

Diseño e integración en una plataforma docente de una herramienta de respuesta de audiencia para mejorar la atención, la evaluación y el aprendizaje de los estudiantes

Antonio Cañas, F. Javier Fernández, Eva M. Ortigosa, Mancia Anguita

Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores

Universidad de Granada

Granada

{acanas, jfernand, ortigosa, manguita}@ugr.es

Resumen

Durante años hemos desarrollado y usado una plataforma web docente para, entre otras funcionalidades, facilitar a los estudiantes la realización de test online, aunque la evaluación continua se ha hecho mediante test presenciales. Tras la experiencia adquirida, hemos diseñado e incorporado a la plataforma una funcionalidad de *juegos* tipo test (estilo Kahoot! o Socrative), con la intención de obtener los beneficios de estas herramientas de respuesta de audiencia tanto respecto al aula (asistencia, atención, participación) y al aprendizaje (interacción, rendimiento) como respecto a la automatización de la evaluación continua.

Esta gamificación básica ha sido recibida muy positivamente por los estudiantes, les ha hecho tomar conciencia de su progreso en la asignatura de una forma más gradual, ha roto la dinámica de *asistir sólo al test presencial* permitiendo trocear el juego a lo largo de toda la clase presencial, ha permitido la realimentación inmediata al estudiante (calificación) y al profesor (detección de errores conceptuales sobre la marcha), y ha eliminado el trabajo mecánico de corrección por parte del profesorado.

Esta experiencia se ha implantado de forma piloto en cuatro grupos de una asignatura (unos 300 estudiantes) del Grado en Ingeniería Informática, y pretendemos seguir usándola, ampliándola a más asignaturas de Ingeniería Informática y de Telecomunicación.

Abstract

For years we have developed and used a teaching web platform to facilitate students to take online tests—among other functionalities, although continuous evaluation has been done with classroom tests. With this acquired experience, we have designed and incorporated into the platform a functionality of test *games* (in Kahoot! or Socrative style), with the aim of

obtaining the benefits of these audience response tools both in terms of classroom (attendance, attention, participation) and learning (interaction, performance) as well as in respect to the automation of continuous evaluation.

This basic gamification has been very positively welcome by the students, has made them aware of their progress in the subject in a more gradual way, has broken the habit of *attending just the test day* by allowing us to scatter the game throughout the entire class time, has provided immediate feedback to students (grading) and the teacher (spotting conceptual errors as they show up), and has eliminated the mechanical grading work by teachers.

This experience has been carried out as a pilot experiment in four groups of a subject (about 300 students) of the Degree in Computer Engineering, and we intend to continue using it, expanding it to more subjects of Computer Engineering and Telecommunications.

Palabras clave

LMS (Learning Management System), ARS (Audience Response System), evaluación automática, test online, juegos online, gamificación.

1. Motivación

Desde 1999 desarrollamos una plataforma web para apoyo a la docencia presencial y semipresencial. La plataforma se ha usado con notable éxito en nuestra universidad, se liberó en 2010 y desde 2012 está disponible en la nube para cualquier institución educativa del mundo [2].

En 2017 definimos ciertas líneas de desarrollo futuro [1], entre las que se encontraba la integración de gamificación basada en elementos típicos de juegos—puntos, insignias, marcadores, karma, barras de progreso, niveles— en todas las funcionalidades

de la plataforma web y las aplicaciones móviles donde tuviera sentido hacerlo, tanto para estudiantes como para profesores y otros usuarios.

El término «gamificación» —o «ludificación», según la recomendación de la Fundéu—, se usa ampliamente desde 2010 y alude al uso de elementos de diseño de juegos en contextos no relacionados con el juego [3]. El objetivo más común del uso de la gamificación es fomentar el cambio de comportamiento en los usuarios, ya sea implicando una mayor participación o un mejor rendimiento, a través de realimentación emocional positiva ([7, 8]).

El mundo de la educación menospreció tradicionalmente los juegos considerándolos como un elemento disuasorio para una educación de calidad. Pero en las últimas décadas existe una tendencia hacia sistemas educativos cada vez más gamificados. La gamificación está llevando los componentes de la puntuación de los juegos, las recompensas y los niveles al aula real o virtual.

Para demostrar el interés actual en gamificación en la educación, en la Figura 1 hemos representado el número de referencias o resultados que devuelve Google Académico al buscar *Gamification Education* en cada año desde 2000 hasta 2019. Como puede verse, hay pocos resultados hasta el año 2010, y se observa un crecimiento constante desde 2011.

Como ejemplo de incorporación de la gamificación a la educación, podemos considerar los programas educativos interactivos Khan Academy (<https://www.khanacademy.org/>) e IXL (<https://eu.ixl.com/>), que se están utilizando en muchas instituciones educativas de todo el mundo. Khan Academy fue originalmente un recurso de excelentes vídeos de contenido educativo. Ahora esos vídeos se han gamificado. Cada vídeo se combina con preguntas interactivas que otorgan puntos y recompensas a los estudiantes en función de su éxito. IXL cuenta por su parte con abundantes temas con preguntas que proporcionan realimentación instantánea. Con cada pregunta que se responde correctamente, el alumno puede ganar puntos. Con suficientes puntos ganados, los estudiantes pueden ganar uno de los muchos trofeos del programa.

Otro ejemplo clásico de gamificación en la educación lo constituyen los sistemas de respuesta de audiencia o ARS (por las iniciales de *audience response system*) [5]. Con estos sistemas interactivos de respuesta se solían emplear mandos a distancia adquiridos por el centro educativo (por ejemplo EduClick [6] o QOMO Qclick [4]) para responder preguntas de tipo test lanzadas por el profesor en la pantalla del aula. Estos mandos se han reemplazado paulatinamente por los teléfonos móviles de los estudiantes con apps como Kahoot! (<https://kahoot.com/>), Quizizz (<https://quizizz.com/>) o Socrative (<https://socrative.com/>).

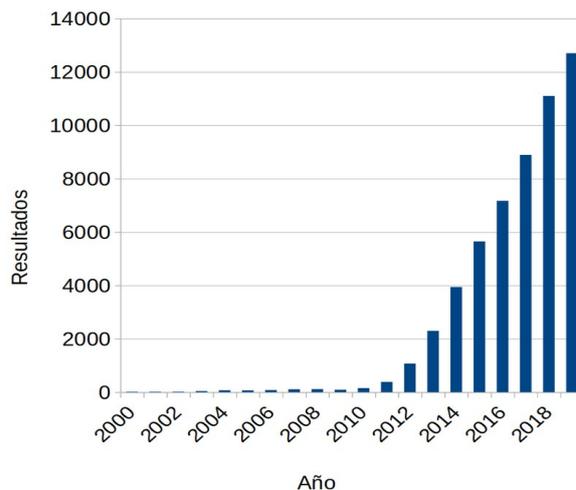


Figura 1: Número de resultados de la búsqueda *Gamification Education* en Google Académico.

El artículo de Kay y LeSage [5] revisa la literatura para examinar los beneficios y desafíos del uso de sistemas de respuesta de la audiencia. Como resumen de las conclusiones de su estudio, existen beneficios en los siguientes campos:

- Beneficios en el entorno del aula: los estudiantes asisten más, están más centrados e involucrados en la clase y participan más.
- Beneficios en el aprendizaje: los estudiantes interactúan más con sus compañeros para debatir ideas, discuten los conceptos erróneos para construir conocimiento, la enseñanza puede modificarse según los comentarios de los estudiantes, el rendimiento aumenta.
- Beneficios en la evaluación: a los estudiantes y al profesor les gusta recibir realimentación frecuente, se realiza una evaluación que mejora la comprensión del estudiante y la calidad de la enseñanza, los estudiantes comparan sus respuestas con las respuestas de la clase.

El artículo también estudia los desafíos típicos del uso de ARS:

- Desafíos relacionados con la tecnología: problemas con el uso de los mandos a distancia.
- Desafíos relacionados con los profesores: aquellos con menos experiencia no pueden adaptarse a la realimentación de los estudiantes, se cubre menos contenido, crear las preguntas exige mucho tiempo.
- Desafíos relacionados con los estudiantes: encuentran difícil cambiar a una nueva forma de aprendizaje, el debate lleva a confusión o a perder el tiempo, demasiado esfuerzo, no les gustan los ARS para controlar la asistencia,

quieren permanecer en el anonimato, se sienten mal cuando reciben realimentación negativa.

En este trabajo hemos intentado aprovechar los beneficios y afrontar los desafíos para minimizarlos. Nuestro objetivo relativo a la inclusión de gamificación en la plataforma lo dividimos en varias tareas, siendo una de las prioritarias la que abordamos en este trabajo: creación e incorporación a la plataforma de un sistema de juegos interactivos en el aula del tipo sistema de respuesta de audiencia o ARS que aproveche el banco de preguntas de tipo test existente. Naturalmente, un uso masivo de la plataforma por parte de usuarios que reclamaran otras funcionalidades (puntuación por tiempo, insignias, barras de progreso, etc.) alteraría la relativa prioridad de las correspondientes tareas.

Integrar esta funcionalidad en nuestra plataforma, compartiendo la dinámica y estética del resto de funcionalidades, supone una gran ventaja para nuestros usuarios (comodidad de aprendizaje y uso para estudiantes y profesores), que tal vez no consideraban la posibilidad de buscar, probar, comparar, escoger y finalmente adoptar otra plataforma externa para incorporar elementos típicos de juegos en sus asignaturas. Al estar integrados los juegos, aprender a usarlos requiere poco más que animarse a pulsar las pestañas y botones correspondientes. La alternativa a la integración sería recomendar algún sitio externo, con la dependencia que ello supone (infraestructura, conectividad, ciberataques, exportación/importación del trabajo, cambios de versión, etc.).

A continuación describimos la funcionalidad integrada en la plataforma para posibilitar la realización de juegos. Más adelante comentaremos brevemente algunos aspectos de la implementación, después mostraremos los resultados de su uso y evaluación en una asignatura del Grado en Ingeniería Informática con unos 300 estudiantes y 4 grupos, y finalizaremos destacando las principales conclusiones de la experiencia.

2. Funcionamiento de la herramienta

En la implementación actual se han incorporado los siguientes elementos típicos de juegos: realimentación inmediata (resultado correcto y respuestas del grupo tras cada pregunta), pódium-histograma de puntuaciones (al final del juego), y puntuación personal obtenida (el estudiante puede repasar en cualquier momento todos los juegos realizados, el enunciado de las preguntas, las respuestas correctas, las que él dio, y la calificación que obtuvo). Otros elementos de menor empaque académico son igualmente importantes (y a veces más

complejos técnicamente) para conseguir el efecto lúdico deseado: visualización y control del tiempo transcurrido y restante, monitorización del número de participantes que responden, control de la visualización de las opciones (columnas) y de los resultados (visibilidad), y capacidad multimedia (imágenes, fórmulas, videos, etc.).

El funcionamiento descrito a continuación es una incorporación de funcionalidades típicas de las plataformas de juegos a nuestra plataforma de apoyo a la docencia, consiguiendo que los usuarios (profesores y estudiantes) encuentren cómodo y natural realizar juegos, de forma integrada con el uso normal y cotidiano de la misma.

Las distintas funcionalidades de la plataforma están organizadas en varias pestañas, con un menú de opciones para cada una de ellas. Los test presenciales en el aula de los que hablamos en este trabajo se encuentran en la pestaña «Evaluación», y dentro de ella en la opción «Juegos». En una asignatura podemos crear varios juegos —conjuntos ordenados de preguntas de tipo test— y jugar varias partidas de cada uno.

2.1. Juegos

Para crear un nuevo juego el profesor debe rellenar un formulario con los siguientes campos:

- Título. Un título para el juego (por ejemplo «Examen Tema 1»).
- Nota máxima. Un número real positivo (por ejemplo 0,2). La puntuación obtenida en una partida de este juego se escalará de tal modo que a la máxima puntuación (todas las respuestas correctas) le corresponderá esta nota máxima.
- Descripción. Breve descripción opcional del juego.

A continuación, se muestra un segundo formulario para añadirle una o varias preguntas. Las preguntas que se incorporan al juego se seleccionan desde un banco común de preguntas de test que se habrá editado previamente. Este banco se puede usar también para que el estudiante realice test de autoevaluación cuando lo desee usando la opción «Test» de la pestaña «Evaluación», o para exámenes escritos en el aula que el profesor genere usando la misma opción. Normalmente no se desea que las preguntas que se van a usar en juegos o exámenes estén disponibles en abierto en la opción de test de autoevaluación. Para impedirlo, se les suele añadir un descriptor al crearlas o editarlas, por ejemplo «Examen Tema 1», y se marca dicho descriptor como oculto en la configuración de test de autoevaluación.

Una vez añadidas las preguntas, estas aparecerán al final de la lista de preguntas del juego. El orden de las preguntas es el mismo para todas las partidas del juego, y se establece al editar el juego. De esta

manera, el profesor podría, por ejemplo, crear tres o cuatro preguntas en un orden adecuado para ir mostrando cada cierto intervalo de tiempo la siguiente pregunta correspondiente a la sección del tema recién explicada, y así aumentar la atención del estudiante. Las respuestas u opciones de una pregunta sí pueden mostrarse en un orden distinto y aleatorio en cada partida que se juegue si así se indica activando la casilla «Barajar» al crear o editar la pregunta.

Es posible eliminar, ocultar/mostrar o editar cada uno de los juegos de la asignatura.

Si no existe ninguna partida para un juego, en su lista de preguntas se pueden realizar las siguientes acciones: eliminar una pregunta, cambiar el orden en que aparecerán las preguntas en el juego y editar el contenido de una pregunta. Si el juego ya tiene partidas, no será posible añadir preguntas, ni eliminarlas, ni modificar su orden.

El contenido de una pregunta puede editarse en cualquier momento. No obstante, si la pregunta ya se ha usado en alguna partida no es recomendable editarla salvo para corregir errores importantes.

2.2. Partidas de un juego

Una vez creado un juego, pueden jugarse varias partidas del mismo, por ejemplo una en cada grupo de la asignatura.

Para crear y comenzar a jugar una partida, el profesor tiene que asignar un título a la partida y también puede seleccionar si estará abierta a la participación de cualquier estudiante de la asignatura o sólo a los estudiantes que pertenezcan a ciertos grupos. En la plataforma se pueden crear tantos grupos como se desee.

2.3. Funcionamiento de una partida para el profesor

Cuando un profesor crea o reanuda una partida, se abre una nueva ventana en el navegador con el contenido de las preguntas y las posibles respuestas (Figura 2.a). En ese momento la salida de vídeo debería proyectarse en el aula para que sea visible por los estudiantes presentes.

El profesor puede pulsar en los iconos:

- Retroceder
- Pausa/Reanudar
- Avanzar

cuando lo estime oportuno para ir pasando por los siguientes estados de cada pregunta:

1. Enunciado de la pregunta.
2. Enunciado y posibles respuestas de la pregunta. Los estudiantes sólo podrán responder en este estado, siempre que no esté en modo pausa.
3. Enunciado y resultados de la pregunta. Este estado es opcional y sólo se mostrará si el profesor activa el conmutador «Ver resultados».

En todo momento se muestran en la pantalla del aula el tiempo total de juego de la partida y de la pregunta actual. Cuando la partida no se encuentra pausada, se muestra también el número de estudiantes que han contestado la pregunta actual y el número total de estudiantes que están jugando la partida.

En principio, no hay límite de tiempo en cada uno de los estados de la pregunta, ya que es el profesor quien controla el cambio de un estado a otro. También puede pulsar en los números 60", 30" y 10" para establecer una cuenta atrás tras la cual la partida

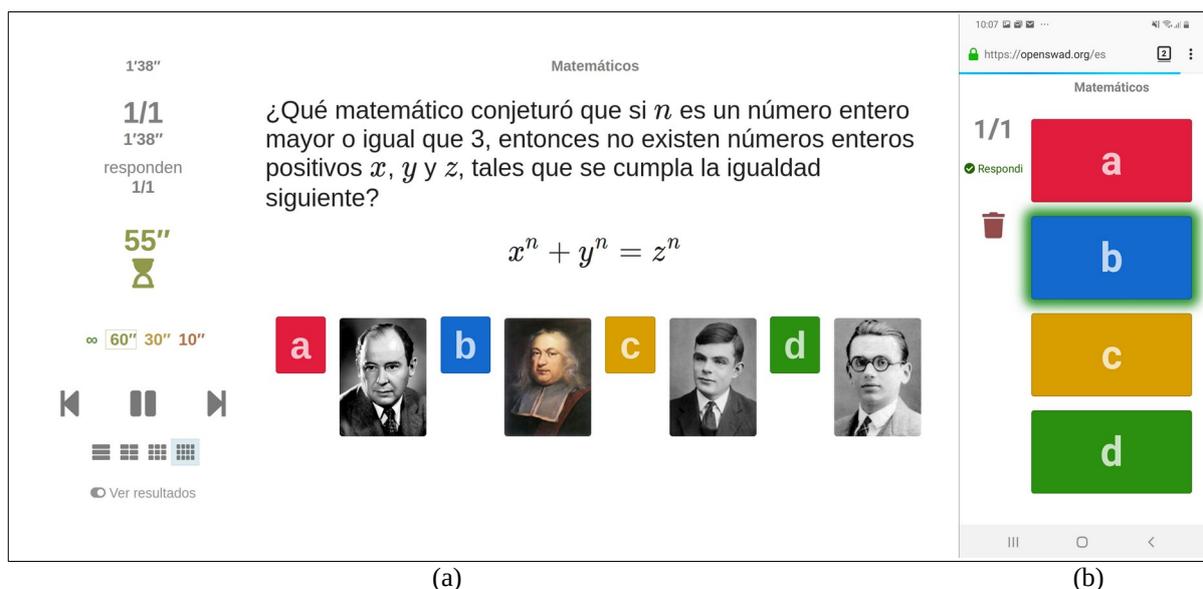


Figura 2: Ejemplo de pantallas de una partida en una asignatura ficticia. En este caso la pregunta contiene fórmulas matemáticas e imágenes. (a) Pantalla proyectada en el aula. (b) Pantalla del estudiante.

pasará automáticamente al estado siguiente. El profesor puede cancelar la cuenta atrás si lo desea.

El sistema diseñado es robusto frente a interrupciones. Cada partida puede detenerse, pausarse y retomarse en cualquier momento. Esto supone que no hay problema si se pierde la conectividad con la red, si se cierra el navegador o si no da tiempo a terminar la partida en la hora de clase. Lo mismo es aplicable para los estudiantes, que pueden volver a conectarse al juego si cierran el navegador y vuelven a entrar. Cuando se reanuda una partida, siempre se vuelve al punto en el que se interrumpió.

2.4. Funcionamiento de una partida para el estudiante

Los estudiantes pueden unirse a una partida seleccionándola en la lista de partidas del juego. Al unirse a la partida, se abrirá una nueva ventana en el navegador en el que aparecerá el número de pregunta y varios botones para seleccionar una de las opciones (Figura 2.b). Estos botones de selección sólo se muestran en el segundo estado de la pregunta, cuando en la pantalla del aula se estén proyectando las respuestas. Para evitar la copia entre estudiantes, la realimentación ofrecida cuando se pulsa una de las opciones es mínima: sólo se muestra un destello rápido alrededor del botón pulsado (los estudiantes cercanos no podrán verla fácilmente).

2.5. Consulta de resultados

Los resultados de cada estudiante en cada partida quedan almacenados en la base de datos de la plataforma como parte de la evaluación. El profesor puede activar o desactivar la visibilidad de los resultados en el listado de partidas de un juego. Cada estudiante podrá ver sus resultados tras finalizar la partida cuando el profesor lo decida. Por omisión los resultados están ocultos.

Un profesor puede acceder a los resultados seleccionando aquellos estudiantes cuyas partidas quiere ver. La información se muestra en dos listas: una primera donde el profesor puede cambiar la selección de juegos, y una segunda con todas las partidas realizadas para los juegos seleccionados. El profesor puede ver los detalles de cada partida.

Un estudiante puede ver sus resultados en las partidas que jugó correspondientes a los juegos que seleccione. También puede ver los detalles de cada partida, pero sólo si el profesor lo ha permitido.

3. Implementación

La herramienta aquí descrita se ha desarrollado como un componente más de una plataforma del tipo LMS (*Learning Management System*) de desarrollo propio. El núcleo principal de la plataforma

implementa casi toda su funcionalidad, está programado en lenguaje C y usa una base de datos MySQL o MariaDB. Este programa se ejecuta en el servidor web cada vez que un usuario hace clic en un botón o enlace dentro de la plataforma. El programa consulta la base de datos, realiza los cálculos necesarios para la acción actual, y genera todo el código HTML5 enviado al cliente. Desarrollar una aplicación web en C se traduce en una plataforma muy ligera que permite el acceso a decenas o centenares de miles de usuarios en un solo servidor de gama media. El sistema se puede utilizar libre y gratuitamente accediendo al servidor OpenSWAD (<https://openswad.org>).

El núcleo contiene alrededor de 300,000 líneas de código y, según la estimación de Open Hub (<https://www.openhub.net/p/swad-core/>), ha debido de suponer un esfuerzo estimado de aproximadamente 82 personas-año con un coste de desarrollo de 4,5 millones de dólares. El código fuente está disponible en GitHub (<https://github.com/acanas/swad-core>) bajo licencia GNU Affero GPLv3. El núcleo completo consta de 112 módulos, de los cuales tres de ellos implementan la funcionalidad descrita en este trabajo:

- swad-game, listado y edición de juegos
- swad-match, listado y edición de partidas de un juego, y pantallas del aula y del estudiante
- match_result, resultados de las partidas jugadas

Los tres módulos suman algo más de 7000 líneas de código, que representan aproximadamente un 2,2% del código, con un coste de desarrollo de unos 100 000 \$ según la estimación de OpenHub.

La herramienta «Juegos» comenzó a desarrollarse en julio de 2017, y la primera versión plenamente funcional estuvo disponible en septiembre de 2019, al comienzo del curso 2019-2020. Durante el primer semestre el funcionamiento se ha ido perfeccionando con la experiencia de uso y la realimentación dada por los usuarios. Uno de los principales retos ha sido conseguir que el funcionamiento sea fluido en clases de más de 80 estudiantes, sin que el servidor ni la red se saturen, teniendo en cuenta que desde el ordenador del profesor y desde los dispositivos de los estudiantes se hacen constantes peticiones de refresco. Tras diversas optimizaciones, actualmente la pantalla del aula conectada al ordenador del profesor refresca la partida una vez por segundo para reflejar el tiempo de juego, el número de estudiantes que han respondido y el número de estudiantes conectados. La pantalla de un estudiante se refresca cada 3 segundos para reflejar el estado actual del juego y los botones para responder si la pregunta se encuentra en el estado adecuado.

Alrededor del núcleo principal de la plataforma se han desarrollado otros programas, entre los que

destacan las aplicaciones para Android y para iOS. Actualmente se está incorporando la funcionalidad de respuesta a partidas por parte de los estudiantes a la aplicación para Android. La ventaja principal que tendrá usar la app frente a la web en un móvil o tableta es la inmediatez de acceso, ya que basta con pulsar en el icono de la app y seleccionar la opción de partidas actuales, sin perder tiempo en escribir la URL en el navegador y en identificarse.

4. Resultados

Para comprobar la efectividad de la nueva funcionalidad, en principio planteamos estudiar cuatro indicadores:

- Grado de uso y participación en la nueva funcionalidad de la plataforma por parte de profesores y estudiantes, medido mediante el análisis de los registros de la base de datos.
- Motivación y satisfacción de los estudiantes respecto a su proceso de formación, evaluación y tutoría, medido mediante encuestas.
- Rendimiento académico de los estudiantes, medido mediante las calificaciones de los exámenes finales.
- Satisfacción de los profesores respecto al uso de estas herramientas como apoyo a su trabajo como docentes —con especial énfasis en la mejora del proceso de evaluación de los estudiantes—, medido mediante encuestas.

Una vez aplicada la novedad en la metodología docente y en la evaluación, se han medido los tres primeros indicadores. Es pronto para medir el último indicador con un número significativo de profesores, puesto que sólo ha sido usado de forma efectiva en los cuatro grupos de una asignatura por parte de los autores de este trabajo, y de manera puntual a modo de prueba por otros profesores. Si el uso se extiende entre el profesorado, ampliaremos el análisis de todos los puntos, incluido el último, para validar la aplicabilidad de los resultados a otras asignaturas, detectar posibles carencias y plantear mejoras.

4.1. Uso de la nueva funcionalidad en la plataforma

La metodología docente de partida consideraba la realización de un test en papel al inicio o al final de casi todas las clases de teoría (10 o más de las 15 sesiones del cuatrimestre), y entrega de memorias de prácticas. Los juegos han sustituido los test de teoría y la mayoría de las prácticas (salvo concursos y montajes). La nota de evaluación continua (2p de teoría y 2p de prácticas) repartida entre el número de juegos (unos 10) asigna un valor aproximado de 0.2p por test, puntuación apropiada para disfrutar del aspecto lúdico de la propuesta. El propósito inicial era repartir las preguntas a lo largo de la clase para animar la lección magistral o las sesiones de laboratorio, pero a veces se han tenido que dejar para el final o para la semana siguiente.

Para cuantificar el uso de la funcionalidad desarrollada, hemos consultado las estadísticas que ofrece la plataforma. En la Figura 3 podemos ver el uso de la funcionalidad durante el primer semestre distribuido por asignaturas. La asignatura objeto de análisis es Estructura de Computadores, de 2º curso del Grado en Ing. Informática. La asignatura es impartida por dos profesores de teoría y varios profesores de prácticas, y está dividida en dos espacios dentro de la plataforma: uno para el profesor de los grupos A y D (con 132 estudiantes y 17 576 clics en «responder pregunta») y otro para el profesor de los grupos B y C (con 176 estudiantes y 38 296 clics). En la Figura 4 se muestra el porcentaje de estudiantes que participaron en juegos, distribuido por semanas, para los grupos A y D por un lado, y para los grupos B y C por otro. La asistencia a clase, deducida a grandes rasgos de la participación en partidas y consistente con el recuerdo de los profesores, disminuyó en mayor medida en los grupos A y D que en los grupos B y C. Las disminuciones más bruscas no se deben a faltas de asistencia sino a olvidos o fallos de temporización del profesor, que solía reservar un tiempo al final de la clase para los



Figura 3: N.º de clics realizados por estudiantes durante el primer semestre del curso 2019-2020 en la acción de responder una pregunta de una partida, agrupado por asignaturas.

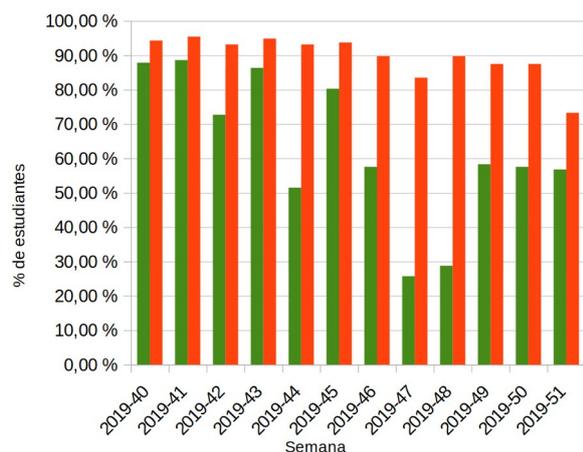


Figura 4: Porcentaje de estudiantes que participaron en juegos en los grupos A y D (verde, izquierda), y en los grupos B y C (naranja, derecha), por semanas.

juegos, debiendo dejarlo para otra semana cuando el tiempo restante no era suficiente. En los otros grupos los juegos se han repartido a lo largo de toda la clase.

4.2. Motivación y satisfacción de los estudiantes

Se diseñó un cuestionario de 20 preguntas repartidas en 4 dimensiones (1-5 Aprobar, 6-11 Asistir, 12-15 Atención y Satisfacción, 16-20 Experiencia) para pasarlo a los estudiantes el último día de clase. El diseño es similar a las encuestas de opinión realizadas por la universidad, para aprovechar la habituación de los estudiantes. Se puede responder con una gradación de 1 a 5 (menor-mayor grado de acuerdo, significando 3 igual o neutro), o NS (no sabe). Las preguntas sobre los juegos fueron:

1. Creo que me han servido para mejorar mi comprensión de la asignatura.
2. Creo que gracias a ellos obtendré mejor nota en el examen final que si no los hubiera realizado.
3. Creo que me ayudarán a aprobar la asignatura más que otros métodos como hacer test en papel.
4. Creo que me ayudarán a aprobar la asignatura más que otros métodos como entregar prácticas.
5. Creo que me ayudan a aprobar la asignatura.
6. Me han hecho asistir más a clase de teoría.
7. Me han hecho asistir más a clase de prácticas.
8. Fomentan la asistencia a teoría más que los test en papel.
9. Fomentan la asistencia a prácticas más que pasar lista.
10. Esta es la asignatura a la que menos falto.
11. Los juegos fomentan que se asista más a esta asignatura que si no se hicieran.
12. Me han hecho prestar más atención en clase de teoría.

13. Me han hecho prestar más atención en clase de prácticas.
14. Estoy más satisfecho con esta evaluación continua que con las de otras asignaturas basadas en entregas.
15. Estoy más satisfecho con esta evaluación continua que con las de otras asignaturas basadas en exámenes escritos.
16. Ya había hecho anteriormente evaluación continua con métodos similares (Kahoot!, Socrative, etc.) (1-una vez, 4-en 4 asignaturas, 5-en 5 o más, NS-nunca anteriormente).
17. Me he divertido participando en los juegos.
18. Fomentan un ambiente de clase agradable.
19. Han aumentado mi satisfacción con la asignatura (en comparación a no realizarlos).
20. Deberían seguir realizándose (la alternativa sería hacer test en papel y/o la entrega de prácticas).

Los estudiantes han acogido la experiencia muy positivamente. En los grupos A, B, C, D respondieron respectivamente 29, 63, 50, 32 estudiantes. En el Cuadro 1 se resume la respuesta media de los 174 cuestionarios a las 20 preguntas.

Tanto las respuestas en blanco como las marcadas NS se han excluido de la media, salvo en #16, donde NS significa 0 veces. Nótese que las marcas <3 son muy escasas. Salvo en la mencionada pregunta #16, donde los estudiantes declaran haber hecho este tipo de evaluación continua en otras 2 asignaturas (1,92), el resto de promedios supera el 4 (de 3,98 en #4 a 4,63 en #6 y 4,77 en #20). En #4 unos 17 estudiantes (uno de cada diez) opinan que la entrega de prácticas ayudaba más a aprobar la asignatura. Las puntuaciones más altas son para #6 «Me han hecho asistir más a teoría» y la pregunta principal #20 «Deberían seguir realizándose».

4.3. Rendimiento académico de los estudiantes

En cuanto al tercer indicador —rendimiento académico— hemos estudiado las calificaciones finales de las pruebas de tipo test (test de teoría y test de prácticas) en el curso 2019-2020 y en los 5 cursos anteriores. En los grupos B y C se ha observado un incremento en un 34,8% en las calificaciones en el último curso respecto a la media de los 5 años anteriores. En los grupos A y D el incremento es anecdótico (1%). Pensamos que esta diferencia entre grupos puede deberse al distinto porcentaje de asistencia (Figura 4). En los grupos B y C la asistencia fue claramente más alta y constante que en años anteriores, lo que se ha traducido en mejores resultados en la calificación final, con un aumento de las calificaciones tanto en la evaluación continua como en los exámenes finales de tipo test.

Preg	NS	1	2	3	4	5	M	M _{NS}
#1			3	30	82	59	4,13	
#2			4	16	51	103	4,45	
#3			6	16	42	103	4,45	
#4		6	11	32	51	68	3,98	
#5			5	13	53	99	4,45	
#6			2	22	14	136	4,63	
#7		5	4	32	16	110	4,33	
#8	2	7	4	35	19	92	4,18	
#9	3	3	5	18	28	108	4,44	
#10		2		26	48	95	4,37	
#11		1	1	16	39	117	4,55	
#12		2	4	37	72	59	4,05	
#13	1	6	4	23	60	74	4,15	
#14	1	6	4	19	49	94	4,28	
#15	1	3	4	15	38	112	4,47	
#16	21	49	16	6	15	11		1,81
#17		2	4	21	58	89	4,31	
#18		3	4	13	46	106	4,44	
#19	3	3	1	23	58	79	4,27	
#20		2	1	4	21	144	4,77	

Cuadro 1: Frecuencias y respuesta media de los 174 cuestionarios. M_{NS} es la media tomando NS como 0.

5. Conclusiones

Como punto de partida se contaba con una plataforma desarrollada íntegramente en nuestro departamento. Esta plataforma ofrece múltiples herramientas de apoyo a la gestión docente y al aprendizaje y ha sido utilizada durante 20 años por más de 200 000 usuarios. En este trabajo se ha añadido una nueva funcionalidad de respuesta interactiva a preguntas de tipo test en el aula con el objetivo de mejorar la asistencia a clase, la atención de los estudiantes y sus resultados académicos, y liberar del trabajo mecánico de evaluación al profesorado.

En cuanto al grado de uso y participación, hemos comprobado que la asistencia a clase no disminuyó de manera tan notoria conforme avanzaba el semestre como en cursos anteriores, incluso en los grupos con menor porcentaje de asistencia.

Las encuestas de satisfacción de los estudiantes muestran una clarísima opinión favorable, destacando como puntos fuertes el deseo de que se siga manteniendo este mecanismo de evaluación continua, la percepción de que les ha hecho asistir más a las clases de teoría, la satisfacción con la asignatura y el ambiente de clase agradable.

El rendimiento académico de los estudiantes ha mejorado notablemente en los grupos con mayor asistencia.

En resumen, hemos comprobado que la aplicación frecuente del sistema de juegos interactivos en el aula supone una mejora en la atención, la participación y el compromiso en clase, y fomenta la discusión en el aula de los conceptos erróneos para mejorar el

conocimiento, con el resultado de una retroalimentación inmediata y una mejora del rendimiento académico siempre supeditada al grado de asistencia a clase. Además los resultados se han usado como parte de la calificación de la asignatura sin necesidad de usar papel, facilitando enormemente el proceso de corrección y ahorrando tiempo a los profesores.

Agradecemos al Departamento de Arquitectura y tecnología de Computadores el apoyo en cuanto a infraestructura informática.

Referencias

- [1] A. Cañas, J. M. Boyero, D. J. Calandria, E. M. Ortigosa, J. Fernández, A. F. Díaz, S. Romero, J. Mesa, A. Lara. Funcionalidad, implementación y líneas de desarrollo de la plataforma educativa SWAD/OpenSWAD. *Enseñanza y Aprendizaje de Ingeniería de Computadores*, N.º 8, pp. 145–184, 2018.
- [2] A. Cañas, E. M. Ortigosa, B. Prieto, B. Pino, A. Prieto. SWAD, an Open Learning Management System: Results and Challenges. In *J. Theo Bastiaens (Ed.), Proceedings of EdMedia + Innovate Learning*, pp. 1496–1509. Amsterdam, Netherlands, AACE, 2019.
- [3] S. Deterding, M. Sicart, L. Nacke, K. O'Hara, D. Dixon. Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts. *CHI 2011 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 2425–2428, Vancouver, Canada, May 07–12, 2011.
- [4] J. Florido, M. C. Padilla, M. D. Pozo, E. M. Martínez, O. Ocón, A. M. Díaz y M. M. Leyva. Integración del teclado inalámbrico Qclick en la plataforma Moodle en los estudios de medicina y enfermería. En *Innovación docente y buenas prácticas en la Universidad de Granada*, Vol. 3, Ed. Univ. de Granada, 2014.
- [5] R. H. Kay, A. LeSage. Examining the benefits and challenges of using audience response systems: A review of the literature. *Computers & Education* 53 (2009) 819–827.
- [6] M. Martínez y A. Martínez. El uso de EduClick para la evaluación y el aprendizaje en fisioterapia. Opinión de los estudiantes. En *Innovación educativa en la enseñanza formal*, pp. 39–46, Editum, 2015.
- [7] K. Seaborn, D. I. Fels. Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human Computer Studies*, 74, pp. 14–31, 2014.
- [8] S. Subhash, E. A. Cudney, Gamified learning in higher education: A systematic review of the literature. *Computers in Human Behavior*, 87:192–206, 2018.