

Back-track to the future, una experiencia de gamificación en la universidad

Marco Antonio Gómez Martín

Dpto. de Ingeniería del SW e Inteligencia Artificial
Universidad Complutense de Madrid
marcoa@fdi.ucm.es

Yolanda Ortega Mallén, Clara Segura Díaz

Dpto. de Sistemas Informáticos y Computación
Universidad Complutense de Madrid
yolanda@ucm.es, clsegura@ucm.es

Resumen

A pesar de nuestros esfuerzos como docentes para desarrollar material y herramientas que sean útiles para el aprendizaje de nuestros alumnos, venimos observando desmotivación por parte de los estudiantes hacia las asignaturas que impartimos. Algunos se limitan a hacer lo imprescindible para aprobar la asignatura y muchos otros abandonan ante el esfuerzo que les supone utilizar dichas herramientas. En el presente artículo presentamos nuestra experiencia al utilizar técnicas de *gamificación* para motivar a alumnos de segundo curso de grado universitario en el aprendizaje de asignaturas relacionadas con la programación de algoritmos.

Abstract

Despite our efforts as teachers to develop material and tools which are useful for our students to learn, we observe a great demotivation from them towards the subjects we teach. Some students just do the minimum to pass the course, and many others abandon due to the effort involved in using these tools. In this article we present our experience using gamification techniques to motivate second-year university students to learn subjects related to algorithm programming.

Palabras clave

Gamificación, programación, sistemas de aprendizaje.

1. Introducción

“Tu segundo curso en la universidad ha comenzado y ya empiezas a dar la razón a los antiguos alumnos que te decían que te enfrentas a una de las asignaturas más difíciles: Estructuras de Datos y Algoritmia.

Con la esperanza de que te ayude a superar el curso, tus padres George y Lorraine te acaban de comprar un ordenador último modelo: un Amstrad CPC 6128

con 128Kb de memoria que llevas en la mochila. Sin embargo, a pesar de su esfuerzo por el desembolso económico no puedes evitar un sentimiento de resquemor hacia ellos. En tu casa nadie sabe nada de informática; es más, sienten un completo rechazo a la tecnología y aún no se han recuperado de tu elección al elegir informática en lugar de seguir por el mundo de la música. Nunca se perdonarán haberte dejado seguir viendo a ese loco de Doc Brown.

En casa de Needles es todo lo contrario. Sus padres fueron pioneros en el mundillo, por lo que él ha mamado algoritmos desde la cuna y cualquier duda que tiene puede resolverla con ellos en la hora de la cena. No es de extrañar que sea el chulito del barrio que alardea de haber pasado limpio de primero sin tocar un libro.

Pero tu suerte está a punto de cambiar. Aún no lo sabes, pero en unos minutos vas a presenciar el experimento temporal número uno de Doc en el que demostrará que los viajes en el tiempo son posibles. ¿Y si viajas a 1955 para inculcar en tus padres la pasión por la informática?”

Los párrafos anteriores inician el proyecto de gamificación puesto en práctica el primer cuatrimestre de la asignatura anual *Estructura de Datos y Algoritmia* que desarrollamos en la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid durante el curso 18/19¹. En la sección siguiente explicamos el contexto de la asignatura y las causas que motivaron el proyecto. A continuación dedicamos una sección a describir el juego y otra al análisis de los resultados obtenidos. Finalizamos con una sección de conclusiones.

2. Motivación y contexto

Una de las asignaturas que más cuesta a nuestros estudiantes es *Estructura de Datos y Algoritmia* (EDA de ahora en adelante), una asignatura obligatoria anual de 9 créditos de segundo curso. Año tras año su tasa de

¹ Actualmente la asignatura ya no tiene ese nombre pues en el curso 19/20 las asignaturas anuales pasaron a ser cuatrimestrales. El cuatrimestre objeto del proyecto de gamificación pasó a ser una única asignatura llamada *Fundamentos de Algoritmia* (FAL).

rendimiento es de las más bajas de la facultad a pesar de los esfuerzos de su profesorado [4].

El primer cuatrimestre (que es en el se encuadra esta experiencia) se divide en 6 temas: análisis de la eficiencia, especificación de algoritmos, diseño de algoritmos iterativos, diseño de algoritmos recursivos, divide y vencerás y vuelta atrás. El 30 % de la evaluación final de la asignatura depende de la evaluación continua recogida durante el periodo lectivo, mientras que el examen final aporta el otro 70 %.

El cuatrimestre, eminentemente práctico, combina dos tipos de ejercicios: los orientados al diseño de algoritmos a nivel abstracto y los que implican implementar esos algoritmos, previamente diseñados, usando un lenguaje y un equipo de cómputo particulares.

Para resolver el primer tipo de ejercicios es suficiente lápiz y papel, pero requiere un periodo de reflexión sobre el problema a resolver y alcanzar un nivel suficiente de abstracción. El síndrome de la hoja en blanco asusta a muchos, que abandonan enseguida. El segundo tipo de problemas, sin embargo, resulta mucho más atractivo a los estudiantes, pues pueden probar fácilmente soluciones rápidamente improvisadas. Es más, con los sistemas de corrección automática que tenemos disponibles desde hace años [3], los alumnos pueden resolver de manera autónoma ejercicios y recibir realimentación sobre la corrección de sus soluciones sobre un conjunto de casos de prueba.

El problema de estos sistemas de corrección inmediata es que muchos de los alumnos caen enseguida en un encadenamiento de prueba-error-corrección que, sólo después de mucho esfuerzo, termina con una solución que “funciona”. Se cumple así la frase atribuida a Roy Carlson “Cuanto antes comiences a codificar, más tiempo tardarás en terminarlo”².

Las comillas en la palabra “funciona” del párrafo anterior, no obstante, no es casual. Puede haber un grupo importante de alumnos que logren que su programa supere los tests establecidos, pero estos no dejan de ser unas pruebas finitas (exhaustivas, sí, pero finitas después de todo) que a duras penas podrían servir para garantizar la corrección del programa en todos los casos. Además, en muchas ocasiones las soluciones propuestas, resultado de muchas iteraciones del ciclo prueba y error, tienen un diseño muy deficiente, son difíciles de entender, imposibles de asegurar su corrección, y complicados de modificar y mantener.

A pesar de nuestra insistencia para que dediquen también esfuerzo al primer tipo de problemas que potencian el *pensamiento computacional* [6] previo a la codificación, los alumnos se ven atraídos por esa realimentación inmediata y los dejan de lado.

Así, nuestros objetivos más concretos son:

- Superar el “mito” establecido desde hace algunos

²The sooner you start to code, the longer the program will take.

años de que EDA es una asignatura muy difícil y casi imposible de superar la primera vez que se cursa.

- Incentivar la frase atribuida a John Johnson que hemos hecho nuestro lema: “Primero resuelve el problema, entonces escribe el código”³.
- Fomentar el trabajo personal.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Favorecer el aprendizaje.

Si se logran cubrir los objetivos anteriores, confiamos en que los resultados académicos de nuestros alumnos serán mejores.

Con estos objetivos en mente, un equipo de profesores de la asignatura pusimos en marcha una nueva medida, en cuatro de los siete grupos en los que se imparte, que ha consistido en aplicar técnicas de gamificación [1]. Mediante la utilización de un contexto narrativo adecuado, pretendíamos conseguir que los alumnos se involucrasen en su propio aprendizaje e incrementasen su compromiso emocional e intelectual con las asignaturas de programación, realizando todos los tipos de ejercicios necesarios para su aprendizaje.

Además, como veremos en la sección siguiente, el juego agrupa a los estudiantes en equipos, lo que permite fomentar y mejorar el trabajo conjunto, que tradicionalmente se limita a repartirse el trabajo de las prácticas en compartimentos estancos de los que cada miembro del equipo solo conoce su propio desarrollo.

3. Back-track to the future

Como ha quedado reflejado en la introducción, elegimos basar nuestro juego en la trilogía cinematográfica *Regreso al futuro*, denominándolo *Back-track to the future* como un guiño a uno de los temas: la técnica de Vuelta-atrás (“Backtracking” en inglés). Dentro de este contexto narrativo, el profesor se convierte en el *Doctor Emmett Brown (Doc)* y cada jugador hace las veces de *Marty McFly* que retrocede en el tiempo hasta 1955 para conseguir que sus padres aprendan conceptos de diseño de algoritmos. Además, tendremos *gigavattios (Gw)* que son los puntos a conseguir y un sistema de monedas llamadas *dolarians*.

Desde el punto de vista de la evaluación, el juego aporta el 30 % de la calificación total del cuatrimestre, correspondiente a la parte de evaluación continua. Debemos aclarar que este porcentaje está establecido en coordinación con el resto de grupos y no pudimos incrementarlo de cara a la gamificación. Con esa restricción, nuestros alumnos no deberían realizar más trabajo que con una evaluación continua “al uso”. La gamificación solo mejoraría el contexto para realizar esa evaluación continua obligatoria.

³First, solve the problem. Then, write the code.

Acogerse al juego, no obstante, fue opcional. Aquellos que prefirieron seguir con la evaluación continua de años anteriores, pudieron hacerlo. Con objeto de atraer a los alumnos al juego, elaboramos un breve vídeo que se proyectó el primer día de clase y que se incorporó en las pantallas informativas de la Facultad de Informática los días anteriores a la matrícula.

Con el juego cada jugador puede conseguir hasta 150 gigavatios/puntos (que le dan los 3 puntos en la evaluación continua, es decir, la calificación máxima). De esos 150 gigavatios, los primeros 120 están asignados a los seis temas (a razón de 20 por tema) mientras que los 30 restantes dependen del equipo (los jugadores se agrupan en equipos de 5-6 jugadores).

Para cada tema un jugador parte del nivel 0 y puede alcanzar hasta tres niveles: *principiante* (5 puntos), *avanzado* (12 puntos) y *experto* (20 puntos). Estos puntos se obtienen completando *misiones* (ver la sección 3.1). El nivel principiante indica que el jugador ha completado, con mayor o menor éxito, algunas de las misiones relativas al tema, adquiriendo los conocimientos más básicos. El nivel experto denota que el jugador ha trabajado bien sobre el tema en cuestión y ha adquirido cierto dominio del mismo. Nuestra aspiración es que todos los jugadores alcancen al menos el nivel principiante en cada uno de los temas.

Los 30 puntos adicionales “de equipo” se consiguen en base a las tres reglas siguientes:

1. Si al final del juego todos los componentes del equipo al menos son principiantes en cada uno de los seis temas, cada miembro del equipo recibe 5 puntos adicionales.
2. Si, además, el equipo posee al menos un experto en cada uno de los temas, se otorgan 10 puntos adicionales a cada miembro del equipo que sea al menos principiante en todos los temas.
3. Por último, si cada componente del equipo termina siendo experto en al menos dos temas, o es experto en uno y avanzado en otros dos, o es avanzado en cuatro temas, cada miembro del equipo (que sea al menos principiante en todos los temas) recibe 15 puntos adicionales.

De esta forma, un jugador obtiene la puntuación máxima (150 puntos) solo si consigue que su equipo cumpla las tres condiciones. Con ellas pretendemos fomentar que los miembros de un equipo se ayuden entre sí para conseguir unos niveles mínimos en todos los temas. Y aunque se premia tener un experto en todos los temas, se premia más si los niveles máximos no se concentran en unos pocos miembros del equipo. Dentro de la ambientación, este funcionamiento quedaba justificado debido a que si muchos habitantes de *Hill Valley* eran formados en informática en 1955 se crearía un ecosistema que permitiría que, a la vuelta de McFly

#	Nombre	Gigavatios	Niveles	Insignias
1	Cindy Nero	120.9	👤👤👤👤👤	🏆🏆🏆
2	Jyllymes	120.75	👤👤👤👤👤	🏆🏆🏆
3	Srinama Pongol	119.8	👤👤👤👤👤	🏆🏆🏆
4	Angelina Jolie	112.15	👤👤👤👤👤	🏆🏆🏆
5	Barana	108.95	👤👤👤👤👤	🏆🏆🏆

Figura 1: Información sobre un equipo en la web

a su época, el valle hubiera reemplazado a *Silicon Valley* como el lugar de innovación por excelencia.

Para garantizar una rápida realimentación sobre el progreso de los estudiantes en el juego (algo de vital importancia para mantener la motivación [5]), preparamos una página web que incluyera todos sus elementos (figura 1). La página, cuyo diseño se basa en la web del juego *HearthStone* de Blizzard Entertainment Inc.⁴, incluye una descripción general de la historia alrededor del juego y sus reglas, y una parte relacionada con el avance de los jugadores⁵.

3.1. Elementos del juego

Los gigavatios en el juego se obtienen realizando misiones que pueden ser individuales, en pareja, o del equipo completo. Dependiendo de la misión, éstas deben realizarse en casa, en clase o en el aula informática y permiten aumentar el progreso en uno o más temas.

Un aspecto crucial en el juego, que ofrece a los jugadores cierto espacio abierto de decisión [2], tiene que ver con la cantidad de misiones disponibles. Aunque la calificación máxima de cada tema es 20 gigavatios, durante el desarrollo del juego ofrecimos misiones suficientes para obtener muchos más de esos 20 puntos. En todos los temas se ofrecieron al menos casi el doble de los puntos necesarios, y en algunos se llegó casi al triple, por su especial dificultad para los alumnos.

Además, con actividades extra o como premio por realizar actividades concretas, los jugadores pueden acumular monedas llamadas *dolarians* (que también se reflejan en la página del juego) con las que comprar *cartas de ayuda* y conseguir privilegios especiales. Entre esos privilegios están el conseguir una demora de 24 o 48 horas en la realización de una misión o una segunda oportunidad de completarla.

Un último elemento que, eso sí, no tiene efecto en la puntuación final ni en la evaluación continua, son las *insignias*, equivalentes a los *logros* en juegos. Inicialmente los motivos por los que se dan insignias per-

⁴<https://playhearthstone.com/es-es/>

⁵El resultado puede verse aquí: <http://fal.fdi.ucm.es/backtrack/1819/>



Figura 2: Elementos del juego: cartas e insignias

manecen ocultos y sólo se conocen cuando los jugadores las van consiguiendo, añadiendo así un elemento de sorpresa que, como ya se menciona en otros estudios [2] es muy apreciado por los alumnos. Ejemplos de insignias fueron el *Rompesiestas* (por ir a alguna tutoría y estropear la siesta al profesor) o el *Kahooooooooot* por ganar un cuestionario Kahoot⁶. La figura 2 muestra el arte desarrollado para cartas e insignias que fue utilizado en la web del juego.

3.2. Desarrollo

El primer día de clase en cada grupo participante se proyectó el vídeo promocional del juego y se explicaron la historia, las reglas y los personajes. Para dar un poco de ambientación, algunos profesores del proyecto se disfrazaron de personajes de *Regreso al futuro*. Se animó a los alumnos a que se apuntasen, para lo que debían completar y entregar un compromiso: debían elegir un *nick* (nombre por el que se le conocería en el juego) y un *avatar* (imagen que sería su representación en la web del juego). Terminado el plazo para la entrega de compromisos, se procedió a formar los equipos, ya fuesen propuestos por los jugadores o por el profesor. Cada equipo debía tener un nombre, un lema y un escudo (imagen representativa).

Los tipos y el contenido de las misiones han sido distintos en cada uno de los grupos pero en todos ellos se han realizado misiones individuales, en pareja y en equipo. Aproximadamente un tercio era de cada tipo. Como algunas misiones eran aplicables a varios temas, se les asignó un título genérico para que los alumnos las identificasen:

- *Pardillo*: (individual) participar en un cuestionario inicial con 8-10 preguntas sobre un tema.
- *Preguntón*: (individual) elaborar dos preguntas de cuestionario sobre un tema. Al final del curso se confeccionó con dichas preguntas un Gran Cuestionario Final para repasar toda la asignatura.
- *Condensador de fluzo*: (individual) preparar una infografía-resumen del tema. Posteriormente el profesor elige de cada clase las que reflejan mejor

el contenido del tema y los alumnos votan entre ellas su favorita, el autor de la ganadora obtiene cartas especiales.

- *Al Juzgado*: (pareja) realizar ejercicios de programación en el aula informática utilizando un juez automático.
- *Explica como puedas*: (equipo) preparar un tema adicional relacionado con los contenidos de la asignatura y generar un vídeo con la presentación del mismo.
- *Ponte en mi lugar*: (individual) proponer un ejercicio de programación del tema correspondiente y casos de prueba en un formato similar al de los ejercicios propuestos por el profesor para las misiones *Al Juzgado*.
- *A la Carta*: (individual o en equipo): esta misión se utilizó al final como última oportunidad para aquellos equipos o jugadores que querían mejorar su nivel en un determinado tema y se diseñó de manera específica para el/los solicitantes.

Con estas misiones buscábamos que los alumnos fuesen capaces de:

- trabajar de manera autónoma y en equipo;
- extraer la información relevante de cada tema;
- ser conscientes de si han comprendido en profundidad los conceptos de cada tema y reflexionar sobre sus propios errores para poder rectificar;
- aplicar dichos conceptos a la resolución de los problemas de programación planteados;
- completar su formación con contenido adicional relacionado con la asignatura y transmitir dicho aprendizaje a sus compañeros;
- ser innovadores y creativos al ponerse en el lugar del profesor e intentar proponer sus propias preguntas, problemas o presentaciones.

También hubo otras misiones puntuales, entre las que destacamos *Las doce uvas*, donde los alumnos podían conseguir gigavatios participando en el concurso de programación online *Las doce uvas*⁷ y *Exposición de arte digital* en la que se pedía crear, utilizando una especie de “tortuga de Logo”, dibujos recursivos (uno de los temas de EDA) que posteriormente fueron expuestos en la página del juego.

Durante el desarrollo del juego, las tareas fundamentales de los profesores fueron, por un lado, el diseño y publicación de las misiones y la supervisión de su ejecución, y por otro lado, la gestión de las monedas y de las cartas. Cada misión se publicaba en la página web con antelación suficiente con una descripción de la misma, los gigavatios de cada tema que se podían obtener con ella y los plazos para su realización. Una vez finalizada su ejecución y corregidas las entregas realizadas por los jugadores, se publicaban en la página las

⁶<https://kahoot.com>

⁷<http://las12uvas.es/>

puntuaciones actualizadas de jugadores y equipos, así como los niveles conseguidos en cada tema.

Las monedas del juego (dolarians), podían obtenerse por la realización de diversas tareas como participar en clase, resolver ejercicios en el juez en línea *Acepta el Reto*⁸, etc. Los dolarians obtenidos por los jugadores se mantenían constantemente actualizados en la página. Con dichos dolarians los jugadores podían comprar cartas de ayuda que también se publicaban en el estado de cada jugador. La gestión de la compra de las cartas se realizó en algunos grupos a través del correo electrónico y en otros mediante un grupo de *Telegram*.

4. Resultados

El juego se ofreció durante el curso 18/19 a los alumnos de los grupos B, C, F y del doble grado Informática-Matemáticas (DG), en los que los autores del presente trabajo eran profesores responsables. Teniendo en cuenta que durante aquel curso la asignatura se impartió en siete grupos, esto significa que la gamificación se utilizó en más de la mitad de los grupos (y también de alumnos matriculados) de segundo año de la facultad. Además, los grupos cubren cinco de las seis titulaciones de grado impartidas en la Facultad de Informática de la UCM. Puesto que los grupos C y F tuvieron el mismo profesor durante la gamificación, y tanto la participación como los resultados obtenidos no muestran diferencias dignas de mención en este contexto, a partir de este momento nos vamos a referir a estos dos grupos como el grupo conjunto CF.

4.1. Participación

La participación fue muy alta en todos los grupos excepto en el grupo B. En el grupo CF hubo una participación masiva de los alumnos sumando un 91 % de jugadores. Es destacable que más de la mitad de los alumnos participantes (un 51,78 %) eran repetidores, es decir, conocían la asignatura y habían tenido experiencias docentes diferentes. En el caso del grupo DG solo había tres alumnos repetidores y ninguno de ellos se apuntó al juego (tienen un horario muy apretado y les es difícil compaginar horarios de distintos cursos), pero todos los alumnos de primera matrícula se apuntaron. En el grupo B la acogida fue menor y solo el 59 % de los alumnos matriculados se sumaron a la iniciativa.

Al valorar la participación de los alumnos en el juego conviene tener en cuenta diferentes parámetros.

Puntuación obtenida por los jugadores. En la figura 3 se pueden observar las puntuaciones conseguidas por los jugadores en cada grupo, que ponen de relieve

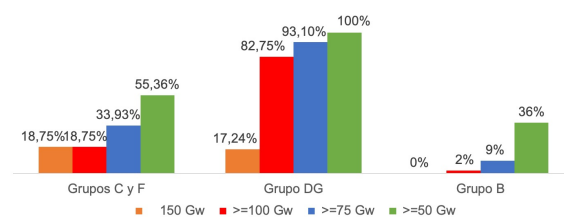


Figura 3: Gw conseguidos por los distintos grupos

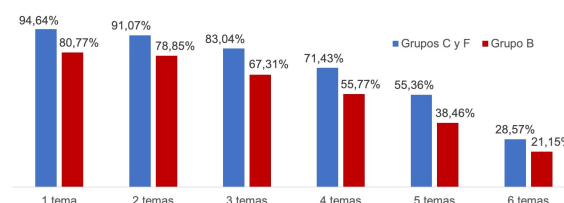


Figura 4: Al menos principiante en un n° de temas

desigualdades entre los grupos: mientras que en el grupo DG un 93 % consiguió al menos la mitad de los puntos ($\geq 75Gw$), en el grupo CF lo lograron un 33,93 % y en el grupo B un 9 %.

Niveles conseguidos. La figura 4 muestra el porcentaje de alumnos de los grupos CF y B que consiguió ser al menos principiante en un cierto número de temas. Observamos que en el grupo CF más de la mitad de los jugadores lograron ser principiantes en cinco de los seis temas y cerca de un 30 % en todos ellos, mientras que en el grupo B los logros fueron algo más modestos, debido fundamentalmente a que se ofrecieron menos misiones y los jugadores se involucraron menos. En el grupo DG el 100 % consiguió ser al menos principiante en cinco temas y el 96,55 % en los seis temas.

Niveles conseguidos por temas. La figura 5 muestra los niveles conseguidos distribuidos por temas. Se observa claramente un empeoramiento en los niveles conseguidos por los jugadores en el último tema del cuatrimestre. Esto es debido a la concentración de entregas de trabajos o prácticas del resto de asignaturas.

4.2. Impacto académico

A continuación, analizamos el impacto del juego en el examen cuatrimestral y en el conjunto de las convocatorias del curso. Puesto que, excepto en el caso del grupo DG, los alumnos de las distintas titulaciones se reparten entre el resto de grupos de la asignatura, se han comparado los resultados académicos obtenidos en los grupos donde se aplicó el juego con los grupos que impartieron los mismos profesores en el curso 17/18, independientemente de la composición de los mismos. En el caso del grupo DG es la misma profesora quien ha impartido ambos cursos. La figura 6 muestra los re-

⁸<https://www.aceptaelreto.com/>

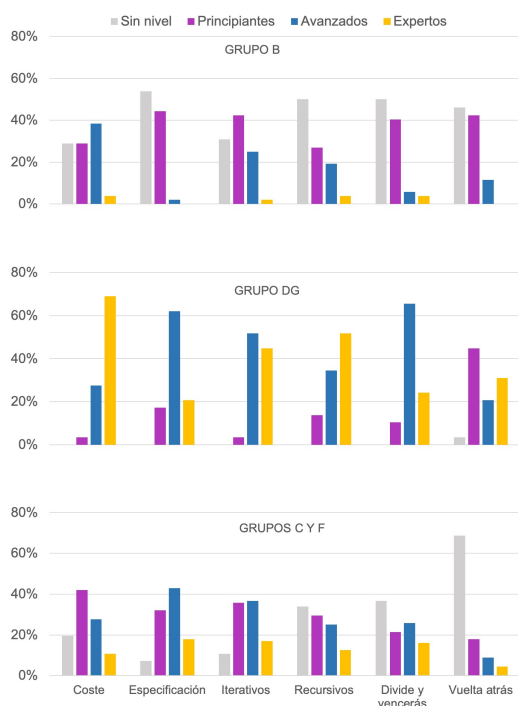


Figura 5: Niveles por temas

sultados del examen del primer cuatrimestre con respecto a los alumnos presentados en todos los grupos. En la figura 7 se muestran los resultados finales tras las dos convocatorias oficiales con respecto a alumnos matriculados.

En el grupo CF se observa una notable mejora de las calificaciones cuatrimestrales ya que el porcentaje de aptos respecto a presentados pasó de un 13,73 % a un 36 %. La evaluación continua aprobada creció de un 18 % en el curso 17/18 a un 34 % en el 18/19. Aunque se produjo un leve descenso en los presentados al examen cuatrimestral, el porcentaje de presentados en el conjunto de las convocatorias aumentó de un 48 % a un 53 % y el porcentaje de aptos se incrementó, pasando de un 26,03 % a un 35 %.

En el caso de los alumnos del doble grado no se experimentó ningún incremento en las calificaciones, sino todo lo contrario: un leve descenso y un porcentaje mayor de suspensos y no presentados en el examen cuatrimestral. Hay que tener en cuenta que se trata de un grupo pequeño (unos 30 alumnos) y con un número importante de alumnos muy brillantes, por lo que el número de suspensos y de no presentados es usualmente muy bajo y cualquier variación distorsiona mucho los porcentajes. De forma que no se puede concluir que este empeoramiento en las calificaciones se deba a la metodología utilizada. En cualquier caso, el porcentaje de alumnos que acabaron superando la asignatura es muy similar en ambos cursos.

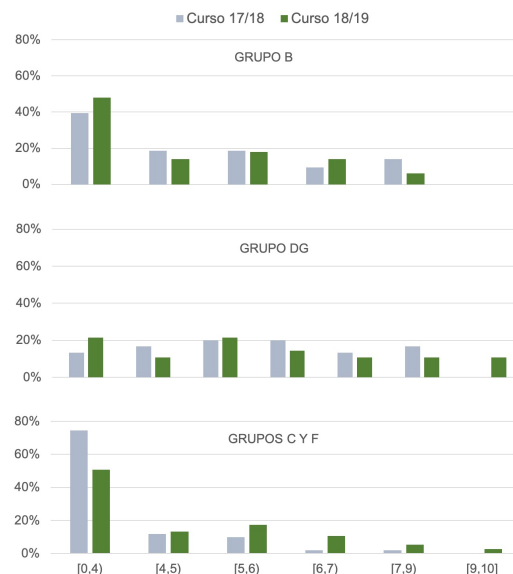


Figura 6: Examen cuatrimestral respecto a presentados

En cuanto al grupo B, se produjo un descenso en el número de no presentados que hizo subir el porcentaje de suspensos y, en mayor medida, el de aprobados.

4.3. Valoración del juego

Una vez finalizado el primer cuatrimestre elaboramos una encuesta utilizando la plataforma Moodle del Campus Virtual. Con ella pretendíamos conocer la opinión de los alumnos acerca de:

- Los elementos concretos del juego: los personajes, la utilidad de las cartas, las formas de conseguir monedas, los distintos tipos de misiones propuestas, la página web, las insignias etc.
- El impacto de la metodología empleada: la mejora de la motivación y de la comprensión de los conceptos de la asignatura, la cantidad de esfuerzo/tiempo empleado en la realización de las misiones, la recomendación de esta metodología en otras asignaturas o para otros estudiantes, etc.

Adicionalmente desarrollamos algunas preguntas específicas para los alumnos repetidores con objeto de comparar su experiencia con la de cursos anteriores.

Las figuras 8 y 9 muestran gráficas referentes a la valoración de los alumnos sobre algunos aspectos del juego. Aunque en los cuatro grupos en los que se implantó el juego, los encuestados coincidieron en una muy buena valoración general de la página del juego, y en que les había ayudado a aprender los conceptos de la asignatura, hubo diferencias de opinión entre unos y otros grupos con respecto al resto de cuestiones. Así, por ejemplo, mientras los jugadores de los grupos B y CF en general se han sentido motivados y les gustaría que se realizase en otras asignaturas, los del grupo DG

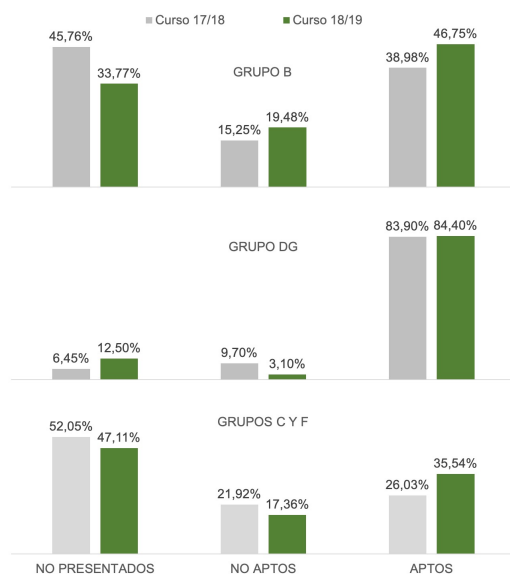


Figura 7: Resultados finales respecto a matriculados

no se mostraron tan de acuerdo con dichas afirmaciones, si bien muchos de ellos recomendarían el juego a futuros alumnos de EDA. Muy interesantes fueron los comentarios libres que añadieron los alumnos en las encuestas, donde unos cuantos se quejaron de tener que trabajar en equipo (lo cual demuestra que se debe incidir más en este aspecto desde el primer curso) y otros del “flipped learning”, pues pretenden que el profesor siga el método tradicional donde ellos puedan mantener una actitud pasiva. Por su parte, algunos alumnos del grupo DG indicaron que no necesitan motivación y que el esfuerzo requerido les resulta incompatible con su carga discente. Nos produjo gran satisfacción recibir numerosos comentarios que, a pesar de criticar algunos aspectos concretos de la metodología, reconocían y apreciaban el esfuerzo realizado por los profesores implicados y el intento de usar métodos alternativos. Por último, queremos resaltar la opinión de los jugadores repetidores de la asignatura, un 57,6% de los que respondieron a la encuesta, los cuales en general mostraron su preferencia por esta nueva metodología.

4.4. Gamificación en el curso 19/20

El juego volvió a implantarse durante el curso siguiente en la nueva asignatura FAL (equivalente al primer cuatrimestre de EDA). Se aplicó solo en tres de los cuatro grupos de la experiencia anterior, dejando fuera al grupo DG por todo lo comentado en la sección 4.3.

A la hora de redactar este artículo, todavía no se han podido recabar y analizar a fondo los resultados (falta la convocatoria extraordinaria). De todas formas, no serán comparables con los resultados de la experiencia del curso 18/19 porque se ha pasado de una asignatura

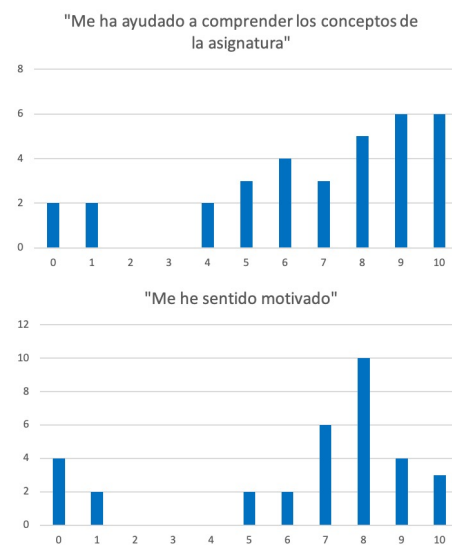


Figura 8: Valoración de los alumnos

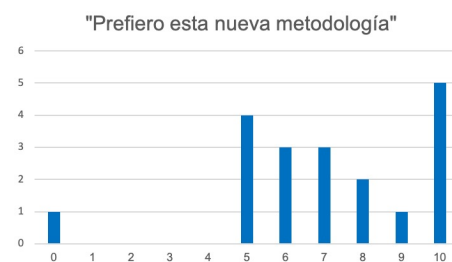


Figura 9: Valoración de alumnos repetidores

anual a una cuatrimestral. Además, la conversión de las asignaturas anuales a cuatrimestrales ha supuesto un “reseteo” del número de convocatorias consumidas, lo que ha desencadenado una avalancha de matriculaciones de alumnos con un elevado número de repeticiones en las asignaturas antiguas. Esta circunstancia no solo ha producido un incremento inesperado del tamaño de los grupos,⁹ sino que además no se puede distinguir a los alumnos repetidores (a efectos de realizar estadísticas), al figurar todos con primera matrícula.

El importante incremento de jugadores para un mismo profesor ha obligado a que la mayoría de las misiones se realicen en equipo y, aunque los puntos obtenidos en la evaluación continua han sido mucho más elevados que el curso pasado y que muchos más jugadores han conseguido ser principiantes en todos los temas, los resultados en el examen han sido peores, descendiendo el porcentaje de aptos a los niveles anteriores a la gamificación.

⁹Por ejemplo, el curso pasado el grupo CF tuvo 112 jugadores de un total de 121 alumnos matriculados, mientras que en este curso hay 162 matriculados, de los cuales 157 son jugadores, lo que supone un incremento del 40% en el número de jugadores.

5. Conclusiones

Desde el inicio el diseño del juego tuvo en cuenta los principios básicos recomendables para la puesta en marcha de cualquier proceso de gamificación, como son la existencia de un espacio de decisión, la realimentación rápida, la noción de progreso o la inclusión de elementos de sorpresa. Todo ello bajo una ambientación conocida, como es la trilogía de *Regreso al futuro*.

Si bien el esfuerzo requerido por el estudiante para seguir el juego y alcanzar una puntuación suficiente debía ser similar al requerido para obtener una calificación de “aprobado” en una evaluación continua usual, observamos que muchos alumnos se agobiaron por la cantidad de misiones que tenían a su disposición, pretendiendo completar todas las misiones que se iban publicando. Es cierto que los jugadores al principio del juego no dispusieron de un listado completo de misiones, lo que les creó cierta inseguridad. Pero aún cuando se publicó una lista más completa de misiones para todo el cuatrimestre, un buen número de estudiantes mostraron su incapacidad de elección, creemos que motivada por su inmadurez (son alumnos de segundo).

En cuanto al esfuerzo del profesor, se multiplica enormemente. Al margen del desarrollo del marco narrativo del juego y de la puesta a punto de la página web y de todos los elementos del juego (susceptibles de ser reutilizados), se requiere mucho más tiempo y disponibilidad que para una evaluación continua usual. La variedad de misiones, la realimentación rápida para reflejar sin demora los puntos y los niveles conseguidos, la gestión de cartas, monedas e insignias... son factores que acrecientan la dedicación del profesor.

A la vista de lo ocurrido durante el presente curso 19/20, concluimos que proponer demasiadas misiones en equipo puede ser contraproducente, pues muchos alumnos se acostumbran a trabajar con sus compañeros compartiendo ideas pero no son conscientes de en qué medida ellos mismos son autónomos para resolver problemas como se les pide el día del examen. Además, en grupos masificados, suele darse el caso de equipos en los que unos pocos miembros realizan casi todo el trabajo, pero todos obtienen los puntos. Raramente se denuncia a tiempo esta situación.

Teniendo en cuenta estos resultados, en caso de mantenerse las cifras de matriculaciones en los niveles actuales no repetiríamos la experiencia de gamificación al desvirtuarse los principios de la misma y suponer una carga excesiva para el profesor.

No obstante lo anterior, los resultados obtenidos durante nuestra experiencia demuestran que es factible aplicar este tipo de técnicas en la docencia a nivel universitario y que tiene un impacto muy positivo en el alumno medio, si bien no es tan válido para alumnos que podríamos calificar de “extremos”. Por las opinio-

nes de los alumnos tenemos constancia de que los menos interesados se desmotivan aún más ante la perspectiva de tener que dedicar un esfuerzo continuado a la asignatura, y buena parte de los alumnos más brillantes tienen su propio método de estudio y no están dispuestos a adaptarse a nuevas metodologías que piensan no les van a aportar mayor beneficio.

Para terminar, indicamos que la metodología empleada en esta experiencia puede ser adaptada y reutilizada para otros cursos académicos y para otras asignaturas relacionadas con programación, estructuras de datos y algoritmia, ya que el juego es modular y las misiones no siguen un hilo conductor.

Agradecimientos Queremos agradecer a todos nuestros *McFly's* su participación en nuestro juego y las opiniones y comentarios que nos hicieron llegar durante el desarrollo del mismo y a través de la encuesta. El diseño del juego y su implantación durante el curso 18/19 formaron parte de un proyecto de Innova Docencia de la Universidad Complutense de Madrid, denominado *La gamificación en la educación universitaria: aplicación a asignaturas de programación*. También queremos agradecer a los anónimos revisores de la versión inicial de este artículo sus valiosos comentarios que nos han servido para mejorarlo.

Referencias

- [1] Sebastian Deterding, Rilla Khaled, Lennart E. Nacke, y Dan Dixon. Gamification: Toward a definition. En *ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Gamification Workshop Proceedings*, Vancouver, BC, Canada, 2011.
- [2] Francisco José Gallego-Durán, Carlos J. Villagrà Arnedo, Rosana Satorre-Cuerda, Patricia Compañ-Rosique, Rafael Molina-Carmona, y Faraón Llorens-Largo. A guide for game-design-based gamification. *Informatics*, 6(4):49, 2019.
- [3] Marco Antonio Gómez Martín y Pedro Pablo Gómez Martín. Uso de software de gestión de concursos de programación para evaluación continua. En *Actas de las XIX Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática*, JENUI 2013, 2013.
- [4] Marco Antonio Gómez Martín y Pedro Pablo Gómez Martín. Engánchalos antes de que escapen. Estrategias para luchar contra el absentismo. En *Actas de las XXIII Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática*, JENUI 2017, páginas 15–22, 2017.
- [5] Jesse Schell. *The Art of Game Design: A book of lenses*. CRC Press, 2008.
- [6] Jeannette M. Wing. Computational thinking. *Commun. ACM*, 49(3):33–35, Marzo 2006.