-319-22900-3. Google-Books-ID: Ryg3CwAAQBAJ.

[17] Kruti Patel, Megha Purohit, and Vijaykumar Gadhavi. Interactive Technologies for Improving Quality of Education to Build Collaborative Learning Environment in Academic Institutes. *Conference of SAL Insitute of Tchnology and Engineering Research*, pages 22–26, 2016. URL http://www.academia.edu/download/41581356/NCICTP008.pdf. Último acceso: 2016-08-23.

[18] Ghulam Muhammad, Muhammad Hussain, Muneer Al-Hammadi, Hatim Aboalsamh, Hassan Mathkour, and Amir Saeed Malik. Short-term and long-term memory analysis of learning using 2d and 3d educational contents. *Behaviour & Information Technology*, 0(0):1–10, August 2016. ISSN 0144-929X. doi: 10.1080/0144929X.2016.1212094. URL http://dx.doi.org/10.1080/0144929X.2016.1212094. Último acceso: 2016-08-23.

[19] Gökben Turgut, Yeliz Tunga, and Tarık Kisla. Technology Education In Preschool: An Applied Sample Lesson. *International Journal on New Trends in Education & their Implications (IJONTE)*, 7(1):81–91, 2016. URL https://www.researchgate.net/profile/Yeliz_Tunga/publication/292604634_TECHNOLOGY_EDUCATION_IN_PRESCHOOL_AN_APPLIED_SAMPLE_LESSON/links/56e6ad2b08ae65dd4cc1bc61.pdf. Último acceso: 2016-08-23.

[20] Santi Caballé and Robert Clarisó. *Formative Assessment, Learning Data Analytics and Gamification: In ICT Education*. Elsevier Science, 1 edition, May 2016. ISBN 978-0-12-803667-9.

[21] Anke Berns, Antonio Gonzalez-Pardo, and David Camacho. Game-like language learning in 3-d virtual environments. *Computers & Education*, 60(1): 210 – 220, 2013. URL http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131512001601. Último acceso: 2016-08-23.

[22] Anke Berns, Antonio Gonzalez-Pardo, and David Camacho. Implementing the use of virtual worlds in the teaching of foreign languages (level a1). In *Proceedings of Learning a Language in Virtual Worlds: A Review of Innovation and ICT in Language Teaching Methodology*, pages 33 – 40. Warsaw Academy of Computer Science, 2011. ISBN 978-83-88910-36-4.

[23] Paloma Garrido Iñigo. Viabilidad de las plataformas virtuales en la enseñanza de una lengua extranjera. *Revista de investigación en educación*, 2(10):129–140, 2012. URL https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4733682. Último acceso: 2016-08-23.

[24] Paloma Garrido Íñigo. Diseño de Actividades de Aprendizaje de una Lengua de Especialidad con Opensim. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 1(1):25–45, June 2012. URL http://journals.epistemopolis.org/index.php/csociales/article/view/1206. Último acceso: 2016-08-23.

[25] Paloma Garrido Iñigo and Francisco Rodríguez-Moreno. The reality of virtual worlds: pros and cons of their application to foreign language teaching. *Interactive Learning Environments*, 23(4):453–470, July 2015. ISSN 1049-4820. doi: 10.1080/10494820.2013.788034. URL http://dx.doi.org/10.1080/10494820.2013.788034. Último acceso: 2016-08-23.

[26] Verónica Artola, Cecilia Verónica Sanz, Lucrecia Moralejo, Patricia Mabel Pesado, and Sandra Baldassarri. Authoring tool for creating tangible interaction-based educational activities. *Journal of Computer Science & Technology*, 15(2):114–121, 2015.

[27] Authoring Tools and Social Media - W3c. URL https://www.w3.org/standards/agents/authoring. Último acceso: 2016-08-23.

[28] Aaron Brazell. *WordPress Bible*. John Wiley and Sons, 2 edition, March 2011. ISBN 978-1-118-07724-5.

[29] George Escobar and Laurence Kirsh. Authoring tools for multimedia application development and network delivery, June 1996. URL http://www.google.ch/patents/WO1996019779A1. WO Patent App. PCT/US1995/016,883.

[30] Aldo Gordillo, Enrique Barra, Daniel Gallego, and Juan Quemada. An online e-Learning authoring tool to create interactive multi-device learning objects using e-Infrastructure resources. In *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1914–1920, October 2013. doi: 10.1109/FIE.2013.6685169.

[31] Hyung-Keun Jee, Sukhyun Lim, Jinyoung Youn, and Junsuk Lee. An augmented reality-based authoring tool for E-learning applications. *Multimedia Tools and Applications*, 68(2):225–235, September 2011. ISSN 1380-7501, 1573-7721. doi: 10.1007/s11042-011-0880-4. URL http://link.springer.com/article/10.1007/s11042-011-0880-4. Último acceso: 2016-08-23.

[32] Sergio García Asensio and David Camacho. Desarrollo de videojuegos educativos para Educación Secundaria. Technical report, Universidad Autónoma de Madrid, September 2014. URL https://repositorio.uam.es/handle/10486/662265. Último acceso: 2016-08-23.

[33] Generalitat de Catalunya y XTEC (Xarxa Telematica Educativa de Catalunya. Plataforma jclic. URL http://clic.xtec.cat/es/jclic/. Último acceso: 2016-08-23.

[34] Canadá Centro de Humanidades de la Universidad de Victoria (UVIC). Plataforma hot potaoes. URL https://hotpot.uvic.ca/. Último acceso: 2016-08-23.

[35] Sebastiýo Araýjo do Nascimento Filho, Juliana Regueira Basto Diniz, and Sýnia Virgýnia Alves França. E-learning: An approach using tools for creation online activities. In *2016 8th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS)*, pages 1–4, April 2016. doi: 10.1109/EATIS.2016.7520151.

[36] M. Rosa Rozas, Jorge Costa, Lidia Francés, Helena Viñas, Angels Paulí, and Cristina Martínez. Autoevaluación del aprendizaje en enfermería con ejercicios interactivos del programa Hot Potatoes. *Educación Médica*, 11(1):19–27, March 2008. ISSN 1575-1813. URL http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1575-18132008001100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es. Último acceso: 2016-08-23.

[37] Aplicaciones Educativas de Hot Potatoes - Índice. URL http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/62/cd/indice.htm. Último acceso: 2016-08-23.

[38] Cibal Multimedia. Plataforma pipoclub. URL https://www.pipoclub.com. Último acceso: 2016-08-23.

[39] Mundo primaria. Plataforma mundoprimaria. URL https://www.mundoprimaria.com. Último acceso: 2016-08-23.

[40] Antonio Salinas y María Jesús Egea. Plataforma vedoque. URL https://www.vedoque.com. Último acceso: 2016-08-23.

[41] Antonio Salinas y María Jesús Egea. URL http://www.ite.educacion.es/en/comunicaciones-iii-congreso/experiencias-de-centros/551-novedades-en-wwwvedoquecom-. Último acceso: 2016-08-23.

[42] Editorial SM. Plataforma saviadigital. URL https://www.smsaviadigital.com. Último acceso: 2016-08-23.

[43] Junta de Extremadura. Plataforma constructor 2.0. URL https://constructor.educarex.es/. Último acceso: 2016-08-23.

[44] Junta de Comunidades de Castilla La Mancha. Plataforma cuadernia. URL http://cuadernia.educa.jccm.es/maquetador/. Último acceso: 2016-08-23.

[45] Zühal Okan. Edutainment: is learning at risk? *British Journal of Educational Technology*, 34(3):255–264, June 2003. ISSN 1467-8535. URL http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1467-8535.00325/abstract. Último acceso: 2016-08-23.

[46] About ESA. URL http://www.theesa.com/about-esa/. Último acceso: 2016-08-23.

[47] Sebastian Deterding, Dan Dixon, Rilla Khaled, and Lennart Nacke. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification". In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, MindTrek '11, pages 9–15. ACM, 2011. ISBN 978-1-4503-0816-8. URL http://doi.acm.org/10.1145/2181037.2181040. Último acceso: 2016-08-23.

[48] Charles F. Hofacker, Ko de Ruyter, Nicholas H. Lurie, Puneet Manchanda, and Jeff Donaldson. Gamification and Mobile Marketing Effectiveness. *Journal of Interactive Marketing*, 34:25–36, May 2016. ISSN 1094-9968. URL http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1094996816300019. Último acceso: 2016-08-23.

[49] Marianna Sigala. Gamification for Crowdsourcing Marketing Practices: Applications and Benefits in Tourism. In Fernando J. Garrigos-Simon, Ignacio Gil-Pechuán, and Sofia Estelles-Miguel, editors, *Advances in Crowdsourcing*, pages 129–145. Springer International Publishing, 2015. ISBN 978-3-319-18340-4 978-3-319-18341-1. doi: 10.1007/978-3-319-18341-1_11. URL http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-18341-1_11. Último acceso: 2016-08-23.

[50] Oliver Korn. Industrial Playgrounds: How Gamification Helps to Enrich Work for Elderly or Impaired Persons in Production. In *Proceedings of the 4th ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems*, EICS '12, pages 313–316. ACM, 2012. ISBN 978-1-4503-1168-7. URL http://doi.acm.org/10.1145/2305484.2305539. Último acceso: 2016-08-23.

[51] Angelos P. Markopoulos, Anastasios Fragkou, Petros D. Kasidiaris, and J. Paulo Davim. Gamification in engineering education and professional training. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 43(2):118–131, April 2015. ISSN 0306-4190, 2050-4586. URL http://ijj.sagepub.com/content/43/2/118. Último acceso: 2016-08-23.

[52] Susan Sandusky. Gamification in Education. Technical report, The University of Arizona, January 2015. URL http://arizona.openrepository.com/arizona/handle/10150/556222. Último acceso: 2016-08-23.

[53] José Martí-Parreño, Ernesto Méndez-Ibáñez, and Adolfo Alonso-Arroyo. The use of gamification in education: a bibliometric and text mining analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, pages n/a–n/a, January 2016. ISSN 1365-2729. URL http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jcal.12161/abstract. Último acceso: 2016-08-23.

[54] Ruth S. Contreras Espinosa and Jose Luis Eguia. *Gamificación en aulas universitarias.* Bellaterra, 2016. ISBN 978-84-944171-6-0. URL http://incom.uab.cat/download/eBook_incomuab_gamificacion.pdf. Último acceso: 2016-08-23.

[55] David Gibson, Nathaniel Ostashewski, Kim Flintoff, Sheryl Grant, and Erin Knight. Digital badges in education. *Education and Information Technologies*, 20(2):403–410, November 2013. ISSN 1360-2357, 1573-7608. URL http://link.springer.com/article/10.1007/s10639-013-9291-7. Último acceso: 2016-08-23.

[56] Lin Y. Muilenburg and Zane L. Berge. *Digital Badges in Education: Trends, Issues, and Cases.* Routledge, March 2016. ISBN 978-1-317-51337-7. Google-Books-ID: bbnOCwAAQBAJ.

[57] Seterra online - juegos de geografía. URL http://online.seterra.net/es. Último acceso: 2016-08-23.

[58] Bryan Bergeron. *Developing Serious Games (Game Development Series).* Charles River Media, Inc., Rockland, MA, USA, 2005. ISBN 978-1-58450-444-3.

[59] Chang-Wook Lim and Hyung-Won Jung. A study on the military Serious Game. pages 73–77. Science & Engineering Research Support soCiety, December 2013. doi: 10.14257/astl.2013.39.14. URL http://onlinepresent.org/proceedings/vol39_2013/14.pdf. Último acceso: 2016-08-23.

[60] Slavko Angelevski and Dimitar Bogatinov. Computer gaming technology for military training – serious games. *Contemporary Macedonian Defence – International Scientific Defence, Security and Peace Journal*, 14(26):73–85, June 2014. ISSN 1409-8199. URL http://www.morm.gov.mk/?page_id=13389&lang=en. Último acceso: 2016-08-23.

[61] Víctor Rodríguez-Fernández, Héctor D. Menéndez, and David Camacho. Automatic profile generation for UAV operators using a simulation-based training environment. *Progress in AI*, 5(1):37–46, 2016. doi: 10.1007/s13748-015-0072-y. URL http://dx.doi.org/10.1007/s13748-015-0072-y.

[62] Víctor Rodríguez-Fernández, Cristian Ramírez-Atencia, and David Camacho. A multi-uav mission planning videogame-based framework for player analysis. In *IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2015, Sendai, Japan, May*

25-28, 2015, pages 1490–1497, 2015. doi: 10.1109/CEC.2015.7257064. URL http://dx.doi.org/10.1109/CEC.2015.7257064.

[63] David R. Michael and Sandra L. Chen. *Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade, 2005. ISBN 978-1-59200-622-9.

[64] Stefan Göbel, Sandro Hardy, Viktor Wendel, Florian Mehm, and Ralf Steinmetz. Serious Games for Health: Personalized Exergames. In *Proceedings of the 18th ACM International Conference on Multimedia*, MM '10, pages 1663–1666, New York, NY, USA, 2010. ACM. ISBN 978-1-60558-933-6. doi: 10.1145/1873951.1874316. URL http://doi.acm.org/10.1145/1873951.1874316. Último acceso: 2016-08-23.

[65] Nabila Hamdaoui, Mohammed Khalidi idrissi, and Samir Bennani. Serious Games in Education Towards the standardization of the teaching-learning process. *Advances in Educational Technologies*, pages 174–181, 2014. URL https://www.researchgate.net/profile/Vladislav_Slavov/publication/266088186_Virtual_Labs_in_ELFE_-_First_Steps/links/542befb40cf277d58e8a5662.pdf#page=174. Último acceso: 2016-08-23.

[66] Sara de Freitas and Fotis Liarokapis. Serious Games: A New Paradigm for Education? In Minhua Ma, Andreas Oikonomou, and Lakhmi C. Jain, editors, *Serious Games and Edutainment Applications*, pages 9–23. Springer London, 2011. ISBN 978-1-4471-2160-2 978-1-4471-2161-9. doi: 10.1007/978-1-4471-2161-9_2. URL http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4471-2161-9_2. Último acceso: 2016-08-23.

[67] Minhua Ma, Andreas Oikonomou, and Lakhmi C. Jain. Innovations in Serious Games for Future Learning. In Minhua Ma, Andreas Oikonomou, and Lakhmi C. Jain, editors, *Serious Games and Edutainment Applications*, pages 3–7. Springer London, 2011. ISBN 978-1-4471-2160-2 978-1-4471-2161-9. doi: 10.1007/978-1-4471-2161-9_1. URL http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4471-2161-9_1. Último acceso: 2016-08-23.

[68] Kae Novak and Rurik Nackerud. Choosing a Serious Game for the Classroom:An Adoption Model for Educators. In Minhua Ma, Andreas Oikonomou, and Lakhmi C. Jain, editors, *Serious Games and Edutainment Applications*, pages

291–308. Springer London, 2011. ISBN 978-1-4471-2160-2 978-1-4471-2161-9. doi: 10.1007/978-1-4471-2161-9_15. URL http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4471-2161-9_15. Último acceso: 2016-08-23.

[69] Frida Diaz. Los juegos serios y su potencial como dispositivos educativos, April 2016. URL http://www.eduforics.com/los-juegos-serios-y-su-potencial-como-dispositivos-educativos/. Último acceso: 2016-08-23.

[70] Educapeques. URL http://www.educapeques.com/juegos-educativos/. Último acceso: 2016-08-23.

[71] e UCM. Plataforma eadventure. URL http://e-adventure.e-ucm.es/. Último acceso: 2016-08-23.

[72] Daniel Burgos, Pablo Moreno-Ger, Jose Luis Sierra, Baltasar Fernandez-Manjon, and Rob Koper . Authoring game-based adaptive units of learning with IMS Learning Design and e-Adventure. *International Journal of Learning Technology*, 3(3):252–268, January 2007. ISSN 1477-8386. doi: 10.1504/IJLT.2007.015444. URL http://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJLT.2007.015444. Último acceso: 2016-08-23.

[73] This war of mine. URL http://www.thiswarofmine.com/#home. Último acceso: 2016-08-23.

[74] Papo & yo. URL http://www.weareminority.com/papo-yo/. Último acceso: 2016-08-23.

[75] HTML5, . URL https://www.w3.org/TR/html5/. Último acceso: 2016-08-23.

[76] Web Storage (Second Edition). URL https://www.w3.org/TR/webstorage/. Último acceso: 2016-08-23.

[77] JavaScript Tutorial. URL http://www.w3schools.com/js/. Último acceso: 2016-08-23.

[78] Flask Documentation (v0.11). URL http://flask.pocoo.org/docs/0.11/. Último acceso: 2016-08-23.

[79] The BSD 2-Clause License | Open Source Initiative. URL https://opensource.org/licenses/BSD-2-Clause. Último acceso: 2016-08-23.

[80] Miguel Grinberg. *Flask Web Development: Developing Web Applications with Python*. O'Reilly Media, Inc., 1st edition, 2014. ISBN 1449372627, 9781449372620. URL http://shop.oreilly.com/product/0636920031116.do. Último acceso: 2016-08-23.

[81] Bootstrap 3.2.0 Documentation - BootstrapDocs. URL http://bootstrapdocs.com/v3.2.0/docs/. Último acceso: 2016-08-23.

[82] Metro UI CSS - The front-end framework for developing projects on the web in Windows Metro Style, . URL http://metroui.org.ua/. Último acceso: 2016-08-23.

[83] Measuring Usability with the System Usability Scale (SUS): MeasuringU, . URL http://www.measuringu.com/sus.php. Último acceso: 2016-08-23.

[84] James R. Lewis and Jeff Sauro. The Factor Structure of the System Usability Scale. In *Proceedings of the 1st International Conference on Human Centered Design: Held As Part of HCI International 2009*, HCD 09, pages 94–103, Berlin, Heidelberg, 2009. Springer-Verlag. ISBN 978-3-642-02805-2. doi: 10.1007/978-3-642-02806-9_12. URL http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02806-9_12. Último acceso: 2016-08-23.

[85] HTML Responsive Web Design, . URL http://www.w3schools.com/html/html_responsive.asp. Último acceso: 2016-08-23.