

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR



Grado en Ingeniería Informática

TRABAJO FIN DE GRADO

**PLATAFORMA DE E-LEARNING GAMIFICADA DE
CONFIGURACIÓN SENCILLA Y DESPLIEGUE LIGERO**

Celia Mateos de Miguel

Tutor: Iván Cantador Gutiérrez

FEBRERO 2018

PLATAFORMA E-LEARNING GAMIFICADA DE CONFIGURACIÓN SENCILLA Y DESPLIEGUE LIGERO

AUTORA: Celia Mateos de Miguel

TUTOR: Iván Cantador Gutiérrez

**Dpto. Ingeniería Informática
Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid**

Febrero de 2018

Resumen

La gamificación se define como el empleo de dinámicas y mecánicas utilizadas en juegos en un contexto no lúdico con el fin de aumentar la motivación, interés y fidelidad de las personas. Este trabajo fin de grado se centra en el entorno educativo.

El proyecto consiste en un sistema e-learning gamificado a través del cual se intenta motivar a los estudiantes a hacer ejercicios de una materia y colaborar entre ellos mediante la obtención de premios, realización de pruebas, generación de rankings, participación en un foro, etc., y de esta manera, lograr que su interés por la asignatura aumente.

El sistema cuenta con una arquitectura ligera y adaptable a cualquier asignatura sin necesidad de que los profesores posean grandes conocimientos de informática en general y de programación en particular. Para conseguir ligereza se prescinde de una base de datos y aplicación web convencional. En su lugar se utilizan herramientas proporcionadas por Google, tales como Google Forms y Google Spreadsheet, gracias a las cuales los datos quedan almacenados en la nube. Cualquier profesor podrá crear un formulario con ejercicios tipo test que posteriormente incluirá en el sistema, para que estén disponibles a los estudiantes vía web.

El sistema ha sido probado con estudiantes de la asignatura Programación I del primer curso del Grado en Ingeniería Informática de la EPS de la UAM. Con el fin de realizar estudios sobre el efecto de la gamificación en el contexto educativo, y las relaciones entre los diferentes tipos de jugadores y sus motivaciones, se ha diseñado una herramienta que analiza estos aspectos, además de las acciones que los estudiantes hacen en el sistema.

Palabras clave

Gamificación, e-learning, motivación de estudiantes

Abstract

Gamification can be defined as the application of game dynamics and mechanics in non-gaming context with the purpose of increasing people's motivation, interest and loyalty. This thesis is focus on the use of gamification on the education domain.

The thesis involves a gamified e-learning system aimed to motivate students to do assignments and collaborate with classmates by means of rankings, rewards, forums, etc., and thus increase their interest on a subject.

The system is based on a lightweight architecture, which can be adapted to any learning subject, and do not require teachers having specific computer science knowledge and programming skills. In order to provide such a lightweight architecture, the system does not use standard database and Web application, but Google applications such as Google Forms and Google Spreadsheets, which allow storing the system data in the cloud. Hence, any teacher could create online forms with multiple-option questions and, afterwards, incorporate them into the system so students can access them.

The system has been tested by students of "Programación I" subject of the Computer Science degree at EPS OF UAM. With the purpose of analyzing the effect of gamification in the education context, and the relationships between player types and their motivations, a tool has been designed that analyzes these aspects, in addition to actions performed by students within the system.

Keywords

Gamification, e-learning, student motivation

Agradecimientos

A lo largo de estos meses muchas han sido las personas que en mayor o menor medida me han ayudado a poder llevar a cabo con éxito este trabajo. A todas ellas gracias.

En especial, a mi tutor Iván Cantador, por su dedicación y ayuda desde el primer día que dimos comienzo a este proyecto.

A todos los estudiantes de la asignatura de Programación I de la EPS en la UAM, ya que sin ellos no habría sido posible realizar las pruebas del sistema.

A mis compañeros y amigos de la carrera, en especial a César, Javier y Adrián, que sin ellos mis años de universidad no habrían sido lo mismo. Gracias por estar a mi lado en los momentos de mayor estrés.

A ti, Fernando, gracias por estar conmigo durante toda mi etapa universitaria y apoyarme en todo momento. Este proyecto no habría sido igual sin ti. Gracias cariño.

A mi familia por el constante apoyo que he recibido durante mis años de carrera. Gracias por soportarme siempre que pierdo los nervios y por darme los mejores consejos cuando los he necesitado.

A todos vosotros, gracias.

INDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción	1
1.1. Motivación.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Organización del documento	4
2. Estado del arte	5
2.1. Gamificación	5
2.2. Elementos de la gamificación.....	6
2.2.1. Dinámicas	7
2.2.2. Mecánicas.....	8
2.2.3. Motivaciones	10
2.3. Tipos de jugador	11
2.4. Gamificación en la educación.....	13
3. Diseño	16
3.1. Análisis de requisitos	16
3.1.1. Requisitos funcionales	16
3.1.2. Requisitos no funcionales	17
3.2. Funcionalidades.....	18
3.3. Arquitectura del sistema	19
3.3.1. Módulos del sistema	19
3.3.2. Conexión entre módulos.....	20
4. Desarrollo.....	23
4.1. Configuración del sistema	23
4.2. Interfaz del sistema	26
5. Integración, pruebas y resultados	36

6. Conclusiones y trabajo futuro	40
6.1. Conclusiones.....	40
6.2. Trabajo futuro	40
Referencias	41
Anexos	43
Anexo A. Cuestionario sobre personalidad	43
Anexo B. Cuestionario sobre motivaciones.....	45
Anexo C. Cuestionario System Usability Scale (SUS)	47

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. OBJETIVOS DE DISEÑO DE ESTRATEGIAS RELACIONADAS CON “GAME THINKING”	6
FIGURA 2. ELEMENTOS DE LA GAMIFICACIÓN	7
FIGURA 3. MECÁNICAS Y DINÁMICAS DE JUEGO	10
FIGURA 4. TIPOS DE JUGADOR SEGÚN BARTLE	11
FIGURA 5. CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE JUGADOR SEGÚN MARCZEWSKI.....	12
FIGURA 6. APLICACIÓN “DUOLINGO” - PROGRESO DIARIO	13
FIGURA 7. APLICACIÓN “CODECOMBAT”	14
FIGURA 8. APLICACIÓN “CLASSDOJO” - DIFERENTES AVATARES.....	14
FIGURA 9. APLICACIÓN “TOOVARI” - PROGRESO DE CADA SEMANA	15
FIGURA 10. CASO DE USO: ACCIONES QUE PUEDEN REALIZAR LOS USUARIOS.....	18
FIGURA 11. CASO DE USO: ACCIONES PARA HACER O RESPONDER PREGUNTA EN FORO	18
FIGURA 12. CASO DE USO: ACCIÓN PARA ACCEDER AL PROGRESO DE LA CLASE	19
FIGURA 13. CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS.....	20
FIGURA 14. EJEMPLO DE FORMULARIO DE EJERCICIOS TEMA 8	21
FIGURA 15. EJEMPLO DE HOJA DE CÁLCULO TEMA 8	21
FIGURA 16. FUNCIÓN CÓDIGO CON GOOGLE APP SCRIPT	22
FIGURA 17. EJEMPLO DE PROGRESO DE LA CLASE	22
FIGURA 18. EJEMPLO DE HOJA DE CÁLCULO QUE REGISTRA ACTIVIDAD DEL ESTUDIANTE	22
FIGURA 19. FRAGMENTO DE CÓDIGO EN GOOGLE APP SCRIPT	24
FIGURA 20. FORMATO PARA CORREO ELECTRÓNICO	24
FIGURA 21. URL HOJA DE CÁLCULO DE CADA TEMA.....	25
FIGURA 22. URL DE LOS FORMULARIOS DE CADA CONCEPTO	26
FIGURA 23. NOMBRE DE CADA UNO DE LOS TEMAS	26
FIGURA 24. SECCIÓN “TIPO DE JUGADOR” DEL SISTEMA.....	27
FIGURA 25. FORMULARIO DE TIPO DE JUGADOR	27
FIGURA 26. FORMULARIO DE SATISFACCIÓN CON LA APLICACIÓN.....	28
FIGURA 27. FORMULARIO DE MOTIVACIONES.....	28
FIGURA 28. SECCIÓN “MIS LOGROS” DEL SISTEMA (MEDALLAS)	29
FIGURA 29. SECCIÓN “MIS LOGROS” DEL SISTEMA (INSIGNIAS)	29
FIGURA 30. SECCIÓN “CUESTIONARIOS” DEL SISTEMA	30
FIGURA 31. FORMULARIO DE EJERCICIO	31

FIGURA 32. FORMULARIO “PROPUESTA DE EJERCICIO”	32
FIGURA 33. SECCIÓN “FORO” DEL SISTEMA	33
FIGURA 34. SECCIÓN “PROGRESO INDIVIDUAL” DEL SISTEMA.....	34
FIGURA 35. SECCIÓN “PROGRESO DE LA CLASE” DEL SISTEMA	34
FIGURA 36. SECCIÓN “RANKING INDIVIDUAL” DEL SISTEMA	35
FIGURA 37. GRÁFICA CON EL NÚMERO DE ESTUDIANTES POR TIPO JUGADOR	36
FIGURA 38. GRÁFICA CON EL NÚMERO ESTUDIANTES POR TIPO JUGADOR (CON ETIQUETA)	37
FIGURA 39. GRÁFICA CON EL NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE HAN PARTICIPADO EN CADA TEMA.....	37
FIGURA 40. GRÁFICA CON LA ACTIVIDAD DE LA CLASE	38
FIGURA 41. GRÁFICA CON LOS EJERCICIOS REALIZADOS POR TEMA	38
FIGURA 42. GRÁFICA CON LA ACTIVIDAD INDIVIDUAL DE CADA ESTUDIANTE.....	39

GLOSARIO

API	<i>Application Programming Interface</i> . Serie de comandos, funciones y procedimientos que permiten la creación de programas específicos para ciertos sistemas operativos.
Achiever	Tipo de jugador que tiene como objetivo principal resolver retos y obtener una recompensa por ello.
Amcharts	Herramienta web para crear gráficos.
Bootstrap	Conjunto de herramientas para diseño de aplicaciones web.
Gamificación	Uso de mecánicas y dinámicas de juego en ámbitos no lúdicos.
Google App Script	Lenguaje de programación integrado con los Google Spreadsheet. Es un lenguaje muy similar a Javascript.
Killer	Tipo de jugador que busca derrotar a los demás.
HTML	<i>HyperText Markup Language</i> . Lenguaje de marcado que sirve para desarrollar páginas web.
Philanthropist	Tipo de jugador al que le gusta ayudar al resto de manera altruista.
Socializer	Tipo de jugador cuya motivación principal es relacionarse con más gente.
SUS	<i>System Usability Scale</i> . Cuestionario destinado a la medición de la usabilidad de un sistema informático.

1. Introducción

En este Trabajo de Fin de Grado (TFG) se presenta un sistema de e-learning gamificado. En la siguiente sección se detallarán los principales motivos por los que se ha desarrollado tal sistema y cuáles son sus características distintivas. Posteriormente, se enunciarán los objetivos del trabajo junto con la estructura del presente documento.

1.1. Motivación

En todo proceso de aprendizaje para que un estudiante obtenga buenos resultados es necesario que se esfuerce y tenga cierto interés por los conceptos y contenidos a aprender. Esto no siempre ocurre y puede deberse a varios factores, aunque en muchas ocasiones la razón principal es el uso de una metodología docente no estimulante. En estos casos, se hace oportuno reemplazar o complementar las actividades formativas con otras alternativas más atractivas y divertidas para los estudiantes.

En particular, durante los últimos años han proliferado metodologías docentes de carácter lúdico destinadas a aumentar el interés y “enganche” (del inglés *engagement*) de los estudiantes. Estas metodologías están basadas en lo que se ha dado a conocer como “gamificación” [6], que consiste en trasladar mecánicas y dinámicas de juegos al ámbito educativo, con el fin de hacerlo más atractivo y lograr mayor interés y participación de los estudiantes y, por consiguiente, mejores resultados en su aprendizaje y rendimiento académico [8].

Hoy en día existen muchas aplicaciones software educativas que hacen uso de la gamificación, por ejemplo, aplicaciones utilizadas en e-learning como Duolingo¹, que plantea “retos” por los que el estudiante va aprendiendo un idioma a medida que los va superando, y CodeSchool² donde se aprenden diferentes lenguajes de programación superando “niveles” y obteniendo “insignias”, entre otros aspectos. Aplicando dichas técnicas de gamificación se consigue captar la atención de los estudiantes, que observan y ven recompensado constantemente su progreso en su aprendizaje.

En la literatura, los usuarios de aplicaciones de gamificación se suelen clasificar en diferentes perfiles dependiendo de las motivaciones que los impulsan a participar en unas u otras mecánicas de juego. Así, en general, se definen una serie de “tipos de jugadores” según los propósitos u objetivos que los usuarios desean alcanzar. Por ejemplo, para Richard Bartle [1], existen cuatro perfiles de usuario principales:

- **Achievers.** Su objetivo principal es resolver múltiples retos y conseguir algún tipo de recompensa por ello.

¹ <https://www.duolingo.com>

² <http://www.codeschool.com>

- **Explorers.** Les gusta explorar cosas nuevas o desconocidas.
- **Socializers.** Lo que les motiva son aspectos sociales, ya que su motivación intrínseca principal es relacionarse con los demás.
- **Killers.** Buscan derrotar a los demás jugadores.

En el sistema implementado en este TFG se consideran algunos de estos tipos de jugadores. En particular, por tratarse de un entorno educativo, el jugador “killer” no se emplea, y es reemplazado por el jugador “philantropist”, uno de los seis tipos de jugadores propuestos por Marczewski [12], cuya motivación principal es la de ayudar al resto de usuarios sin esperar ningún tipo de recompensa, es decir, actuar de manera altruista.

A diferencia de aplicaciones de e-learning existentes, el sistema diseñado e implementado en este TFG es una plataforma genérica (i.e., que es adaptable a cualquier asignatura), de configuración sencilla (i.e., que no requiere grandes conocimientos de informática), y de despliegue ligero (i.e., que no necesita de infraestructuras software-hardware sofisticadas), para que cualquier docente pueda hacer uso de ella.

Además de ello, el sistema desarrollado añade varias mecánicas de gamificación, cuestionarios de adquisición de perfiles y motivaciones de los estudiantes, cuestionarios de opinión, y una herramienta de análisis de los mismos y de acciones de los estudiantes en el sistema; todo ello destinado no sólo a llevar un seguimiento del progreso de aprendizaje de los estudiantes, sino también a posibilitar estudios sobre el efecto de la gamificación, las relaciones entre tipos de jugadores y motivaciones, entre otros aspectos.

1.2. Objetivos

El objetivo último del sistema implementado será el realizar estudios sobre el impacto de la gamificación en el ámbito educativo. Para facilitararlo en un futuro, se plantea desarrollar una aplicación web mediante la cual se intente motivar a los estudiantes, aumentando su interés y participación en una asignatura dada.

Se establece que el sistema a desarrollar ha de ser:

- **Ligero.** No ha de necesitar ningún requisito específico de hardware/software. Únicamente hará uso de HTML con JavaScript, así como de herramientas y recursos en la nube, tales como Google Forms³ y Google Spreadsheets⁴.

³ <https://www.google.com/intl/es/forms/about>

⁴ <https://www.google.es/intl/es/sheets/about>

- Genérico. Ha de estar diseñado para que se pueda usar en distintas asignaturas de cualquier área o disciplina sin necesidad de realizar una gran cantidad de cambios. Además, todos los ejercicios propuestos deben ser tipo test realizados con las herramientas de Google. Cada vez que un estudiante decida rellenar un cuestionario, deberá proporcionar su correo electrónico (el mismo con el que realizó el registro en la aplicación).
- Gamificado. Contará con una serie de elementos y mecánicas propias de los juegos:
 - *Tipos de jugador*. Se van a estudiar cuatro tipos de jugadores: *achiever*, *explorer*, *philantropist* y *socializer*. A cada usuario se le asignará uno de estos tipos dependiendo de las respuestas que proporcionen a unas determinadas preguntas sobre su personalidad.
 - *Logros personales*. Los alumnos a medida que utilizan la aplicación completando los cuestionarios de cada uno de los temas, obtendrán diferentes medallas (oro, plata o bronce).
 - *Progreso*. Los alumnos podrán consultar los resultados obtenidos en los ejercicios de los diferentes temas, así como los logrados por sus compañeros.
 - *Ranking*. Dispondrá de unos formularios con una serie de ejercicios que cada alumno deberá hacer en el menor tiempo posible. Estos se mostrarán en una tabla donde cada uno ocupará una posición dependiendo de las respuestas dadas y el tiempo que ha tardado en realizar dicha prueba.
 - *Foro*. Tendrá una sección en la que podrán hacer preguntas si les han surgido dudas durante la realización de los cuestionarios de los diferentes temas, al igual que podrán ayudar a sus compañeros.
- Sencillo de adaptar a una asignatura. No será necesaria una gran cantidad de cambios para adaptar el sistema a otra asignatura. De esta forma se logra que un docente no necesariamente experto en informática pueda configurar y hacer uso del sistema. Para ello, los docentes deberán crear los formularios de los ejercicios con la herramienta de Google Forms y Google Spreadsheet. A continuación, en el código modificarán los enlaces a los distintos formularios y los “sheets” asociados a estos. Dichos cambios son sencillos, ya que se encuentran al principio del código de una forma clara para los que no tengan conocimiento sobre programación.
- De despliegue inmediato. Para el despliegue del sistema sólo será necesario copiar el código implementado en un servidor de páginas web.
- Con registro de actividad de los usuarios. En un Google Spreadsheet se almacenarán todas las actividades que irán realizando cada uno de los usuarios de la aplicación (acceso al foro, cuestionarios, ranking, etc.) junto con la fecha y hora. Esta información será de gran utilidad para la realización de seguimientos y estudios.

- De aspecto visual adaptado a cualquier dispositivo. Se ajustará al tamaño del dispositivo que utilice el usuario, ya sea móvil, Tablet u ordenador.

Con el fin de realizar una evaluación preliminar del sistema, se pondrá a prueba con estudiantes de la asignatura Programación I del primer curso del Grado en Ingeniería Informática de la EPS de la UAM. En la evaluación, los estudiantes deberán rellenar una serie de formularios, como el de personalidad para conocer sus tipos de jugadores (*achiever, explorer, philanthropist* o *socializer*), motivaciones (intrínsecas y extrínsecas) y un cuestionario de opinión para comprobar si la aplicación ha cumplido con los requisitos planteados. A su vez, se analizarán los datos obtenidos en el Spreadsheet del registro de actividad de los usuarios de la aplicación mediante distintas gráficas, teniendo en cuenta también el tipo de jugador que son.

El sistema desarrollado está basado y parte una implementación presentada por Guido Martín Pepa en su Trabajo de Fin de Máster en la EPS de la UAM [16].

1.3. Organización del documento

Este documento consta de los siguientes capítulos:

- En el Capítulo 2 se describe más en detalle el concepto de gamificación junto con los elementos de los que está formado un sistema gamificado y los distintos tipos de jugadores que hay dependiendo de las motivaciones e intereses de los usuarios. Por último, se explica la gamificación en el contexto educativo y se dan ejemplos de diferentes aplicaciones que la utilizan.
- En el Capítulo 3 se presenta un análisis de requisitos junto con distintos casos de uso para comprender la funcionalidad del sistema desarrollado. Además, se describen los distintos módulos que lo forman y la conexión que existe entre ellos.
- En el Capítulo 4 se explican cada uno de los pasos que debe seguir un profesor para instanciar el sistema para una asignatura dada. Por último, se muestra cada una de las acciones que los estudiantes pueden realizar en el sistema.
- En el Capítulo 5 se presentan los resultados obtenidos en las pruebas del sistema realizadas, a través de gráficas generadas con una herramienta desarrollada para analizar las acciones de los estudiantes en el sistema.
- Finalmente, en el capítulo 6 se exponen las conclusiones del trabajo, así como el trabajo futuro para la mejora del proyecto.

2. Estado del arte

En este capítulo se proporcionará un estado del arte sobre gamificación, especificando su aplicación y dando ejemplos en el ámbito educativo. En la sección 2.1 se explicará el concepto de gamificación. A continuación, en la sección 2.2 se detallarán los elementos principales para llevar a cabo un sistema gamificado y en la sección 2.3 los tipos de jugadores que se pueden diferenciar según las motivaciones y personalidad de los usuarios. Por último, en el apartado 2.4, se explicará la gamificación en el ámbito educativo.

2.1. Gamificación

La gamificación se define como la utilización de mecánicas y dinámicas de los juegos en un contexto no lúdico con el objetivo de potenciar la motivación, esfuerzo y/o fidelidad del usuario [18].

La gamificación se puede emplear en diferentes ámbitos, como, por ejemplo, en un entorno laboral, ya que es una forma de aumentar la motivación y autoestima de los empleados de una empresa obteniendo una mayor productividad. En el campo de la salud y el medio ambiente también está presente la gamificación ya que puede motivar a los usuarios a cuidarse practicando hábitos saludables o fomentar el respeto hacia el medio ambiente [4]. Así mismo, en el área de educación se utilizan juegos que facilitan los procesos de aprendizaje de los estudiantes haciéndoles disfrutar mientras amplían sus conocimientos.

En la gamificación es importante tener en cuenta las motivaciones y objetivos de los jugadores ya que cada uno posee una personalidad y motivaciones distintas. Por ejemplo, hay personas a las que les gusta ayudar al resto con dudas o problemas que tengan. En cambio, hay otras que sienten la necesidad de superar a los demás, para mostrar y sentirse los mejores. Por esta razón, en la sección 2.3 se diferenciarán distintos jugadores dependiendo de sus tipos de personalidad y motivaciones.

La idea de que los juegos se utilicen únicamente como entretenimiento ha ido cambiando. A lo largo de los años han ido apareciendo conceptos y teorías sobre la aplicación de juegos con otros fines. En la literatura de hecho existen diferentes alternativas a la gamificación, cada una de las cuales con un objetivo distinto [11]. Se pueden hacer las siguientes distinciones:

- *Gameful Inspired Design*. Se trata del uso del pensamiento del juego en la experiencia del usuario, es decir, no es la agregación de los elementos del juego, sino la estética y la usabilidad para que dé la sensación del mismo. Un buen ejemplo de esto sería *Fail Whale* de la red social *Twitter*, ya que un fallo en el sistema se convierte en algo divertido.

- *Gamification*. Como se mencionó anteriormente, es la utilización de los elementos aplicados en los juegos en un contexto no lúdico para que los usuarios obtengan unos mejores resultados.
- *Serious Game*. Este tipo de juegos no tienen como objetivo principal divertir, sino que pretenden enseñar o mejorar habilidades. Por ejemplo, *Dragon Box* es un juego que intenta que los estudiantes aprendan matemáticas mediante un videojuego.
- *Simulation*. Son videojuegos que tratan de recrear un escenario del mundo real. De esta forma, los usuarios pueden interactuar con una situación que podría ocurrir en la realidad. Por ejemplo, un simulador de vuelo, donde el usuario puede aprender los conocimientos básicos de cómo pilotar un avión.
- *Game*. Se trata de los juegos que tienen como objetivo jugar por diversión y entretenimiento.

En la **Figura 1** (extraída de [13]) se pueden observar los objetivos de diseño de cada uno de ellos. Tanto *Serious Game* como *Simulation* comparten los mismos objetivos.

Game Thinking, Broken down by design goal.

	Game Thinking	Game Elements	Game Play	Just for Fun
Game Inspired Design	●			
Gamification	●	●		
Serious Game / Simulation	●	●	●	
Game	●	●	●	●

Figura 1. Objetivos de diseño de estrategias relacionadas con “game thinking”

2.2. Elementos de la gamificación

Para diseñar un sistema gamificado es importante conocer los elementos principales con los que debe contar. Dichos elementos, según Kevin Werbach y Dan Hunter [19] se clasifican en tres categorías: dinámicas, mecánicas y componentes (**Figura 2**, extraída de [15]). Estas categorías vienen representadas en una pirámide y a medida que se sube en ella, el nivel de abstracción de los elementos es mayor.

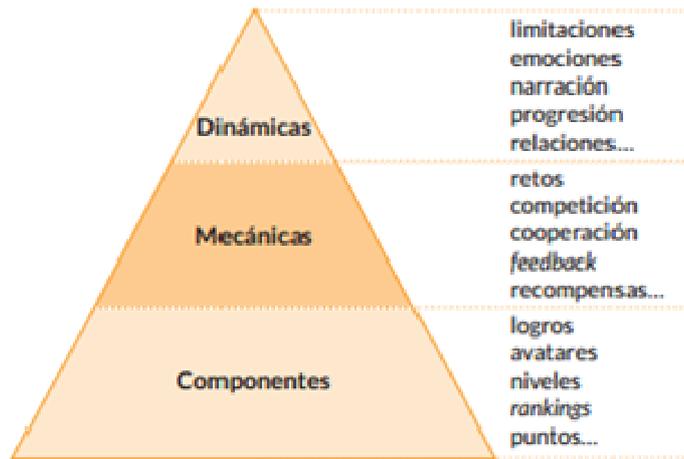


Figura 2. Elementos de la gamificación

En la práctica, muchos autores sólo distinguen entre dinámicas y mecánicas de juego, entendiendo *dinámicas* como las mecánicas de la pirámide anterior, y *mecánicas* como las componentes de la pirámide. Siguiendo este esquema, a continuación, se dan ejemplos de ambos elementos.

2.2.1. Dinámicas

Las dinámicas [14] de juego son aquellos aspectos relacionados con los efectos, motivaciones y deseos que se pretenden generar en los jugadores. Para lograrlas se harán uso de distintas mecánicas de juego.

- **Recompensa.** Los premios se pueden obtener a partir de la realización de una serie de acciones (subir de nivel, retos, etc.) que motivan al jugador para que realice las actividades.



- **Logro.** Algunos jugadores necesitan ponerse objetivos y alcanzarlos. Por ello, les motiva realizar diferentes retos e ir superándolos para alcanzar su objetivo.



- **Estatus o reconocimiento.** Para ciertas personas es importante el estatus, fama o respeto de los demás. El subir de nivel, retos, clasificaciones y premios son primordiales para obtenerlo.
- **Competición.** Muchas personas sienten el deseo de ser mejores que otras ya que pueden demostrar así sus habilidades. Por esto es importante el uso de clasificaciones o rankings para llamar la atención de estos jugadores.
- **Auto-expresión.** Los jugadores necesitan sentirse únicos. Para ello, por ejemplo, cambiar el avatar o un personaje resulta motivador, ya que pueden personalizarlo según sus propios gustos.
- **Altruismo.** Puede ser muy motivador para aquellos jugadores a los que les gusta ayudar al resto sin recibir recompensa alguna.

2.2.2. Mecánicas

Las mecánicas [14] de juego son las componentes básicas del juego, esto es, las diferentes acciones, comportamientos y controles que se proporcionan al jugador dentro de un juego y que permiten desarrollar las diferentes dinámicas. A continuación, se describen algunos de estos componentes:

- **Retos o desafíos.** Los retos son metas que motivan a los usuarios a trabajar para ser mejores, ya que cuando los superan pueden obtener recompensas como bienes virtuales, habilidades, etc.
- **Puntuaciones.** El sistema de puntos sirve para que los jugadores sientan una mayor atracción por el juego ya que se motivan por conservar y obtener más cantidad.
- **Niveles.** Normalmente vienen representados como rangos de puntos y ofrecen a cada usuario una idea de su situación en el juego. En un principio, los niveles son sencillos de superar para que los jugadores se “enganchen” al juego. A medida

que se sube de nivel, estos empiezan a ser más complejos ya que el usuario tiene una cierta experiencia en el juego.



- **Tablas de clasificación o rankings.** Cada usuario puede reaccionar de una forma u otra ante este elemento. Por una parte, puede provocar que el jugador sienta deseos por ser el mejor y que su nombre aparezca al principio de la lista. Por otro lado, puede ser meramente informativo, permitiendo ver las posiciones ganadas o perdidas por el resto de jugadores y él mismo.

English Club		
Ranking semanal		
1	Bill S.	450 EXP
2	Amy W.	280 EXP
3	Steve I.	120 EXP

- **Bienes virtuales.** Se trata de aquellos elementos que se obtienen, por ejemplo, para personalizar el avatar o la propia página. Todo esto fomenta la creatividad, autoestima y competitividad del jugador.
- **Premios.** Son recompensas que obtiene un jugador cuando supera un determinado reto o nivel. Estos premios pueden ser medallas, trofeos o logros.
- **Avatares.** Se trata de las representaciones personales de los jugadores mediante personajes, imágenes, etc.

- **Equipos.** La creación de equipos puede hacer que los jugadores se ayuden o cooperen entre ellos.

La **Figura 3** (extraída de [7]) muestra la correspondencia entre las dinámicas (deseos humanos) y las mecánicas de juego.

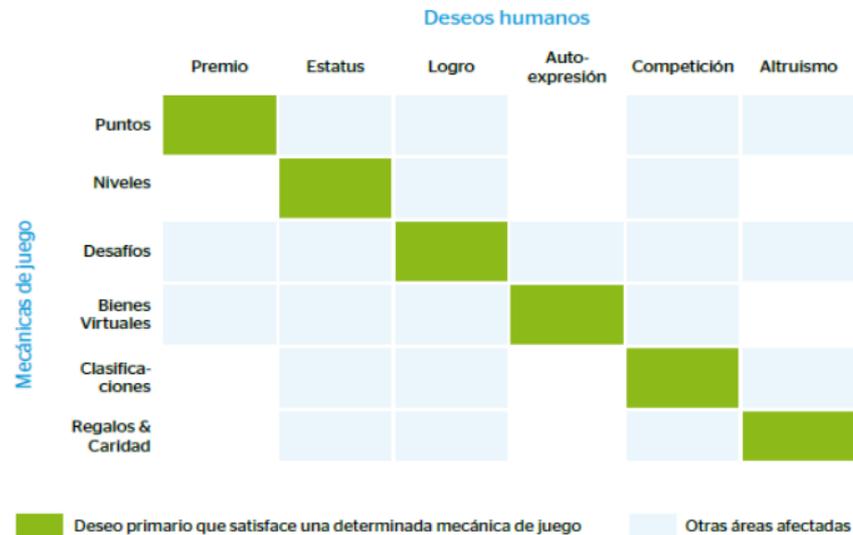


Figura 3. Mecánicas y dinámicas de juego

2.2.3. Motivaciones

A la hora de analizar las motivaciones que guían a las personas en su vida diaria, se pueden distinguir entre motivaciones intrínsecas y motivaciones extrínsecas [17].

Las motivaciones intrínsecas se dan cuando las personas realizan la actividad en su propio beneficio, sin importar si reciben o no una recompensa externa por ello. Es decir, son aquellas razones que las impulsan a hacer las cosas bien y mejorar. Por ejemplo, en la educación, existen estudiantes que realizan las tareas porque verdaderamente disfrutan con ellas o sienten un cierto interés por este tipo de sistemas.

Las motivaciones extrínsecas, al contrario que las intrínsecas, tienen que ver con lo que las personas esperan al realizar una actividad, en general, siendo algún tipo de recompensa personal. Por ejemplo, en el sector educativo, cuando un estudiante realiza las tareas de la aplicación, lo hace porque sabe que así va a aprobar la asignatura. Al igual que si obtiene puntuación que posteriormente se registrará en un ranking, podrá posicionarse en este.

En ámbitos educativos, es importante no excederse en este tipo de motivaciones, ya que puede llevar a la reducción o pérdida por parte del estudiante de los objetivos primordiales de la aplicación o actividad gamificada: mejora del aprendizaje, asimilación de conceptos de la asignatura, ayudar a los compañeros y aumentar el interés de los estudiantes.

2.3. Tipos de jugador

Existen varias teorías de clasificación de jugadores, y dos se pueden considerar como las más populares. Una de ellas es la realizada por Richard Bartle [1], quien estudió a los jugadores de juegos multijugador online. En esta teoría, Bartle analiza la forma de actuar de los usuarios tanto con el mundo que les rodea como con el resto de jugadores. Esto le lleva a definir cuatro perfiles dependiendo de las motivaciones que le definen a cada uno de ellos (**Figura 4**) (extraída de [9]):

- **“Achiever” o triunfador.** Es aquel cuya motivación principal es superar los objetivos marcados en el juego y de esta forma, obtener algún tipo de recompensa por ello. Les encanta subir de nivel u obtener emblemas.
- **“Explorer” o explorador.** Lo que más le motiva es descubrir cosas nuevas por el placer de la experiencia en sí. Por esta razón, para él no es tan importante llegar al final del juego como descubrir los secretos que guarda el juego.
- **“Killer” o ambicioso.** Este tipo de jugador busca superar a los demás sin importar si lo hacen a costa del resto o no. Por esta razón, le motiva tener un sistema de rankings o de puntos para posicionarse el primero y así alardear de ello.
- **“Socializer” o sociable.** Le motiva todo lo referido al aspecto social. Utiliza el juego para relacionarse con el resto de jugadores. Por esto le encanta el juego en equipo y la colaboración entre los miembros del sistema.



Figura 4. Tipos de jugador según Bartle

Posteriormente, esta división la completaría Andrzej Marczewski [10], diferenciando seis tipos de jugadores según tres grupos (**Figura 5**, extraída de [10]):

➤ Dispuestos a jugar:

- **“Players” o jugadores.** Su objetivo es realizar pruebas para obtener logros y estos sean reconocidos por el sistema. Lo que más le motiva son los retos en los que se obtengan premios.

➤ Menos dispuestos a jugar:

- **“Achiever” o triunfador.** Su objetivo es realizar el mayor número de retos para así obtener recompensas. Lo que más le motiva son las pruebas para conseguir premios, ejercicios que se tienen que realizar en el menor tiempo posible.
- **“Socializer” o sociable.** El objetivo de este tipo de usuarios es relacionarse con los demás. Lo que más le motiva es lo relacionado con el aspecto social, así que muestra un mayor interés en todas aquellas actividades en las que intervengan varias personas.
- **“Philanthropist” o filántropo.** Su objetivo es ayudar en todo lo que pueda al resto de usuarios sin recibir nada a cambio por ello. Lo que más les motiva es lo relacionado con aquellos elementos que les permitan realizarlo, como puede ser un foro en el que puedan responder a las dudas del resto de usuarios.
- **“Free Spirits” o espíritus libres.** A este tipo de usuario no le gusta regirse por normas. Lo que le motiva es poder hacer cualquier cosa en el sistema sin ningún tipo de restricción.

➤ No dispuestos a jugar:

- **“Disruptor” o revolucionario.** Este tipo de usuarios busca el cambio. Le motiva perturbar el sistema para forzar el cambio, ya sea positivo o negativo.



Figura 5. Clasificación de los tipos de jugador según Marczewski

En esta división, Marczewski considera motivaciones intrínsecas y extrínsecas de los jugadores. Como se ha detallado antes, las intrínsecas implican la realización de actividades sin buscar reconocimiento por ello, mientras que en las extrínsecas se espera algún tipo de recompensa. Por tanto, de los perfiles detallados, los que pertenecen al

grupo de los menos dispuestos a jugar son los que están motivados intrínsecamente ya que buscan su propio beneficio sin importar la recompensa que reciban por ello, mientras que el resto su motivación es extrínseca porque tanto el *Disruptor* como el *Player* buscan obtener algún premio.

2.4. Gamificación en la educación

La gamificación en educación tiene como objetivo principal que los estudiantes disfruten aprendiendo. Es importante motivarlos de tal forma que sientan cierta atracción por realizar las diferentes actividades del sistema, pero sin olvidar que lo importante es el proceso de aprendizaje y adquisición de conocimientos. Para lograr esto, se combinan las técnicas e-learning, como el uso de ordenadores para realizar las tareas, y la gamificación.

Hoy en día existen varias aplicaciones educativas donde se aplica la gamificación. Por ejemplo:

- **DuoLingo.** Se trata de un sistema que permite aprender diversos idiomas de una forma más divertida. Su diseño es parecido al de un juego, algo que resulta motivador, además de contar con sistema de puntos, logros y barras de progreso que ayudan a saber cuánto te queda para el siguiente nivel.

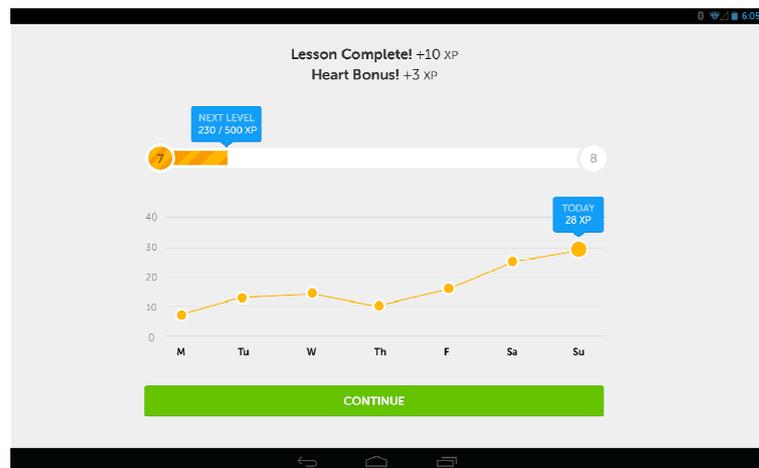


Figura 6. Aplicación "DuoLingo" - Progreso diario

- **CodeCombat.** Esta plataforma ayuda a que los estudiantes aprendan desde cero o mejoren sus conocimientos en el lenguaje de JavaScript mientras juegan a un juego de tipo rol. Cuenta con niveles tanto para los principiantes como para los más avanzados proporcionándoles la habilidad de enfrentarse a nuevos retos.



Figura 7. Aplicación “CodeCombat”

- **ClassDojo.** En este sistema pueden participar tanto profesores como padres y estudiantes. Estos últimos podrán elegir un avatar y el profesor les puntuará positiva o negativamente en función de su participación en las distintas actividades. Los puntos que va obteniendo el estudiante, podrá canjearlos para personalizar su avatar e ir mejorando características.

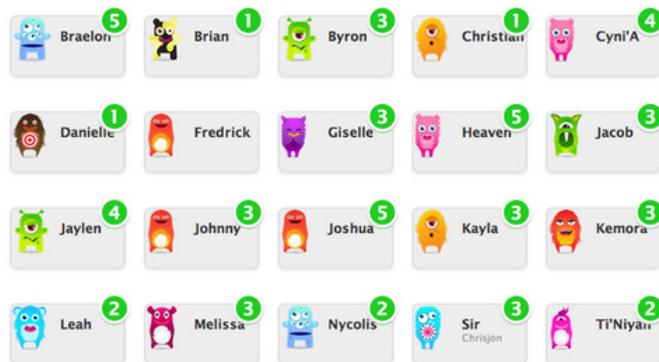


Figura 8. Aplicación “ClassDojo” - Diferentes avatares

- **Toovari.** Se trata de una plataforma que sirve para mejorar las habilidades de los estudiantes a la hora de resolver las tareas de clase. Una de sus principales características es que los padres tienen acceso a la aplicación y pueden ver el progreso de su hijo. La evolución de cada alumno y de la clase viene representado mediante gráficas.



Figura 9. Aplicación “Toovari” - Progreso de cada semana

3. Diseño

En este capítulo se detallará el diseño del sistema desarrollado. En la sección 3.1 se realizará el análisis de sus requisitos funcionales y no funcionales. En el apartado 3.2 se detallarán algunas de sus funcionalidades. Y, por último, en la sección 3.3 se explicará su arquitectura, describiendo los módulos de los que está formado, así como la conexión entre ellos.

3.1. Análisis de requisitos

En este apartado se enunciarán los requisitos, tanto funcionales como no funcionales, a cumplir por el sistema.

3.1.1. Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales se centran en la funcionalidad del sistema para los usuarios, a partir de ahora *estudiantes*. Se listan a continuación agrupados por módulos principales del sistema:

Registro y acceso (*login*):

- **RF 01:** Los estudiantes accederán al sistema mediante un correo electrónico y contraseña que previamente han registrado en el sistema.

Perfil de usuario:

- **RF 02:** Los estudiantes podrán realizar cuestionarios sobre sus rasgos de personalidad y motivaciones, pudiendo ver posteriormente los resultados de los mismos.
- **RF 03:** Los estudiantes podrán realizar un cuestionario sobre su “tipo de jugador”, pudiendo ver posteriormente los resultados de los mismos.
- **RF 04:** Los estudiantes podrán cambiar su avatar en el sistema.

Cuestionarios de ejercicios:

- **RF 05:** Los estudiantes podrán acceder a los cuestionarios de ejercicios proporcionados por los profesores a través del sistema.

Progreso de actividad:

- **RF 06:** Los estudiantes podrán ver su progreso durante el curso. Esta funcionalidad será privada para cada estudiante.
- **RF 07:** Los estudiantes podrán ver el progreso general de sus compañeros en cada tema de la asignatura.

Retos:

- **RF 08:** Los estudiantes podrán realizar “retos” individuales, esto es, pruebas individuales que se deberán hacer en el menor tiempo posible.

- **RF 09:** Los estudiantes podrán realizar “retos” por equipos, esto es, pruebas por equipos que se deberán hacer en el menor tiempo posible.

Foro:

- **RF 10:** Los estudiantes podrán preguntar dudas al resto de compañeros o profesores en el foro.
- **RF 11:** Los estudiantes podrán responder a sus compañeros en las dudas que les surjan en el foro.

Ranking:

- **RF 12:** Los estudiantes podrán ver su posicionamiento, respecto a sus compañeros, en una tabla, después de realizar las pruebas individuales.
- **RF 13:** Los estudiantes podrán ver su posicionamiento, respecto a sus compañeros, en una tabla, después de realizar las pruebas por equipos.

Logros:

- **RF 14:** Los estudiantes podrán ver sus logros obtenidos en las distintas secciones del sistema: ejercicios, retos, foro.

3.1.2. Requisitos no funcionales

Estos requisitos son aquellos asociados al rendimiento y funcionamiento del sistema.

- **RNF 01:** El sistema deberá ser web para ser compatible con diferentes sistemas operativos y plataformas.
- **RNF 02:** El sistema deberá ser lo más ligero posible en cuanto a recursos necesarios para su implantación.
- **RNF 03:** El sistema deberá ser lo más sencillo posible en cuanto a su configuración.
- **RNF 04:** El sistema deberá ser de fácil adaptación a cualquier asignatura.
- **RNF 05:** La interfaz del sistema deberá ser lo más intuitiva y atractiva posible para que los estudiantes puedan utilizarla sin necesidad de ayuda.
- **RNF 06:** La interfaz del sistema deberá ajustarse dependiendo de si se abre desde un dispositivo móvil o desde un ordenador de sobremesa o portátil.
- **RNF 07:** El sistema guardará información de las acciones, progreso y logros de los estudiantes mediante un sistema de *logs*.
- **RNF 08:** El sistema tendrá una herramienta de generación de informes para los profesores acerca de la actividad de los estudiantes registrada en los *logs*.

3.2. Funcionalidades

En esta sección se muestran algunas de las funcionalidades del sistema a desarrollar mediante diagramas de casos de uso, explicando cada uno de ellos.

De manera general, un usuario (tanto profesores como estudiantes), pueden realizar diversas acciones, que se reflejan en la **Figura 10**. Para llevar a cabo todas las actividades es necesario que los usuarios estén registrados en la aplicación, ya que de lo contrario no podrán acceder a la misma (RF 01).

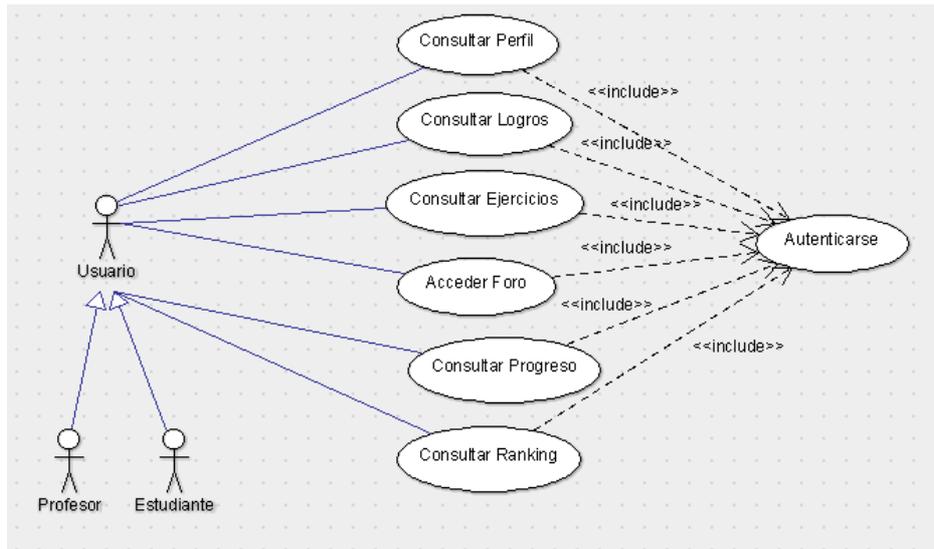


Figura 10. Caso de uso: acciones que pueden realizar los usuarios

Un usuario, en este caso un estudiante, accede al foro y puede realizar dos acciones: hacer pregunta (RF 10) o responder pregunta (RF 11). Para ambas es necesario rellenar un formulario con la pregunta o respuesta correspondiente (**Figura 11**).

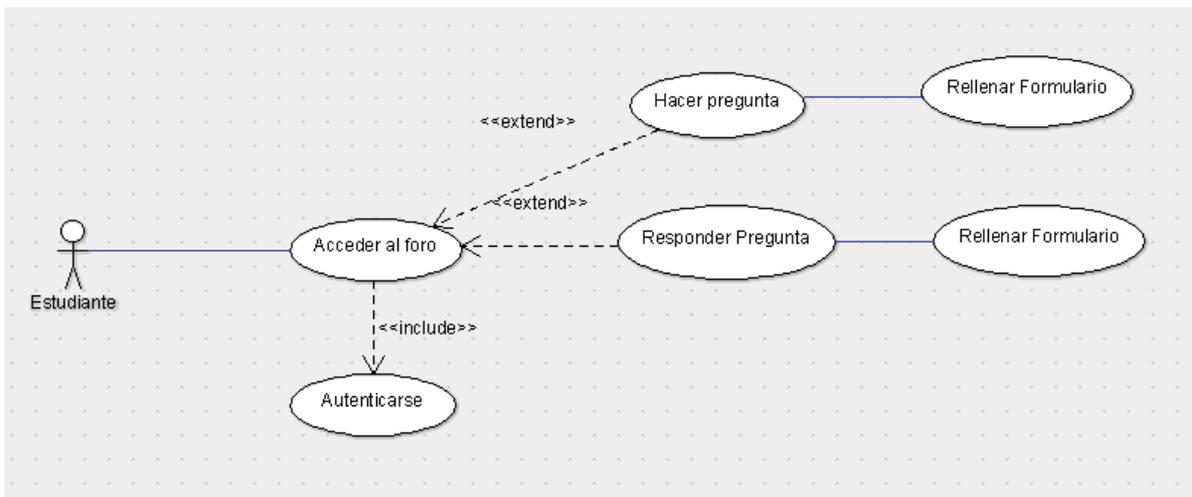


Figura 11. Caso de uso: acciones para hacer o responder pregunta en foro

Un usuario, en este caso un estudiante, puede ver el progreso de sus compañeros en la asignatura. Para ello, accede al progreso y a continuación al progreso de la clase (**Figura 12**).

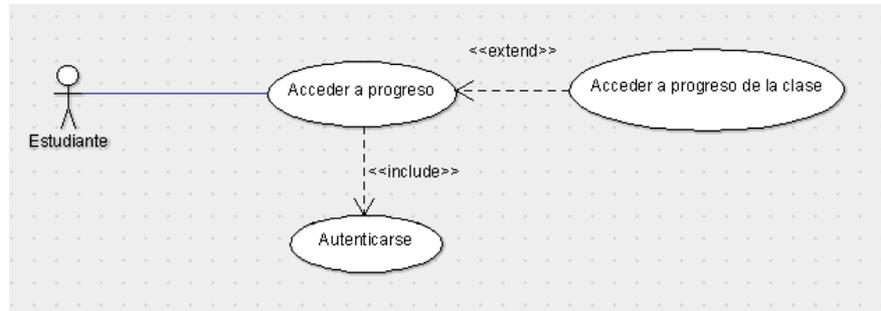


Figura 12. Caso de uso: acción para acceder al progreso de la clase

3.3. Arquitectura del sistema

En este apartado se explican los módulos que forman parte del sistema, así como la conexión que existe entre ellos.

3.3.1. Módulos del sistema

Uno de los requisitos fundamentales que debe cumplir este sistema sea lo más ligero posible (RNF 02). Para ello, se utilizan lenguajes de programación que se pueden encontrar en cualquier cliente:

- HTML. Es un lenguaje de programación que se utiliza para el desarrollo de páginas web.
- JavaScript. Es un lenguaje de programación que permite a los desarrolladores crear las acciones de la página web.
- CSS. Es un lenguaje de hojas de estilo que sirve para definir el aspecto de la página web.

Además, se utilizan una serie de herramientas que emplean recursos de almacenamiento en la nube.

Para llevar a cabo esto último, se han utilizado herramientas desarrolladas por Google, tales como Google Forms y Google Spreadsheet, las cuales harán de base de datos. Para los Google Spreadsheets se ha realizado la codificación usando como lenguaje de programación Google App Script que tiene una cierta similitud al lenguaje de JavaScript.

Se ha decidido utilizar estas herramientas en lugar de una base de datos convencional, ya que para acceder a los datos no es necesario tener ningún tipo de conocimientos sobre programación, además de que se trata de un sistema más ligero.

A continuación, se detallan dichas herramientas:

- **Google Forms**⁵. Son unos formularios que permiten crear encuestas de una forma fácil y eficiente.

Esta herramienta se ha utilizado en la aplicación para que los estudiantes hagan encuestas sobre las motivaciones (intrínsecas y extrínsecas), tipo de jugador (*achiever*, *explorer*, *philantropist* o *socializer*) y su satisfacción con el uso de la aplicación. Además, los profesores crearán formularios tipo test que los alumnos rellenarán cuando hagan ejercicios.

- **Google Spreadsheet**⁶. Se trata de unas hojas de cálculo, compatibles con las de Microsoft Excel, en las cuales se almacenan datos.

Google da la posibilidad de sincronizar un formulario a una hoja de cálculo para que se almacenen en esta última las respuestas de la encuesta asociada.

3.3.2. Conexión entre módulos

Una vez se han detallado todos los módulos que contiene el sistema, se explica la conexión que existe entre ellos (**Figura 13**).

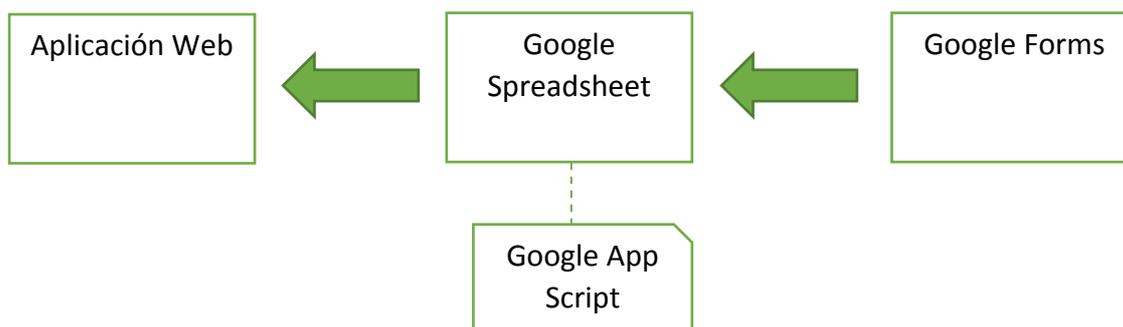


Figura 13. Conexión de los módulos

Cuando un estudiante realiza una acción en el sistema, ésta se queda registrada en las hojas de cálculo que correspondan. Para que la información esté siempre actualizada, Google Spreadsheet proporciona una opción que permite la ejecución automática de una función definida con Google App Script. De esta forma, cuando se registra una nueva acción en el sistema, se ejecuta dicha función que almacena los últimos datos insertados o modificados.

⁵ <https://www.google.es/intl/es/forms/about/>

⁶ <https://www.google.com/intl/es/sheets/about/>

Por tanto, los pasos que se siguen en el sistema son estos:

1. Un estudiante completa un formulario (ejercicios, pregunta en el foro, tipo de jugador, etc.) con la herramienta de Google Forms. Por ejemplo, hace uno del tema 8, como se muestra en la **Figura 14**. Se puede observar que es necesario que el estudiante introduzca su correo electrónico, ya que este actuará como identificador posteriormente en la hoja de cálculo.

8.2 Variables y paso de argumentos por valor y por referencia en funciones

*Obligatorio

Dirección de correo electrónico *

Tu dirección de correo electrónico

Indica la opción incorrecta sobre el paso de argumentos a función por valor y por referencia en C. 1 punto

- En C los argumentos pasados por referencia son de entrada-salida, mientras que los pasados por valor son sólo de entrada
- En C para poder implementar el paso argumentos por referencia es necesario pasar por valor un puntero a la variable que se puede modificar dentro de la función
- En C no hay paso de argumentos por referencia en las funciones; todas las variables se pasan por valor
- En C el paso de argumentos por referencia es el que se realiza cuando se pasan variables de tipo estructura

Figura 14. Ejemplo de formulario de ejercicios tema 8

2. Las respuestas obtenidas de estos formularios se almacenan en sus correspondientes Google Spreadsheets. En este caso, las respuestas obtenidas por el anterior estudiante en el tema se almacenan en la hoja de cálculo automáticamente (**Figura 15**). Se puede observar que se ha guardado el correo electrónico y la puntuación final en ese concepto.

Marca temporal	Dirección de correo electr	Puntuación	Indica la opción incorrecta	La finalidad de la siguiente L
3/12/2017 19:50:31	adr.montero@estudiante.	2 / 5	En C el paso de argumen	Ninguna de las anteriores L

Figura 15. Ejemplo de hoja de cálculo tema 8

3. En el caso de que haya definidas funciones en Google App Script, se ejecutarán para la actualización de los datos de forma automática. En el caso anterior, es necesario crear una función en Google App Script que se encargue de calcular el número total de ejercicios realizados por el alumno como se muestra en la **Figura 16**.

```

function getTotalEjerciciosPorTema(){

    var doc = SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet();
    var sheets = doc.getSheets(); // get all the sheets
    var total = 0;

    for (var i = 0; i < doc.getNumSheets() - 1; i++){ //
        total += getTotalEjerciciosPorConcepto(sheets[i]);
    }

    return total;
}

```

Figura 16. Función código con Google App Script

- Desde el código del sistema, se accede a los datos que se han almacenado en las hojas de cálculo y se muestran en el sistema (**Figura 17**).

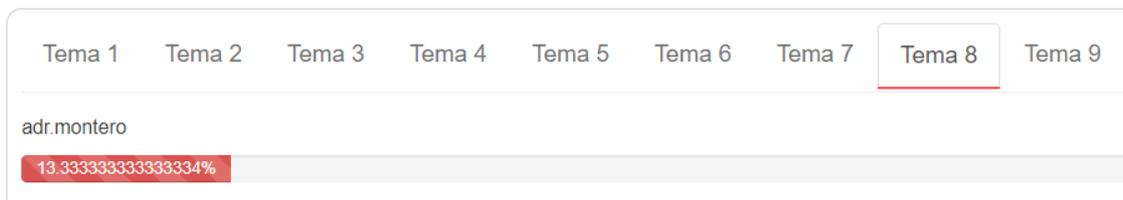


Figura 17. Ejemplo de progreso de la clase

Además, existe una hoja de cálculo en la cual se almacenan cada una de las acciones que realiza el estudiante en la aplicación (**Figura 18**). Este Google Spreadsheet será de gran utilidad a la hora de realizar las pruebas.

Timestamp	Estudiante	Evento	Herramienta	Parametros		
3/12/2017 19:39:41	adr.montero@estudiante.uam.es	Acceso	Inicio			
3/12/2017 19:39:47	adr.montero@estudiante.uam.es	Acceso	Ejercicios			
3/12/2017 19:39:50	adr.montero@estudiante.uam.es	Cuestionario	Concepto 1.1	Conceptos generales sobre programación		
3/12/2017 19:40:55	adr.montero@estudiante.uam.es	Cuestionario	Concepto 1.1	Conceptos generales sobre programación		
3/12/2017 19:41:36	adr.montero@estudiante.uam.es	Acceso	Foro			
3/12/2017 19:42:00	adr.montero@estudiante.uam.es	ResponderPregunta	Foro			
3/12/2017 19:42:20	adr.montero@estudiante.uam.es	HacerPregunta	Foro			
3/12/2017 19:43:25	adr.montero@estudiante.uam.es	Acceso	Ejercicios			
3/12/2017 19:43:39	adr.montero@estudiante.uam.es	Cuestionario	Concepto 8.2	Variables y paso de argumentos por valor y por referencia en fun		

Figura 18. Ejemplo de hoja de cálculo que registra actividad del estudiante

4. Desarrollo

En este capítulo se describe el desarrollo del sistema web implementado. Antes de ello, en la sección 4.1 se explican los pasos que debe seguir un profesor a la hora de añadir nuevos formularios al sistema. Después, en el apartado 4.2 se detalla la funcionalidad de cada una de las acciones que se pueden realizar en el sistema web.

4.1. Configuración del sistema

Uno de los principales requisitos que debe cumplir el sistema es que su configuración sea sencilla y adaptable a otras asignaturas, sin necesidad de que el profesor posea grandes conocimientos de informática y de programación.

Los pasos que debe seguir el profesor para agregar nuevas preguntas al sistema son:

1. En primer lugar, el profesor deberá tener una cuenta de Google para disponer del servicio de Google Drive donde almacenará los formularios de Google Forms y las hojas de cálculo de Google Spreadsheet.
2. A continuación, el profesor creará los formularios que crea convenientes con la herramienta de Google Forms. Estos formularios serán de respuesta tipo test y cada una de ellas valdrá un punto. De las cuatro posibles respuestas a la pregunta, sólo una de ellas será la correcta. Para que las respuestas queden almacenadas, el profesor deberá asociar el formulario creado a una hoja de cálculo de Google Spreadsheet.

Una vez hecho esto, el profesor deberá cambiar los permisos de acceso a este último documento para que cualquier usuario que tenga el enlace pueda ver los elementos. Además, añadirá una nueva pestaña en la hoja de cálculo llamada "ResumenTotal". Cada tema tiene su propia hoja de cálculo.

El profesor deberá añadir el fragmento de código (**Figura 19**) que se encargará de recopilar del resto de pestañas de la hoja de cálculo (cada una corresponde a las respuestas dadas por los estudiantes a cada concepto del tema) las puntuaciones obtenidas por cada estudiante en cada uno de esos conceptos, además de añadir una nueva columna donde se calcula el número total de ejercicios que ha completado el estudiante con respecto al tema. Este código lo deberá añadir en el editor de secuencia de comandos que proporcionan las herramientas de Google Spreadsheet.

```

function combineData(){
var doc = SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet();
var sheets = doc.getSheets(); // get all the sheets
var outSheet = doc.getSheetByName("ResumenTotal"); // set where we want to write the results
var headers = [];
var estudiantes = getListaEstudiantes();
var rowEjerciciosEstudiante = [];
var ejerciciosTotales = 0;
var ejerciciosConcepto = 0;
|
outSheet.clear();

headers.push("Estudiante");

for (var i = 0; i < doc.getNumSheets() - 1; i++){ // loop across all the sheets
  headers.push(sheets[i].getSheetName());
}

headers.push("Ejercicios hechos en total");

outSheet.appendRow(headers);

for (var i = 0; i < estudiantes.length; i++){ // loop across all students

  rowEjerciciosEstudiante.push(estudiantes[i]);

  for (var j = 0; j < doc.getNumSheets() - 1; j++){ // loop across all the sheets
    ejerciciosConcepto = getNumEjerciciosHechosPorConcepto(estudiantes[i], sheets[j]);

    ejerciciosTotales += ejerciciosConcepto;

    rowEjerciciosEstudiante.push(ejerciciosConcepto + "/" + getTotalEjerciciosPorConcepto(sheets[j]));
  }

  rowEjerciciosEstudiante.push(ejerciciosTotales + "/" + getTotalEjerciciosPorTema());

  outSheet.appendRow(rowEjerciciosEstudiante);

  rowEjerciciosEstudiante = [];
  ejerciciosTotales = 0;
}
}

```

Figura 19. Fragmento de código en Google App Script

Los siguientes pasos corresponden a cambios en el código del sistema web para que pueda utilizar los documentos previamente creados.

3. Actualmente, el sistema web registra a un estudiante con cualquier correo, ya sea Outlook, Gmail, etc. Por tanto, en el caso de que el profesor quiera que estrictamente se utilice el correo de la universidad correspondiente, deberá establecer el formato. Para ello, por ejemplo, si se trata del dominio de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), el formato que se debe permitir para acceder al sistema sería: nombre.apellido@estudiante.uam.es. Este cambio se refleja en la **Figura 20**.

```

function EMAIL_FORMAT(){
  return /^[a-z]+\.[a-z]+\@estudiante\.uam\.es$/;
}

```

Figura 20. Formato para correo electrónico

4. A continuación, el profesor deberá obtener los enlaces de cada uno de los temas, tanto de los formularios como de las hojas de cálculo. En la **Figura 21** se muestra un ejemplo de cómo debería ser para acceder a las hojas de cálculo de cada uno de los temas.

```
function SUBJECT_EXCEL_URL(){
  var temas = {
    "Tema 1" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1TFN7oaSoCkHVNK106XkmuPwnrsPCqP75xRVEitI1A48/gviz/tq?sheet=ResumenT
    "Tema 2" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1uU0AAvKfQDrQHza4g9UZ7NF38-HQCPKaId26LVjCJRMV/gviz/tq?sheet=ResumenT
    "Tema 3" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1b9WoQ32MSERYe5YXjn2aUzZMn7yiX1G25XFTn2TREaQ/gviz/tq?sheet=ResumenT
    "Tema 4" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1E8774U280R1I08MsuzD0FvZk6VCQZeuzE__Wu07RYy0/gviz/tq?sheet=ResumenT
    "Tema 5" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1dhjdjooycIOs4R_w1H0379-J1ZXNUMJ3E7M630fwuzgn4/gviz/tq?sheet=ResumenT
    "Tema 6" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1m3dpXs8cJem7IkqRPg-TVi60FtwHh4n_hrNnXZCSjng/gviz/tq?sheet=ResumenT
    "Tema 7" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ZIqD8q1bZLs5Q0VklwX-E845XtPC0VPuYsow9HtHJrw/gviz/tq?sheet=ResumenT
    "Tema 8" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1q6EkL3MnY7oP_PAhYabFs_ZLNaDo6FF5TqmVDbPxxFs/gviz/tq?sheet=ResumenT
    "Tema 9" : ["https://docs.google.com/spreadsheets/d/1zuN3vk5JLVKk-C0yC53A6dAM4BHCeYv0_4M8Imf85A4/gviz/tq?sheet=ResumenT
  };
  return temas;
}
```

Figura 21. URL hoja de cálculo de cada tema

La URL que se obtiene en un principio tiene el siguiente formato: <http://docs.google.com/spreadsheets/d/xxxxxxx/edit#gid=0>, donde las “x” hacen referencia al identificador de la hoja de cálculo.

Como se puede observar en la **Figura 21**, se ha sustituido “/edit#gid=0” por “/gviz/tq?sheet=ResumenTotal&headers=1&tq=”. De esta forma, se indica la pestaña de la hoja de cálculo de la que se quiere extraer la información, en este caso “sheet=ResumenTotal” y la presencia de una fila de encabezados en dicha hoja, en este caso “headers=1”. Por último, el parámetro “tq=” permite establecer las consultas que se quieren realizar sobre los datos. La información de todos los parámetros se encuentra en la API de Google.

5. Una vez se han añadido las hojas de cálculo, se deberán incluir los formularios que serán los que recogen las respuestas de los estudiantes a las preguntas planteadas por el profesor. La estructura que debe seguir es la siguiente:

“Título del tema”: {“Título del concepto 1”: [“URL formulario”], “Título del concepto 2”: [“URL formulario”], ...}

La URL del formulario es la versión acotada. Para obtenerla se debe extraer del servicio de Google Drive pulsando la opción de “Enviar”. Después, se selecciona el icono de enlace y se activa la opción de “Acortar URL”. En la **Figura 22** se muestra una porción del código que se debe modificar.

```

function SUBJECT_FORMS_URL(){
    var asignatura = {
        "Tema 1" : {"1.1 Conceptos generales sobre programaci&oacute;n" : ["goo.gl/forms/kDhw6we10HZKNGj2"],
        "Tema 2" : {"2.1 Tipos de datos primitivos y declaraci&oacute;n de variables" : ["goo.gl/forms/z9vUZIL
        "Tema 3" : {"3.1 Declaraci&oacute;n y asignaci&oacute;n de arrays" : ["goo.gl/forms/Fn3bdfew2mYUENJ2'
        "Tema 4" : {"4.1 Entrada est&aacute;ndar" : ["goo.gl/forms/aWSizybg84ZXm6ey2"], "4.2 Salida est&aacute;ndar" : ["goo.gl/forms/kc0lVIVwTSOGRrnz1"], "5.2 Operadores
        "Tema 5" : {"5.1 Operadores aritm&eacute;ticos" : ["goo.gl/forms/kc0lVIVwTSOGRrnz1"], "5.2 Operadores
        "Tema 6" : {"6.1 Condicionales if-else" : ["goo.gl/forms/jiMjIR8Gyl3YdMvA2"], "6.2 Condicionales switc
        "Tema 7" : {"7.1 Declaraci&oacute;n de punteros" : ["goo.gl/forms/daeA17q0BFbgBgnu2"], "7.2 Aritm&eacute;ticas
        "Tema 8" : {"8.1 Declaraci&oacute;n, entrada y salida de funciones" : ["goo.gl/forms/XsydRoLB4RCwshzs:
        "Tema 9" : {"9.1 Operaciones sobre ficheros de texto" : ["goo.gl/forms/KiGS1FVPk4LbBYR12"]}}
    };
    return asignatura;
}

```

Figura 22. URL de los formularios de cada concepto

- Por último, el profesor podrá especificar el nombre de cada uno de los temas, para ello deberá modificar el código que se muestra en la **Figura 23**, siguiendo esta estructura:

“Tema X”: [“Nombre del tema”]

```

function SUBJECT_FORMS_NAMES(){
    var names = {
        "Tema 1" : ["Introducci&oacute;n a la programaci&oacute;n y al lenguaje C"],
        "Tema 2" : ["Tipos de datos y operadores b&aacute;sicos"],
        "Tema 3" : ["Arrays, cadenas de caracteres y estructuras"],
        "Tema 4" : ["Entrada/Salida est&aacute;ndar en C"],
        "Tema 5" : ["Operaciones aritm&eacute;ticas, relacionales y l&oacute;gicas en C"],
        "Tema 6" : ["Control de flujo en C"],
        "Tema 7" : ["Punteros en C"],
        "Tema 8" : ["Funciones en C"],
        "Tema 9" : ["Ficheros de texto"]
    };
    return names;
}

```

Figura 23. Nombre de cada uno de los temas

4.2. Interfaz del sistema

Este sistema cuenta con una interfaz gráfica sencilla e intuitiva de utilizar, ya que era uno de los principales objetivos que debía cumplir. Además, no es necesario realizar muchos pasos para llevar a cabo una determinada tarea. Para ello, se dispone de un menú principal con una serie de acciones que se detallan a continuación. El diseño de la interfaz sigue el estilo de la herramienta *Bootstrap*⁷.

- **Mi Perfil (Figura 24).** En esta sección el estudiante podrá consultar el tipo de jugador que es. Este tipo se obtiene al rellenar previamente un cuestionario sobre

⁷ <https://getbootstrap.com/>

su personalidad (**Figura 25**). Para este formulario se han utilizado preguntas del trabajo presentado por Iván y Borja [5].



Figura 24. Sección “Tipo de jugador” del sistema

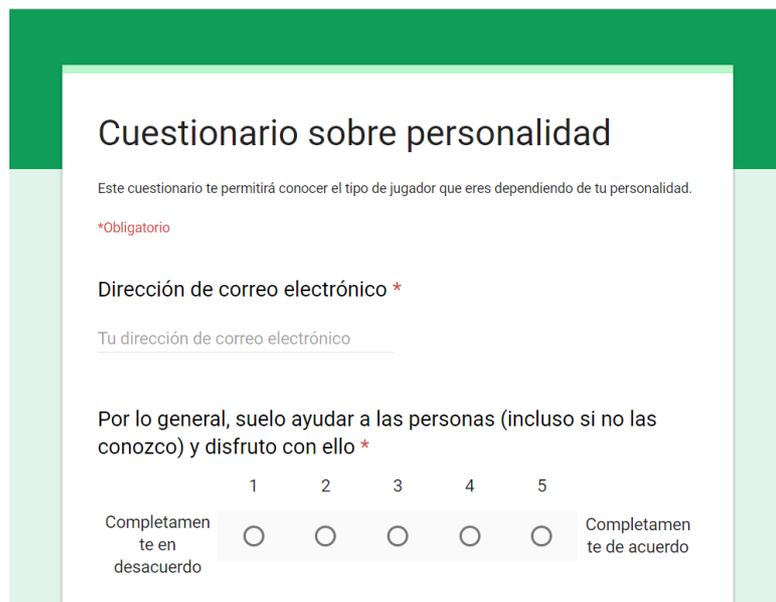
The image shows a screenshot of the 'Cuestionario sobre personalidad' (Personality Questionnaire) form. The title is 'Cuestionario sobre personalidad'. Below it, a description states: 'Este cuestionario te permitirá conocer el tipo de jugador que eres dependiendo de tu personalidad.' A red asterisk indicates a mandatory field: '*Obligatorio'. The first field is 'Dirección de correo electrónico *' with a text input area. Below this is a Likert scale question: 'Por lo general, suelo ayudar a las personas (incluso si no las conozco) y disfruto con ello *'. The scale consists of five radio buttons labeled 1, 2, 3, 4, and 5. The first radio button (1) is selected. The scale is bounded by 'Completamente en desacuerdo' on the left and 'Completamente de acuerdo' on the right.

Figura 25. Formulario de tipo de jugador

En esta sección el estudiante también dispone de otros dos formularios (**Figura 26**, **Figura 27**) que deberá rellenar. Uno de ellos es para que el profesor conozca tanto las motivaciones intrínsecas como extrínsecas del estudiante [2] y el otro es para saber su grado de satisfacción al utilizar este sistema. Para este último, se utiliza una traducción del cuestionario System Usability Scale (SUS) [3].

Cuestionario de satisfacción

Nos gustaría evaluar su satisfacción tras el uso de la aplicación. Para ello, responda a una serie de preguntas

***Obligatorio**

Dirección de correo electrónico *

Tu dirección de correo electrónico _____

Creo que me gustará utilizar con frecuencia este sistema *

	1	2	3	4	5	
Muy en desacuerdo	<input type="radio"/>	Muy de acuerdo				

Figura 26. Formulario de satisfacción con la aplicación

Cuestionario sobre motivaciones

Por favor, lee cada una de las siguientes preguntas con atención, pensando cómo se relacionan con tu experiencia a la hora de realizar las diversas tareas de esta página

***Obligatorio**

Dirección de correo electrónico *

Tu dirección de correo electrónico _____

El haber hecho esta actividad ha sido beneficioso para mí *

	1	2	3	4	5	
Completa- mente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Completa- mente de acuerdo				

Figura 27. Formulario de motivaciones

- **Mis logros (Figura 28, Figura 29).** El estudiante tiene la posibilidad de ver las medallas (oro, plata o bronce) que ha ido obteniendo cada vez que completa los ejercicios de los diferentes temas, así como los premios por realizar pruebas individuales o por su participación en el foro.



Figura 28. Sección “Mis logros” del sistema (medallas)

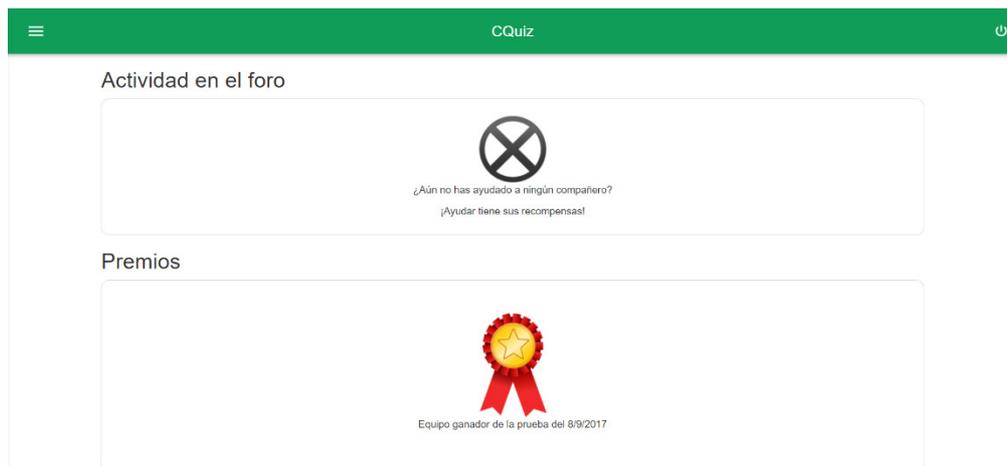


Figura 29. Sección “Mis logros” del sistema (insignias)

- **Ejercicios (Figura 30).** En esta sección se accede a los cuestionarios de los diferentes temas de la asignatura. En cada tema hay distintos formularios dependiendo del concepto. Para ver estos formularios, simplemente se deberá pulsar el símbolo “+” que se encuentra a la derecha de cada tema y se desplegará.

Cuestionarios de ejercicios

Aquí pondrás a prueba tus conocimientos. Realiza los formularios de cada uno de los temas.

Tema 1. Introducción a la programación y al lenguaje C	-
1.1 Conceptos generales sobre programación	
1.2 Conceptos generales sobre los lenguajes de programación	
1.3 Compilación, enlazado y depuración en C	
1.4 Estructura de un programa y bibliotecas de funciones estándar en C	
Tema 2. Tipos de datos y operadores básicos	+
Tema 3. Arrays, cadenas de caracteres y estructuras	+
Tema 4. Entrada/Salida estándar en C	+
Tema 5. Operaciones aritméticas, relacionales y lógicas en C	+
Tema 6. Control de flujo en C	+
Tema 7. Punteros en C	+
Tema 8. Funciones en C	+
Tema 9. Ficheros de texto	+

Figura 30. Sección “Cuestionarios” del sistema

Al pulsar uno de los conceptos, se abrirá una nueva pestaña en el navegador con el formulario asociado a este. Cada tema tiene un número de formularios distinto. Cada uno de ellos cuenta con 5 preguntas con 4 posibles respuestas tipo test, de las cuales solo una es la correcta. En total, se disponen de 150 preguntas para la asignatura de Programación I del primer curso del Grado en Ingeniería Informática de la EPS-UAM (**Figura 31**).

1.3 Compilación, enlazado y depuración en C

*Obligatorio

Dirección de correo electrónico *

Para generar un programa ejecutable a partir de código fuente C se realizan las siguientes fases: 1 punto

- Compilado
- Compilado y enlazado
- Preprocesado y compilado
- Preprocesado, compilado y enlazado

Figura 31. Formulario de ejercicio

Los estudiantes también tienen la opción de proponer un ejercicio el cual debe ser como el resto de ejercicios del sistema, es decir, una cuestión junto con cuatro posibles respuestas de las cuales sólo una es la correcta. Únicamente tienen que rellenar un formulario con el ejercicio que quieren plantear. Estos ejercicios los recibirá el profesor y posteriormente los podrá añadir al sistema (**Figura 32**).

Propuesta de ejercicio

Se verificará por el profesor el ejercicio propuesto

*Obligatorio

Dirección de correo electrónico *

Tu dirección de correo electrónico

Enunciado del ejercicio *

Tu respuesta

Indica la solución y las posibles respuestas para el ejercicio (3 falsas y 1 verdadera) *

Tu respuesta

ENVIAR

Figura 32. Formulario “Propuesta de ejercicio”

- **Foro (Figura 33).** Los estudiantes pueden preguntar o responder cualquier duda sobre los ejercicios de los distintos temas. Al pulsar cualquiera de las dos opciones, tendrán que rellenar un formulario, especificando el tema y concepto del que quieren hablar en el foro, junto con su pregunta o contestación.

Foro

HACER PREGUNTA

RESPONDER PREGUNTA

BUSCAR CONCEPTO

Concepto	Pregunta	De
1.1 Conceptos generales sobre programación	¿Cuál es el lenguaje de programación más usado en la actualidad?	cel.mateos@estudiante.uam.es
Respuesta de icantador@uam.es: Actualmente, Python, C y Java serían los top 3, según https://spectrum.ieee.org/computing/software/the-2017-top-programming-languages		
1.1 Conceptos generales sobre programación	¿Existen diferentes tipos de modelos de ciclo de vida del software?	susana@hotmail.com
Respuesta de pedro@hotmail.com: Claro, algunos ejemplos son modelo cascada, iterativo, espiral...		
Respuesta de icantador@uam.es: Sí, aunque hay fases del ciclo de vida del software comunes/principales: análisis de requisitos, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento. Las veréis en detalle en las asignaturas de Ingeniería del Software.		
Respuesta de cesarcesir@yahoo.es: Si, segun el tipo de proyecto que se quiera realizar existen varios modelos que se adecuan a cada perfil de proyecto. Por ejemplo, existen el modelo cascada, el modelo V, secuencial, etc.		
1.2 Conceptos generales sobre los lenguajes de programación	Para que objetivos es mejor usar java y para cuales C#?	cesarcesir@yahoo.es
1.3 Compilación, enlazado y depuración en C	Como puedo compilar por comandos de linux un programa dividido en varios .c y .h?	cesarcesir@yahoo.es

Figura 33. Sección “Foro” del sistema

- **Progreso (Figura 34, Figura 35).** En esta sección los estudiantes pueden ver su progreso personal en cada uno de los temas, así como el progreso general de sus compañeros. Cuando se ha completado más de un 75% de los ejercicios de los temas, el color es verde. Si en cambio se ha completado menos de un 25% el color es rojo. Y si el número de ejercicios que se han hecho están entre los porcentajes mencionados, el color es amarillo. Este patrón se sigue en ambos progresos, ya que es una manera visual de motivar al estudiante.



Figura 34. Sección “Progreso individual” del sistema

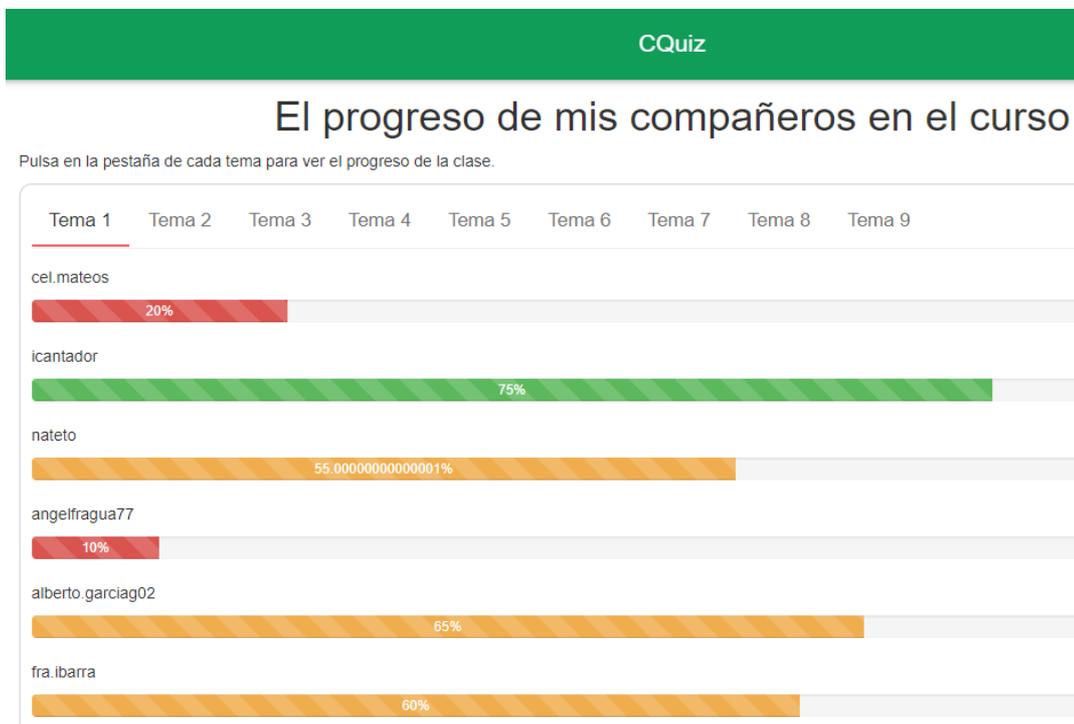


Figura 35. Sección “Progreso de la clase” del sistema

- **Ranking (Figura 36).** Los estudiantes que realicen alguna de las pruebas individuales o por equipos que se proponen, obtienen una cantidad de puntos que se ven reflejados en una tabla. Dichas pruebas son a contrarreloj, de tal forma que los estudiantes que resuelvan correctamente los ejercicios en el menor tiempo posible obtendrán un premio que se verá reflejado en la sección de “Mis logros”. En la tabla se pueden distinguir tres colores dependiendo de la posición que sea. Las primeras posiciones son de color verde, las intermedias en amarillo y las últimas en rojo.

Posición	Nombre	Puntos
1	icantador	25
2	cel.mateos	18
3	fra.ibarra	15
4	adr.montero	12
5	guido_martin_5	10
6	susana	0
7	lucas	0
8	carlos	0
9	icantador2	0
10	nateto	0
11	jstjavier	0
12	www.cnc1007	0
13		0

Figura 36. Sección “Ranking individual” del sistema

5. Integración, pruebas y resultados

En este capítulo se explican cada una de las pruebas que se han llevado a cabo con los resultados obtenidos después de utilizar el sistema. Actualmente la aplicación cuenta con ejercicios de la asignatura de Programación I del Grado en Ingeniería Informática por lo que los estudiantes que la han probado pertenecen a dicha asignatura. Las pruebas han durado mes y medio, y como se trataba de una actividad optativa, la cantidad de estudiantes que han realizado alguna actividad ha sido de 28 de los 46 que se han registrado en el sistema.

Estas pruebas se pueden considerar de validación, ya que sirven para verificar que el sistema verdaderamente realiza los objetivos que se pretendían lograr.

Ya que este tipo de pruebas puede ser de gran utilidad para un profesor, se ha desarrollado un pequeño programa donde puede analizar algunos aspectos que se detallan a continuación.

Este programa se ha desarrollado en HTML con JavaScript, al igual que la aplicación. Las gráficas que muestran se generan mediante una librería de gráficos estadísticos en JavaScript llamada *Amcharts*. Dicha librería cuenta con una gran variedad de gráficos entre los cuales se han utilizado de barras y de líneas.

En la **Figura 37** se puede observar el número de alumnos que existe por cada tipo de jugador. Esta gráfica se ha logrado a partir de los datos obtenidos por cada estudiante que ha realizado el formulario de tipo de jugador. En las pruebas realizadas, los participantes se clasificaron en 11 “Philantropist”, 6 “Explorer”, 10 “Achiever” y 1 “Socializer”. En la página HTML generada, para poder ver mejor los datos, se puede situar el ratón encima de cualquiera de las barras y aparecerá una etiqueta con el número exacto de alumnos que hay (**Figura 38**).

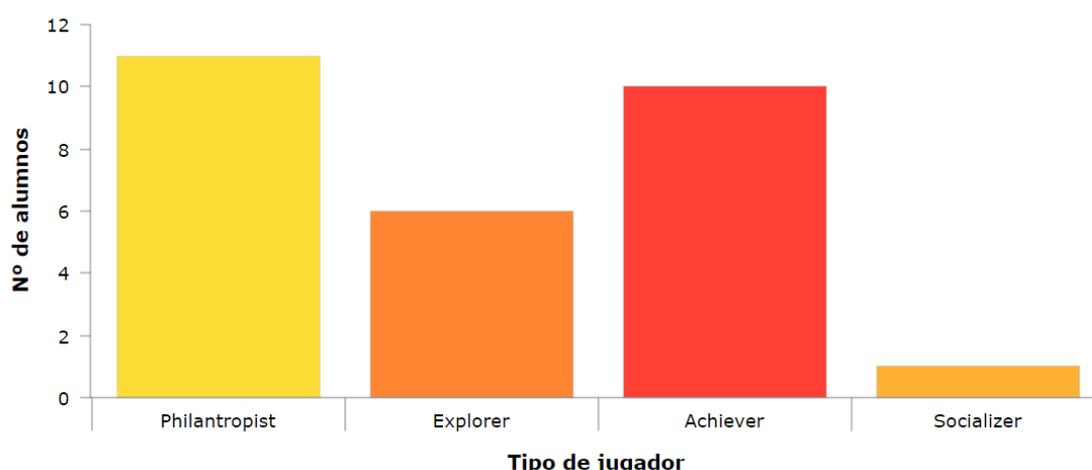


Figura 37. Gráfica con el número de estudiantes por tipo jugador

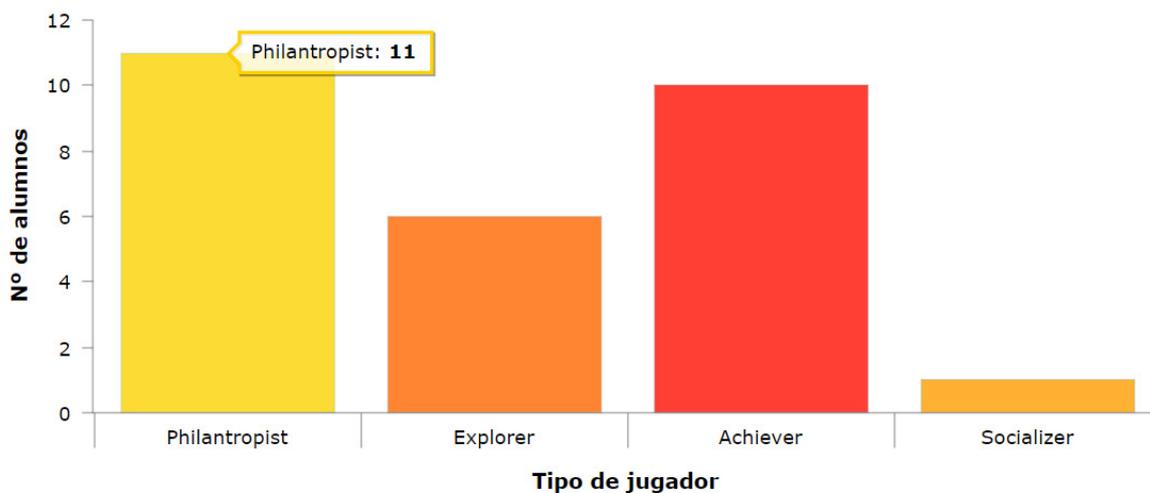


Figura 38. Gráfica con el número estudiantes por tipo jugador (con etiqueta)

Para el profesor puede ser importante saber cuáles son los temas que tienen un mayor nivel de participación por parte de los alumnos. En la **Figura 39** se puede observar que el tema 1 ha sido el más contestado.



Figura 39. Gráfica con el número de estudiantes que han participado en cada tema

A nivel global, se ha estudiado el número de veces que han accedido los alumnos a cada una de las actividades o tareas de la aplicación. Estos datos se consiguen a partir del Google Spreadsheet que registra cada una de las acciones realizadas por los estudiantes según el tipo de jugador que son. Toda esta información se puede observar en la **Figura 40** siendo el progreso de la clase la acción más realizada, donde la mayoría han sido jugadores “Achiever” y “Socializer”. Al pulsar sobre los elementos de la leyenda, las líneas asociadas se ocultan, por lo que se puede estudiar un único tipo de jugador.

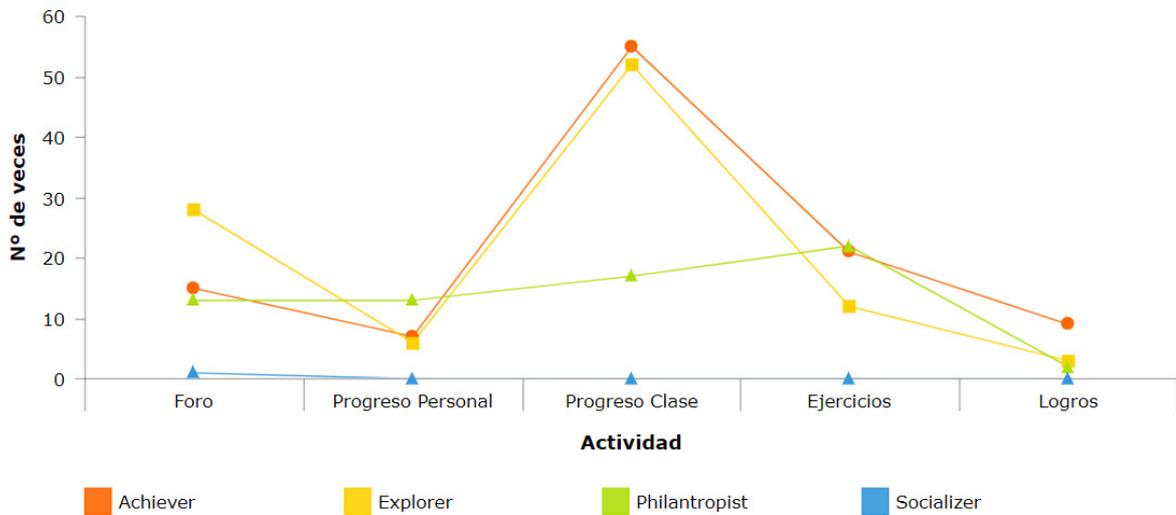


Figura 40. Gráfica con la actividad de la clase

En algunas ocasiones hay estudiantes que han abierto un formulario de ejercicios, pero no lo llegan a enviar por lo que el ejercicio no está completado. Por otro lado, puede ser que un formulario se haya repetido más de una vez. En la **Figura 41** se representan estos valores, de tal forma que se puede saber la cantidad de ejercicios que se han completado, los que no han llegado a enviarse o los que se han repetido.

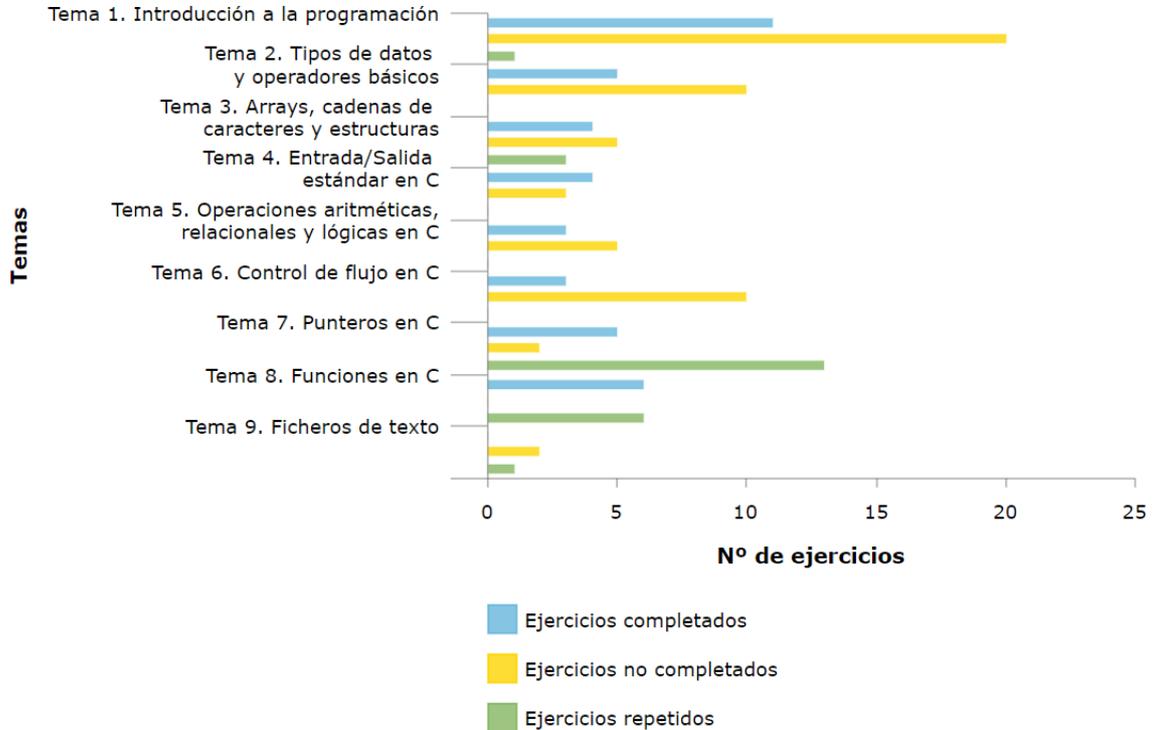


Figura 41. Gráfica con los ejercicios realizados por tema

En la **Figura 42** se muestra por cada estudiante las acciones que más ha realizado. En este ejemplo, el estudiante ha accedido un mayor número de veces al foro. Por lo que se observa, es probable que sea un tipo de jugador “Explorer”, ya que ha accedido a todas las actividades y de ello se deduce que es una persona curiosa.

Análisis individual de los estudiantes



Figura 42. Gráfica con la actividad individual de cada estudiante

6. Conclusiones y trabajo futuro

En este capítulo se exponen las conclusiones extraídas durante el desarrollo del proyecto y de las pruebas del sistema realizadas.

6.1. Conclusiones

Con la realización de este trabajo se han abordado conceptos como la gamificación, el e-learning y las motivaciones intrínsecas y extrínsecas. Además, se ha desarrollado un sistema web de e-learning sencillo, gamificado y adaptable a diferentes asignaturas. Los profesores que configuren y usen el sistema no tienen que tener grandes conocimientos de informática y programación; únicamente necesitan saber utilizar las herramientas Google Forms y Google Spreadsheets, que son muy intuitivas. El sistema cuenta con una interfaz clara y con gran variedad de colores y efectos para que a los estudiantes no les resulte aburrida y sobria.

Gracias a la participación de los estudiantes en el uso del sistema, se ha podido realizar una evaluación preliminar del sistema. En ella se han observado los distintos comportamientos de los estudiantes y los intereses de cada uno de ellos. También se ha podido ver cuáles han sido las actividades a las que más se han accedido.

Por último, se ha desarrollado una herramienta para los profesores que puede ser de gran utilidad, ya que analiza los logs de los estudiantes en el sistema, y da una visión general e individual del progreso de los estudiantes, así como su participación e interés en cada una de las funcionalidades del sistema.

6.2. Trabajo futuro

En el sistema es necesario añadir seguridad, de tal forma que el profesor no pueda ver las contraseñas de los estudiantes. Incluso, que cada usuario tenga un alias en el sistema y no su correo electrónico, como ocurre actualmente.

Por otro lado, el sistema ha sido probado durante un cuatrimestre con pocos estudiantes de Programación I. Se debe evaluar con un número mucho más grande de estudiantes, y sería interesante hacerlo en más de una asignatura. Para ello, se prevé que el uso del sistema se plantease como una tarea obligatoria y/o calificable más de la asignatura, y no como una actividad voluntaria no calificada. De esta manera, se podría hacer un estudio de la gamificación detallado, que analice el impacto de la gamificación en un contexto educativo, y la relación que pueda existir entre los tipos de jugadores y las motivaciones y acciones de los estudiantes.

Referencias

- [1] Bartle, R. (1996). Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit MUDs. *Journal of MUD research*, 1(1), 19.
- [2] Borrás-Gene, O., Martínez-Núñez, M., & Fidalgo-Blanco, Á. (2016). New challenges for the motivation and learning in engineering education using gamification in MOOC. *International Journal of Engineering Education*, 32(1), 501-512
- [3] Brooke, J. (1996). System Usability Scale (SUS). A Quick-and-Dirty Method of System Evaluation User Information. *Usability Evaluation In Industry*, vol. 189, no. 194, (pp. 4-7).
- [4] Cano, J. A. (2015). Sectores donde emplear la gamificación. [Online]. <https://www.womenalia.com/blogs/gamificate/sectores-donde-emplear-la-gamificacion> (fecha de última revisión: 16/01/2018)
- [5] Cantador, I. & Gil Pérez, B. (2015). Applying Gamification to Education: A Case Study in an E-learning Environment (Master's thesis).
- [6] Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011, September). From game design elements to gamefulness: defining gamification. In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15). ACM.
- [7] Educelorio (2014). Gamification. Qué es y cuáles son las dinámicas más utilizadas. [Online]. <https://www.2conleche.com/gamification-que-es-y-cuales-son-las-dinamicas-mas-utilizadas/> (fecha de última revisión: 16/01/2018)
- [8] Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons.
- [9] Kumar, J., Herger, M., & Dam, R. (2017), Bartle's Player Types for Gamification, Interaction Design Foundation. [Online]. <https://www.interaction-design.org/literature/article/bartle-s-player-types-for-gamification> (fecha de última revisión: 16/01/2018).
- [10] Marczewski, A. (2015). A player type framework for gamification design.
- [11] Marczewski, A. (2014). Differences between Gamification and Games. Gamified UK.
- [12] Marczewski, A. (2015). Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification, Game Thinking and Motivational Design. Gamified UK. [Online]. <http://www.amazon.co.uk/Even-Ninja-Monkeys-Like-Play/dp/1514745666> (fecha de última revisión: 16/01/2018)
- [13] Marczewski A. (2013). *Game Thinking – Breaking Down gamification and games*, Gamasutra.

- [14] Microgramas Marketing Blog (2013). Diferencia entre las mecánicas y dinámicas de los juegos en fidelización. [Online]. <https://jboadac.com/2013/03/05/diferencia-entre-las-mecanicas-y-dinamicas-de-los-juegos-en-fidelizacion/> (fecha de última revisión: 16/01/2018)
- [15] Olivares, B. (2015), Gamificando en el aula. [Online]. <http://bettyolivares.blogspot.com.es/2015/02/gamificando-en-el-aula.html> (fecha de última revisión: 16/01/2018)
- [16] Pepa, G. M. (2017). Sistema de e-learning ligero para evaluar el impacto de la gamificación en entornos educativos. Trabajo Fin de Máster en la EPS en la UAM.
- [17] Rodríguez, E. M. (2016). Diferencias entre motivación intrínseca y extrínseca. [Online]. <https://lamenteesmaravillosa.com/diferencias-entre-la-motivacion-intrinseca-y-extrinseca/> (fecha de última revisión: 16/01/2018)
- [18] Seaborn, K., & Fels, D. I. (2015). Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human-Computer Studies*, 74, 14-31.
- [19] Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press.

Anexos

Anexo A. Cuestionario sobre personalidad

Formulario que determina el tipo de jugador que es el estudiante.

<p>Por lo general, suelo ayudar a las personas (incluso si no las conozco) y disfruto con ello *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Completamente en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Completamente de acuerdo</p> <p>Por lo general dedico parte de mi tiempo a ayudar a otras personas (incluso si no las conozco) y disfruto con ello. Por ejemplo, contribuyo en foros de internet, etc *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Completamente en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Completamente de acuerdo</p> <p>Por lo general, suelo dar informacion a las personas (incluso si no las conozco) y disfruto con ello. Por ejemplo, escribo publicaciones en blogs, presto apuntes de clase , etc *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Completamente en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Completamente de acuerdo</p> <p>No suelo compartir mi conocimiento con otras personas *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Completamente en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Completamente de acuerdo</p>	<p>Suelo asistir a los cursos con el objetivo de aprender, no para obtener un titulo o un certificado *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Completamente en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Completamente de acuerdo</p> <p>Suelo repetir las tareas hasta que las completo perfectamente *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Completamente en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Completamente de acuerdo</p> <p>Para mi, la forma para conseguir algo es tan importante como el objetivo en sí *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Completamente en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Completamente de acuerdo</p> <p>Suelo rendirme si algo se pone muy dificil o complicado *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Completamente en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Completamente de acuerdo</p>
--	---

<p>Yo participo en redes sociales (Facebook, Twitter, etc.) de forma regular *</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>Completamente en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Completamente de acuerdo</p> <p>Prefiero relacionarme/interactuar con las personas en las redes sociales en lugar de seguirlas y simplemente ver el contenido que publican *</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>Completamente en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Completamente de acuerdo</p> <p>Para mí, el número de amigos/seguidores es una de las medidas de éxito más importantes en las redes sociales, blogs, etc *</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>Completamente en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Completamente de acuerdo</p> <p>Normalmente, comparto contenido con mis amigos/seguidores en las redes sociales, blogs, etc, y disfruto con ello *</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>Completamente en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Completamente de acuerdo</p>	<p>La autoexpresión es muy importante para mí. Autoexpresión: expresar tu propia originalidad y autonomía, haciendo hincapié en ti mismo como persona que tiene una personalidad única y que es distinta de las que te rodean *</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>Completamente en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Completamente de acuerdo</p> <p>Disfruto más un juego/videojuego/libro con una historia guiada y una ruta fija, que otra que me permite explorar y tener una historia más abierta *</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>Completamente en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Completamente de acuerdo</p> <p>No me suele gustar estar limitado por una serie de reglas en un juego/videojuego *</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>Completamente en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Completamente de acuerdo</p> <p>Suelo intentar encontrar objetos escondidos o "Easter eggs" en películas, videojuegos, etc. *</p> <p style="text-align: center;">1 2 3 4 5</p> <p>Completamente en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Completamente de acuerdo</p>
--	---

Con todas estas preguntas, dependiendo de las respuestas que aporte el estudiante, en Google App Script existen una serie de funciones que, con dichos resultados, determinan el tipo de jugador que es y se lo asigna al estudiante. Para obtener el jugador existen una serie de pesos ponderados que se suman a cada tipo. De los cuatro que hay, el que obtenga un mayor resultado, es el jugador que se asignará al estudiante.

Anexo B. Cuestionario sobre motivaciones

Preguntas y escala para el formulario de las motivaciones.

Referencia: Borrás-Gene, O., Martínez-Núñez, M., & Fidalgo-Blanco, Á. (2016). New challenges for the motivation and learning in engineering education using gamification in MOOC. *International Journal of Engineering Education*, 32(1), 501-512.

Table 4. Descriptive Analysis

Perceptions on learning (1, 2, 3) and utility (4, 5) N: 2127	Frequency (%)					Mean	SD
	Strongly disagree	Disagree	Neither agree nor disagree	Agree	Strongly agree		
(1) Learn and understand the contents of the course	0.28	0.52	8.28	37.28	53.64	4.43	0.69
(2) Learn valuable contents	0.14	1.13	7.52	30.37	60.84	4.30	0.79
(3) The posed activities improve understanding	0.52	1.50	12.88	37.33	47.77	4.30	0.79
(5) The suggested activities generate useful material	0.66	1.93	14.20	34.32	48.90	4.29	0.83
(4) Web links generated through the virtual community useful for a better understanding	0.52	1.74	15.00	37.00	45.75	4.26	0.81

Table 5. Percentages of participant responses regarding their attitudes towards motivation in gcMOOC

	Frequency (%)					Mean	SD
	Strongly disagree	Disagree	Neither agree nor disagree	Agree	Strongly agree		
(6) My interest has increased during the course	0.61	1.69	9.12	31.36	57.22	4.43	0.77
(7) I found the course stimulating	0.70	2.10	12.80	33.20	51.20	4.32	0.83
(8) The course was dynamic and active	0.90	3.00	17.00	36.60	42.50	4.17	0.88
(9) The layout of the modules could hold my attention	1.90	4.00	17.40	35.70	40.90	4.10	0.95
(10) Participate steadily and work actively in the course	2.00	8.50	26.70	36.40	26.40	3.77	0.99
(11) Students were encouraged to participate in the Virtual Community	1.40	4.30	17.80	32.30	44.20	4.14	0.95
(12) Students were encouraged to identify and share resources	1.50	3.20	18.00	36.30	41.00	4.12	0.91
(13) Students were encouraged to comment on peers' resources	1.60	3.40	20.60	36.00	38.40	4.06	0.93

Table 6. Pattern and structure matrix for exploratory factor analysis

	Course Intrinsic motivation		Extrinsic motivation generated by collaboration	
	Pattern	Structure	Pattern	Structure
(6) My interest has increased during the course	0.808	0.804	-0.007	0.429
(7) I found the course stimulating	0.905	0.891	-0.027	0.462
(8) The course was dynamic and active	0.868	0.878	0.018	0.487
(9) The layout of the modules could hold my attention	0.862	0.860	-0.004	0.462
(10) Participate steadily and work actively in the course	0.542	0.550	0.016	0.308
(11) Students were encouraged to participate in the Virtual Community (Google Plus—Twitter)	0.034	0.487	0.840	0.858
(12) Students were encouraged to identify and share resources	-0.008	0.499	0.939	0.935
(13) Students were encouraged to comment on peers' resources	-0.023	0.482	0.936	0.924

Teniendo en cuenta estas preguntas, se ha creado un formulario para que los estudiantes contesten y con sus respuestas saber sus motivaciones tanto intrínsecas como extrínsecas. Como son una gran cantidad de preguntas, se muestran en una tabla de Excel.

En la siguiente tabla se muestran cada una de las preguntas relacionadas con las motivaciones intrínsecas, que son el interés por la aplicación, la satisfacción que ha sentido el estudiante al utilizarla, si ha disfrutado haciendo uso del sistema, su compromiso con las tareas y su actividad en el foro. Todas estas preguntas siguen el mismo patrón, por cada tipo de motivación intrínseca hay dos cuestiones afirmativas y una negativa. Como las preguntas no están agrupadas por el mismo tema en el formulario, este sistema nos hace saber si el estudiante de verdad opina lo que ha contestado o por el contrario se contradice. Es decir, si, por ejemplo, está de acuerdo en que ha usado la aplicación porque le ha parecido interesante, sería lógico que en la cuestión de que no le interesa participar en estudios como éste pusiera que no está de acuerdo.

+	He usado la aplicación porque me ha parecido interesante	Interés
-	No me interesa participar en estudios como éste	Interés
+	Me siento atraído por aplicaciones como ésta	Interés
+	He quedado satisfecho con la aplicación	Satisfacción
+	Me he sentido complacido mientras utilizaba la aplicación	Satisfacción
-	Utilizar la aplicación no me ha sido de utilidad	Satisfacción
+	Emplear la aplicación ha sido divertido	Disfrute
+	He disfrutado con las funcionalidades de la aplicación	Disfrute
-	Esta actividad ha sido un aburrimiento	Disfrute
+	He usado la aplicación por compromiso	Compromiso
-	No me he sentido obligado a hacer la actividad	Compromiso
+	No he tenido más remedio que probar la aplicación	Compromiso
+	El foro me ha valido para ayudar a mis compañeros	Ayuda
+	Me he interesado por resolver preguntas en el foro	Ayuda
-	No he participado demasiado en el foro	Ayuda

En la siguiente tabla se muestran las preguntas relacionadas con las motivaciones extrínsecas. Estas tienen que ver con la autorrealización del estudiante y si le motiva tener una buena reputación en el sistema. También se realizan preguntas relacionadas con su aprendizaje y la asignatura. En estas motivaciones se sigue el patrón de 0 2 afirmativas y 1 negativa, o 2 negativas y 1 afirmativa. Al igual que antes, es para comprobar que el estudiante contesta verdaderamente lo que piensa y no se contradice.

+	El haber hecho esta actividad ha sido beneficioso para mí	Autorealización
-	Usar esta aplicación hace sentir a uno autorealizado	Autorealización
+	Estaría dispuesto a hacer otra actividad como ésta porque hace sentir a uno bien	Autorealización
+	Me ha gustado el haber quedado bien en rankings de clase dentro de la aplicación	Reputación
+	Me ha interesado que se viese mi progreso y logros en la aplicación	Reputación
-	No he querido destacar dentro de la aplicación	Reputación
+	He adquirido habilidades y conocimientos útiles con la aplicación	Adquirir conocimientos valiosos
+	La aplicación me ha servido para aprender a abordar problemas mejor	Adquirir conocimientos valiosos
-	No he sentido que esta aplicación me estuviese proporcionando conocimientos valiosos	Adquirir conocimientos valiosos
+	Es importante realizar este tipo de actividades para mejorar en el estudio	Mejorar el aprendizaje
-	La aplicación dificulta el aprendizaje	Mejorar el aprendizaje
+	Esta actividad es beneficiosa para el aprendizaje	Mejorar el aprendizaje
+	La aplicación permite entender/aprender contenidos de la asignatura	Entender y aprender los contenidos del curso
+	Este tipo de actividades es útil para mejorar en la asignatura	Entender y aprender los contenidos del curso
-	La aplicación no ayuda con la asignatura	Entender y aprender los contenidos del curso
+	Los cuestionarios de ejercicios de la aplicación ayudan a entender/aprender	Disponer de material de aprendizaje util
-	La batería de ejercicios en la aplicación es inútil	Disponer de material de aprendizaje util
-	La aplicación no cuenta con buenos ejercicios	Disponer de material de aprendizaje util
+	Los ejercicios de la aplicación son importantes para aprobar la asignatura	Aprobar la asignatura
+	El material aportado por la aplicación es útil para aprobar la asignatura	Aprobar la asignatura
-	La aplicación ayuda a aprobar la asignatura	Aprobar la asignatura

Anexo C. Cuestionario System Usability Scale (SUS)

Preguntas y escala para el cuestionario de satisfacción.Fuente:

<https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>

	Strongly disagree					Strongly agree
1. I think that I would like to use this system frequently	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
2. I found the system unnecessarily complex	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
3. I thought the system was easy to use	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
5. I found the various functions in this system were well integrated	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
6. I thought there was too much inconsistency in this system	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
7. I would imagine that most people would learn to use this system very quickly	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
8. I found the system very cumbersome to use	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
9. I felt very confident using the system	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with this system	<input type="checkbox"/>					
	1	2	3	4	5	

Traducido el anterior formulario, en el sistema se considera el siguiente:

<p>Creo que me gustará utilizar con frecuencia este sistema *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Muy en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Muy de acuerdo</p>	<p>Creo que hay muchas inconsistencias en el sistema *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Muy en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Muy de acuerdo</p>
<p>Encuentro el sistema innecesariamente complejo *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Muy en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Muy de acuerdo</p>	<p>Imagino que la mayoría de la gente aprenderá a utilizar este sistema muy rápidamente *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Muy en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Muy de acuerdo</p>
<p>Pienso que el sistema es fácil de usar *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Muy en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Muy de acuerdo</p>	<p>Encuentro este sistema muy difícil de utilizar *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Muy en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Muy de acuerdo</p>
<p>Pienso que necesitaría apoyo técnico por parte de otras personas para ser capaz de utilizar este sistema *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Muy en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Muy de acuerdo</p>	<p>Me siento muy seguro usando este sistema *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Muy en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Muy de acuerdo</p>
<p>Las diversas funciones del presente sistema están bien integradas *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Muy en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Muy de acuerdo</p>	<p>Necesité aprender muchas cosas antes de poder utilizar este sistema *</p> <p>1 2 3 4 5</p> <p>Muy en desacuerdo <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Muy de acuerdo</p>

Con estas 10 preguntas se obtiene un resultado que en cualquier caso no supera los 100 puntos.