

Aprendiendo jugando fundamentos de sistemas digitales

David Baneres

Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicaciones
Universitat Oberta de Catalunya
Barcelona
dbaneres@uoc.edu

Resumen

El problema del abandono en asignaturas de primer curso de las ingenierías, hace que en los últimos años se haya puesto un cierto énfasis en estudiar nuevas metodologías para incentivar a los alumnos a seguir las asignaturas. En este artículo describimos una experiencia docente en una asignatura de fundamentos de sistemas digitales donde metodologías relacionadas con la gamificación se han puesto en marcha para aumentar el seguimiento de la evaluación continua. El artículo muestra su diseño y los resultados obtenidos después de su aplicación.

Abstract

The high drop-out on initial courses in engineering degrees is a critical problem. Therefore, in recent years, multiple approaches to increase the engagement of students have appeared. In this paper, a teaching experience is described related to a fundamental course of digital systems. A game-based methodology has been designed to increase the engagement in the continuous assessment. The paper presents its design and experimental results after the instructional period.

Palabras clave

Sistemas digitales, docencia virtual, gamificación

1. Motivación

En la mayoría de las ingenierías las asignaturas técnicas de primer curso (programación, fundamentos de computadores, lógica,...) forman un bloque didáctico para muchos alumnos difícil de superar. Existen diferentes razones ya previamente estudiadas en diferentes trabajos [5,7]. Aunque existen razones que no dependen de la programación de la asignatura, los profesores tienen la responsabilidad de trabajar en nuevas metodologías, recursos de aprendizaje y/o actividades que reduzcan este abandono.

En algunos casos es una tarea tediosa, ya que no existe ninguna fórmula mágica. Además, no todas las mejoras que se implantan en las asignaturas tienen un efecto positivo sobre el seguimiento y según qué tipo de asignatura unas mejoras pueden ser más útiles que en otras.

En este artículo nos focalizamos en metodologías relacionadas con aumentar la implicación de los alumnos. Técnicas de gamificación se han introducido en una asignatura de fundamentos de sistemas digitales para reducir el abandono en la asignatura. Además la experiencia se centra en un entorno virtual donde el abandono en asignaturas de primer semestre se acerca en algunos semestres al 50% de los matriculados. El hecho de poner a los alumnos retos para obtener recompensas dentro de la asignatura, hace que la interacción y el seguimiento de la asignatura se incrementen.

El artículo se organiza de la siguiente manera: En la Sección 2 describimos trabajos relacionados con técnicas de gamificación en el campo de la docencia. La Sección 3 introduce el plan docente y los recursos de aprendizaje actuales en la asignatura donde se ha realizado la experiencia. La metodología aplicada se presenta en la Sección 4 y en la Sección 5 y Sección 6 se analizan los resultados experimentales y se presenta una discusión de la metodología diseñada respectivamente. Finalmente, la Sección 7 describe las conclusiones y el trabajo futuro.

2. Trabajos relacionados

En los últimos años han aparecido en la literatura numerosos artículos relacionados con la gamificación. Para una definición del término nos remitimos al trabajo de Vargas-Enriquez et al [11] donde se define como “*Gamificación es un anglicismo ampliamente utilizado que proviene de la palabra gamification, y define el uso de elementos de diseño de juegos y técnicas de diseño de juegos en contextos ajenos a los juegos*”. En el campo de la educación, la gamificación se puede aplicar para incentivar al alumno a seguir la actividad docente. Además, existen múltiples experiencias (por ejemplo, [3,10]) que

demuestran que los rendimientos académicos tienden a mejorar con la aplicación de estas técnicas.

Aunque la gamificación parezca o en algunos casos se ha vendido como la gallina de los huevos de oro, se debe analizar con cuidado su aplicación, ya que un diseño erróneo puede generar más inconvenientes que ventajas en el proceso de aprendizaje de los alumnos [4]. Todo juego asociado a una asignatura debe tener un objetivo docente. El objetivo final es que el alumno adquiera los conocimientos propuestos en la asignatura. Por esta razón, estudios más teóricos sobre las diferentes técnicas que se pueden aplicar [8,9] son muy útiles antes de un diseño de una nueva asignatura gamificada.

3. Descripción docente asignatura

Antes de describir la metodología diseñada, en esta sección se describen los contenidos y recursos docentes de la asignatura. La asignatura es Fundamentos de Computadores de la Universidad Oberta de Catalunya. Es una asignatura de primer semestre con un alto número de estudiantes (200 – 350 estudiantes por semestre). El ratio de abandono de aproximadamente el 30% en la mitad del semestre y puede llegar hasta el 50% en algunos semestres al final de la asignatura. Es factor muy preocupante para los profesores responsables.

Los contenidos de la asignatura corresponden a los contenidos clásicos de fundamentos de computadores con un peso más importante en la introducción a los sistemas digitales ya que la asignatura se comparte en el Grado de Ingeniería Informática y el Grado de Tecnologías de Telecomunicación. Concretamente:

- Módulo 1: Introducción a los computadores.
- Módulo 2: Sistemas posicionales de numeración.
- Módulo 3: Circuitos combinacionales.
- Módulo 4: Circuitos secuenciales y modelo de Moore.
- Módulo 5: Diseño avanzado de máquinas de estados y fundamentos básicos de computadores.

La evaluación consiste en una evaluación continua (EC) de tres actividades, una práctica (PR) y un examen final (EX). Las tres pruebas de evaluación continua (PEC) corresponden a los contenidos de los módulos 2, 3 y 4 respectivamente; y la práctica consiste en diseñar una máquina de estados compleja con modelos de EFSM (máquina de estados finita extendida) o ASM (máquina algorítmica). Además, al pedir la implementación de la máquina en un circuito secuencial, la práctica permite recoger y evaluar todos los contenidos de la asignatura respecto a los sistemas de numeración y al diseño e implementación de circuitos digitales. El examen final consiste en ejercicios sencillos relacionados con todos los conte-

nidos de la asignatura (sistemas de numeración, Karnaugh Maps, cronogramas de tiempo,...)

Finalmente, cada tipología de actividad tiene un peso diferente en la nota final (NF), siendo la práctica y el examen obligatorios con una nota mínima de 4 en las dos para poder hacer media:

$$FC = \text{MAX}(30\%EC + 35\%PR + 35\%EX, \\ 50\%PR + 50\% EX)$$

Básicamente este modelo de evaluación requiere que los estudiantes demuestren en la práctica y en el examen final que han adquirido los conocimientos suficientes para superar la asignatura. La evaluación continua además de ayudar en muchos casos a complementar la nota final, permite al alumno practicar y adquirir los conocimientos de la asignatura paulatinamente.

Los recursos de aprendizaje de la asignatura se conforman de materiales en formato papel de los contenidos [6] y una herramienta de autoaprendizaje llamada VerilUOC[1] para practicar ejercicios relacionados con el diseño de circuitos digitales. Esta herramienta gráfica, además de poder diseñar y simular circuitos combinacionales y secuenciales, permite verificar automáticamente si el diseño realizado por el alumno es correcto respecto la solución propuesta por el equipo docente. Esta herramienta de autoaprendizaje también permite practicar otro tipo de ejercicios como Karnaugh Maps y el análisis de circuitos mediante cronogramas de tiempo. Es importante remarcar que la herramienta también incluye parte de los ejercicios de las pruebas de evaluación continua y la práctica para facilitar su compleción, pero su utilización es optativa.

Respecto al soporte docente, hemos de comentar que la asignatura se imparte de forma virtual. Por esa razón, teniendo en cuenta que es una asignatura de primer semestre con un gran número de estudiantes, para una mejor atención, la asignatura se divide en diferentes aulas asignadas a un profesor distinto de con un máximo de 60-65 estudiantes. Además, actualmente los alumnos tienen un aula de laboratorio complementaria para poder realizar consultas y discutir los ejercicios relacionados con la herramienta de autoaprendizaje.

4. Metodología aplicada

El objetivo de esta sección es describir la evolución de la asignatura durante los últimos semestres. Básicamente, esta evolución viene dada por el análisis de los datos empíricos y las encuestas de satisfacción de los estudiantes. También, como se verá, muchas de las decisiones vienen dadas por la intención del equipo docente de incentivar el uso de la herramienta de autoaprendizaje.

Como se muestra en [1], el uso de esta herramienta permite al alumno adquirir los conocimientos suficientes para aprobar la asignatura. El uso continuo de la herramienta y la realización de los diferentes ejercicios propuestos ayuda al alumno a practicar y fortalecer las diferentes competencias relacionadas con el diseño y análisis de circuitos digitales.

Con esta premisa, se decidió potenciar el soporte al estudiante en el uso de esta herramienta.

4.1. Fase1: Implantación laboratorio

Previamente esta asignatura no tenía aula de laboratorio. Cada aula tenía su profesor responsable que realizaba la docencia de forma independiente. Aunque las actividades y recursos de aprendizaje eran comunes en todas las aulas, las dudas referentes a los contenidos y al uso de la herramienta eran tratados por el profesor responsable del aula de forma independiente.

Se observó que había muchas dudas y comentarios en relación a la herramienta (configuración inicial, dudas utilización, dudas ejercicios,...) comunes en las diversas aulas.

Se decidió realizar dos acciones:

1. Creación de una WIKI como manual de referencia y utilización con la pregunta más frecuentes.
2. Creación de una aula de laboratorio común donde todos los alumnos tienen acceso y permite compartir dudas y comentarios.

Tal como se refleja en [2], hubo un incremento del uso de la herramienta y en la interacción entre los alumnos. Aunque hubo esta mejora en los resultados relacionados con la actividad en el aula, estos resultados no se vieron reflejados en un aumento significativo del seguimiento y superación de la evaluación continua y, consecuentemente, en un incremento de la superación de la asignatura.

4.2. Fase 2: Introducción de retos

En el primer análisis del funcionamiento del laboratorio se observó que su objetivo final era muy pobre. Realmente, aunque servía para resolver dudas referentes a la utilización de la herramienta y la resolución de problemas, mayoritariamente se acabó utilizando como un canal de preguntas frecuentes interactivo (en el sentido que había un profesor que daba soporte a resolver las dudas).

Además, aunque en la fase inicial aumentó el uso de la herramienta, los alumnos tendían a realizar únicamente los ejercicios relacionados con las pruebas de evaluación continua para practicar y posteriormente hacer estas actividades evaluables.

En este momento se decidió introducir conceptos de gamificación para 1) potenciar el laboratorio como aula para compartir dudas sobre la resolución de

problemas y 2) aumentar la implicación e interés de los alumnos dentro de la asignatura.

Se diseñaron dos retos relacionados con la resolución de un conjunto mínimo de ejercicios dentro de la herramienta. El primer reto tenía en cuenta únicamente la resolución de algunos ejercicios de las actividades evaluables (realización del 50% de los ejercicios evaluables mediante la herramienta) y el segundo implicaba la resolución de ejercicios de los materiales docentes y de exámenes y actividades evaluables de semestres anteriores.

La compleción de cada uno de los retos tenía una recompensa de 0,5 puntos extra en la nota final de la práctica. Teniendo en cuenta que la superación de la práctica es obligatoria, este sistema de recompensa podía ayudar a alumnos a superar la asignatura en los casos de nota límite.

El impacto de esta nueva metodología en la discusión en el laboratorio y en las notas de la asignatura fue mínimo. Aunque hubo un conjunto de alumnos que se apuntaron a la realización de los retos, era básicamente porque ya utilizaban la herramienta y al mismo tiempo intentaban completar los retos. Es decir, los nuevos retos no incentivaban a nuevos estudiantes, sino que mayoritariamente tenían impacto en los que ya eran activos.

Además, no existía ningún registro público para el alumno del estado de los retos ya que se decidió implementar lo mínimo en la herramienta, lo cual generó algunas quejas por parte del alumnado. El desconocimiento del estado hizo que algunos alumnos abandonaran la realización de los retos ya que no sabían (sin un cálculo manual) cuantos ejercicios les faltaban para completar cada uno de los retos. Internamente, en la parte administrativa de la herramienta, se diseñó un nuevo informe que mostraba a los profesores la evolución y consecución de los retos, pero este registro nunca se hizo público. Los alumnos que completaron los retos, vieron directamente el incremento de la nota de la práctica en el registro de notas.

4.3. Fase 3: Refinamiento del sistema de retos

De los errores se aprende y en este caso se observó que los retos no estaban bien diseñados y que la experiencia de usuario también se debía mejorar. El alumno necesita conocer en todo momento el estado de su evolución. Igualmente que en las actividades de evaluación continua el alumno necesita un retorno personalizado para saber donde mejorar, en un sistema basado en recompensas el alumno necesita saber en qué nivel está y qué le falta para llegar al objetivo final.

Además, en esta tercera fase, se rediseñaron los retos. En la fase anterior, los retos simplemente tenían el objetivo de recompensar al alumno que hacía un conjunto diverso de ejercicios. Siendo críticos con el

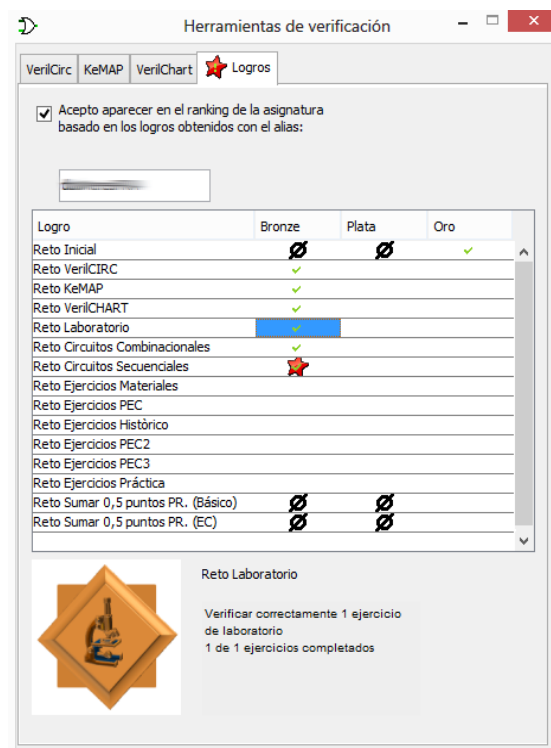


Figura 1: Interfaz de visualización de retos

diseño anterior, no había ningún objetivo de aprendizaje que no fuera practicar en la resolución de problemas mediante la herramienta.

Se redefinió *reto* como un conjunto de ejercicios que el alumno debía completar mediante la herramienta con el objetivo de aprender a resolver una tipología de ejercicio. Por ejemplo, había un reto de resolución de problemas relacionados con el concepto de mapas de Karnaugh u otro relacionado con el análisis mediante cronogramas de tiempo de circuitos secuenciales. La compleción de estos ejercicios (el número definido por el equipo docente) debía ser suficiente para que el alumno tuviera práctica en la resolución de ese tipo de ejercicios para superar la asignatura.

Además, cada reto tenía tres niveles relacionados con diferentes niveles de superación. Cada nivel se asignó a un nivel de superación diferente correspondiente a “mínimo exigible”, “notable” y “excelencia” respectivamente. Para un mejor entendimiento para el alumno y una mejor visualización de la compleción se relacionaron los retos como consecución de medallas o *badges* y cada nivel se representaba con un color de medalla que eran bronce, plata y oro respectivamente. Para un alumno es más fácil asociar cada nivel de conocimiento a un concepto conocido como son las medallas. Además esta analogía se utiliza muy comúnmente en juegos online donde el usuario o

jugador obtiene medallas como reconocimiento a tareas realizadas dentro del mismo [12].

Finalmente, los dos retos de la fase anterior se integraron en este nuevo sistema de retos como dos retos adicionales (no docentes) que su total compleción (medalla de oro) implicaba 0,5 puntos extra en la nota de la práctica. A partir de este momento, estos dos retos ya no se describían como un conjunto de ejercicios a resolver, sino que se definían como el reconocimiento a la obtención de un conjunto de medallas. Por ejemplo, el reto relacionado con la evaluación continua se describía como la consecución de 3 medallas de plata relacionadas con la realización de los ejercicios de las actividades evaluables del temario de los circuitos combinacionales, secuenciales y la práctica. Realmente se les pedía lo mismo, es decir, realizar la mitad de los ejercicios de las actividades evaluables con la herramienta, pero de forma distinta.

Además, se decidió mejorar la experiencia del usuario haciendo público el estado de los retos. La herramienta incorporó un registro de retos y el estado de los mismos. Como se puede observar en la Figura 1, el alumno tiene un conjunto de 15 retos (13 docentes y 2 de recompensa). Cada reto recoge el conjunto de medallas que se pueden completar y al seleccionar una medalla en la parte inferior se describe en que consiste el reto y el número de ejercicios necesarios para completarlo. Se utiliza diferente simbología para representar el logro. Las medallas que no tiene un reto asignado se representan por el conjunto vacío, los retos logrados se representan con un ícono verde y los últimos retos obtenidos con una estrella roja.

Tal como se describe en [9], los retos se definieron de forma que hay un conjunto de retos fáciles de alcanzar, un conjunto intermedio que necesita una implicación razonable y un conjunto muy pequeño que tienen un cierto nivel de complejidad. Por ejemplo, en este diseño con la realización de 3 o 4 ejercicios, el alumno ya obtenía las medallas de bronce de muchos de los retos (VerilCIRC, KeMAP y VerilCHART que piden la realización de forma correcta de un ejercicio con cada tipología). Los retos para la obtención de los puntos extra se definieron en el intervalo intermedio donde el tiempo de dedicación del alumno no fuera muy elevado. El tiempo de dedicación en el reto de evaluación continua se comparte con la realización de las actividades evaluables. El tiempo en el reto de ejercicios adicionales es el único que implica dedicación adicional, aunque también se comparte con el tiempo de aprendizaje de los contenidos de la asignatura.

Con este nuevo sistema, un alumno sabe en todo momento en qué estado está y qué le falta para completar cada uno de los retos.

Hall of Fame

Fundamentos de Computadores aula 1
Fundamentos de Computadores aula 2
Fundamentos de Computadores aula 3
Fundamentos de Computadores aula 4
Fundamentos de Computadores aula 5

Alias	Gold Medals	Silver Medals	Bronze Medals	Correct	
[Avatar]	19	16	16	167	👑
[Avatar]	19	16	16	167	👑
[Avatar]	18	16	16	165	👑
[Avatar]	18	16	16	158	
[Avatar]	18	16	16	136	
[Avatar]	18	16	16	119	
[Avatar]	16	16	16	64	
[Avatar]	15	15	15	72	
[Avatar]	14	16	16	61	
[Avatar]	14	16	16	64	
[Avatar]	13	15	16	97	

Figura 2: Interfaz de visualización del orden dentro de la competición

Este nuevo sistema requirió añadir un nuevo módulo a la herramienta que permitiera definir el conjunto de retos. Este nuevo modulo permite definir cada uno de los retos y añadir las condiciones que se deben cumplir para que se dé el reto como logrado. Las condiciones son básicamente una consulta a base de datos con criterios específicos como tipología de ejercicios o número de ejercicios resueltos.

4.4. Fase 4: Hall of Fame

En esta fase final, se analizó el nuevo sistema de retos. Aunque el objetivo docente era claro en su definición, se tenía la duda de si realmente tendría algún impacto en la asignatura.

Se observó un resultado interesante. Los alumnos se comportaban de la misma forma y tendían a completar los retos necesarios para obtener la nota extra en la práctica. Es decir, los retos no enlazados con los retos finales de obtención de nota extra eran desestimados. Es un resultado lógico teniendo en cuenta que muchos alumnos realizan las tareas mínimas para obtener la suficiente nota para superar la asignatura.

Para hacerlos más atractivos para los alumnos se diseñó un nuevo sistema de recompensa basado en la compleción de todos los retos: una competición. Se les permitía a los alumnos de forma voluntaria entrar en una competición dentro de la asignatura que recompensaba a los alumnos que completaran más retos. El orden para obtener los ganadores se realizaba en base al número de medallas de oro, plata, bronce y número de ejercicios realizados y los 5 mejores alumnos obtenían hasta 1 punto extra en el examen final.

Para evitar el fracaso de la fase 2, los alumnos en todo momento pueden ver el estado de la clasificación en tiempo real. Esta clasificación llamada *Hall*

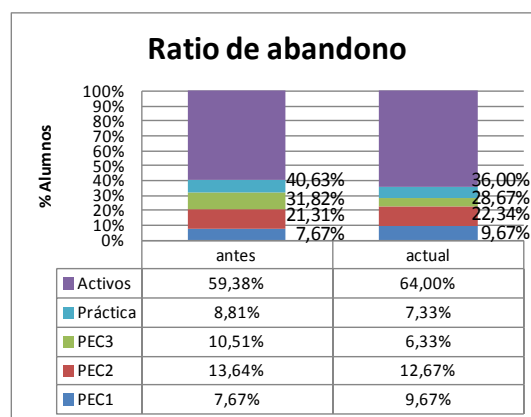


Figura 3: Comparación del ratio de abandono

*of Fame*¹ (Véase Figura 2), que consiste en un formulario web, permite comprobar en qué posición están dentro de la clasificación. Para asegurar el anonimato de los alumnos, el sistema permite definir un nombre personalizado (o alias) que se visualiza en la clasificación en vez del nombre real del alumno. Como se puede observar en la figura, cada alumno puede ver su número total de retos completados representado por las medallas y el número total de ejercicios completados. El orden se define por el número de medallas de oro, plata y bronce obtenidas y el desempate se realiza por el número de ejercicios totales resueltos.

Aunque el número de alumnos que pueden obtener recompensa es muy pequeño respecto el número de alumnos totales de la asignatura, esta competición sana permite que los alumnos intenten hacer el mayor número de ejercicios para llegar a las primeras posiciones.

5. Resultados

En esta sección mostramos los resultados de su aplicación en la asignatura. Respecto al impacto de la nueva metodología en el aula, presentamos diferentes resultados respecto al abandono, rendimientos y uso de la herramienta.

La Figura 3 presenta el porcentaje de abandono en las diferentes pruebas de evaluación continua (PEC) y la práctica. La acumulación del abandono total del curso se puede observar en la gráfica. En este caso se contabiliza como abandono, cuando el alumno ya no presenta más actividades evaluables subsiguientes, ni la práctica, ni el examen. Se compara el semestre antes de aplicar el modelo completo (Fase 0) y el actual (Fase 4). Como podemos observar, el ratio de abandono ha disminuido un 3% durante la evaluación continua y un 4% en la última actividad (la práctica).

¹ *Hall of Fame* es una traducción literal de *salón de la fama*. Término muy utilizado en los juegos actuales online para clasificar los usuarios según la puntuación basada en diferentes criterios.

	Total	Login Herramienta	Verificación ejercicios
F. 0	322	65,52% (211)	50,31% (162)
F. 4	195	77,95% (152)	60,51% (118)

Cuadro 1: Comparación en el uso de la herramienta

	Total	Superan	Superan y usan herramienta
F. 0	322	33,85% (109)	30,12% (97)
F. 4	195	37,43% (73)	33,33% (65)

Cuadro 2: Comparación de rendimientos académicos

Debemos tener en cuenta que las actividades de gamificación se concentran a partir de la segunda actividad donde hay este tímido decremento del abandono. Estos valores se deben evaluar con mucha prudencia y evaluar en los siguientes semestres su progreso ya que existen otros factores externos que influyen el abandono (dificultad de las actividades, docencia del profesor, actividad en el aula,...). Por ejemplo, podemos ver que en la primera actividad en la Fase 4 hay más abandono sin ninguna causa razonable. Además estas variaciones entran en las habituales de la asignatura aunque se debe remarcar que es una de las menores obtenidas en la Fase 4.

Respecto a la utilización de la herramienta, se compara de forma similar en el Cuadro 1, el semestre anterior al modelo y el actual. Concretamente, se muestra el número de alumnos matriculados en la asignatura y el porcentaje y número absoluto de alumnos que han accedido alguna vez a la herramienta y que han verificado algún ejercicio. En este caso podemos ver que el porcentaje total ha aumentado significativamente. El nuevo modelo y las diversas indicaciones proporcionadas en el laboratorio hacen que el interés por la herramienta incremente (por lo menos acceder a la herramienta para ver qué puede aportar y decidir si se utiliza o no).

Los rendimientos de los dos semestres se muestran en el Cuadro 2. En esta tabla se muestra el porcentaje y número absoluto de alumnos que han superado la asignatura sobre el total de matriculados y cuáles de éstos han utilizado la herramienta (verificando algún ejercicio). Los resultados son mejores en el último semestre con el nuevo modelo, aunque estos resultados, igual que en los resultados respecto al abandono, pueden ser influenciados por otros factores externos.

Finalmente, es interesante analizar si la evolución del modelo ha tenido algún impacto en la realización de los retos relacionados con las recompensas:

- El Cuadro 3 compara la compleción de los retos en el semestre de la Fase 2 con respecto al actual. El reto relacionado con ejercicios de la herramienta sube un 3%, mientras que el relacionado con la evaluación continua sube casi un

	Total	Reto Herramienta	Reto E. Continua
F. 2	276	14,85% (41)	28,98% (80)
F. 4	195	17,43% (34)	37,43% (73)

Cuadro 3: Comparación en la compleción de retos

	Media Medalla Oro	Media Medalla Plata	Media Medalla Bronce	Media Ejercicios Verificados
F. 3	2,41	3,20	5,23	16,57
F. 4	2,91	3,69	6,02	20,89

Cuadro 4: Comparación en la obtención de medallas

10%. Estos resultados parecen indicar que los alumnos reaprovechan el tiempo, es decir, realizan las actividades evaluables con la herramienta, pero muy pocos se implican en la realización de ejercicios adicionales.

- El Cuadro 4 compara el número promedio de medallas ganadas por alumno en el semestre de la Fase 3 con respecto al actual. En este caso se quiere analizar si la competición ha tenido algún efecto positivo en la realización de retos. Como se puede observar, el promedio sube medio punto en la obtención de medallas y 4 puntos (ejercicios) en la realización de ejercicios. Por lo tanto, estos resultados parecen indicar que la competición incentiva a los alumnos a realizar los retos propuestos en la herramienta.

6. Discusión

En resumen, en este artículo se ha presentado un nuevo modelo basado en las siguientes características:

- Aula de laboratorio: Esta aula concentra la actividad práctica de la asignatura relacionada con la herramienta.
- Sistema de retos: Conjunto de retos docentes relacionados con objetivos específicos de la asignatura.
- Recompensa por la compleción de retos: Reconocimiento con puntuación extra en la práctica por el logro individual de un conjunto de retos de dificultad intermedia.
- Recompensa por competición: Reconocimiento con puntuación extra en el examen final por tener mayor actividad e implicación en la asignatura.

En esta sección discutiremos las ventajas e inconvenientes de este sistema. Tenemos un modelo que evalúa el esfuerzo personal del alumno durante el curso académico. Nótese que la evaluación se sostiene en que el alumno debe trabajar durante todo el semestre, tanto en la realización de las actividades de

evaluación continua como en la realización de otros ejercicios de los materiales y de actividades evaluables de semestres anteriores. Aunque los alumnos pueden hacer un esfuerzo final en la asignatura para realizar los ejercicios, difícilmente se podrían completar los requerimientos mínimos para conseguir todas las recompensas.

Como se ha comentado anteriormente respecto al tiempo de dedicación, se ha intentado que el alumno no deba invertir excesivo tiempo extra en la realización de los retos. Respecto a la compleción de los retos relacionados con recompensa en la práctica, un reto se autocompleta en realizar las actividades de evaluación continua con la herramienta. Por otra parte, el otro reto si que pide un tiempo adicional de dedicación que se puede asociar al aprendizaje de los contenidos de la asignatura. Respecto a la competición, el tiempo de dedicación puede ser muy elevado ya que puede implicar realizar todos los ejercicios propuestos en la herramienta. Por la experiencia de los dos últimos semestres, se ha detectado dos casuísticas. En la primera, diferentes alumnos compitieron por ser los primeros, lo cuál implicó que en la asignatura con 250 estudiantes, 3 alumnos realizaran todos los ejercicios de la herramienta (150 en total). Por otra parte, en la segunda, los alumnos no competían tanto y en la asignatura con 200 estudiantes, los alumnos que quedaron primeros no llegaron a completar el 75% de los ejercicios. Creemos que este resultado no va ligado al número de alumnos de la asignatura, sino que va ligado al nivel de competición que haya para obtener las primeras posiciones. A veces, se puede producir un estancamiento de resultados en la competición que a los participantes ya les va bien, como una especie de pacto. En este apartado, puede ser que el sistema actual sea desmotivador en algunos casos. Una posible mejora sería aumentar las recompensas, por ejemplo, haciendo subcompeticiones a nivel de aula (60-70 estudiantes) en vez de a nivel de asignatura o añadir recompensas por lograr diferentes posiciones intermedias de la clasificación, por ejemplo nota extra por lograr la posición inferior a 100, 50 y/o 25. De esta forma, es más factible poder llegar a una recompensa.

Respecto al modelo, como hemos comentado, también tiene algún problema. Por ejemplo, la competición en futuras ediciones se puede ver comprometida. Primero por los alumnos repetidores que ya tiene un conjunto de ejercicios realizados. Aunque los alumnos deben volver a verificar los ejercicios, los pueden tener guardados y simplemente verificarlos de nuevo secuencialmente. Aunque los ejercicios de evaluación continua son distintos cada semestre, el resto de ejercicios son idénticos. Otro problema será cuando empiecen a aparecer de forma encubierta la lista de ejercicios solucionados. En este caso, todos los alumnos tendrían todos los ejercicios correctos y simple-

mente será cuestión de tiempo validarlos en la herramienta.

Este problema preocupa al equipo docente, ya que implicaría que el modelo dejaría de ser útil y que sus objetivos principales que era la reducción del abandono y el aprendizaje mediante la herramienta se vean comprometidos. Se está trabajando en sistemas de detección de plagio para evitar estos problemas. Actualmente se aplican sistemas muy rudimentarios que únicamente detectan copias idénticas. Otra solución que se está analizando es tener diferentes juegos de ejercicios y activar uno u otro según el semestre.

7. Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo se ha presentado una experiencia en una asignatura de introducción a sistemas digitales que se aplican métodos de gamificación para incentivar el seguimiento de la evaluación continua.

Técnicas basadas en definición de retos individuales, un sistema de recompensas y la creación de una competición se han ligado a la herramienta de aprendizaje de la asignatura. Aunque el sistema actualmente no es extrapolable a otras asignaturas, debido a la fuerte integración con la herramienta, la experiencia descrita se podría aplicar a otras asignaturas con una adaptación del módulo de gamificación. VeriUOC actualmente solo registra ejercicios relacionados con sistemas digitales, aunque por su diseño modular se podrían almacenar otra tipología de ejercicios y, consecuentemente, se debería implementar el sistema de validación respectivo para ese tipo de ejercicios.

Aunque los resultados obtenidos muestran una ligera mejora en el abandono y uso de la herramienta, hemos de remarcar que son preliminares y es importante analizar su progreso en futuros semestres.

Como trabajo futuro, se estudiará ampliar los métodos para incentivar el seguimiento utilizando otras técnicas de gamificación y ampliar el análisis de los resultados obtenidos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto nacional: TIN2013-45303-P "ICT-FLAG: Enhancing ICT education through Formative assessment, Learning Analytics and Gamification".

Referencias

- [1] David. Baneres, Robert Clarisó, Josep Jorba, y Montse Serra, Experiences in digital circuit design courses: A self-study platform for learning support, en *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 7, no. 4, pp. 360–374, Oct 2014.

- [2] David Baneres y Santi Caballé, Experiences in a Collaborative Space for Learning Digital Systems, en *9th International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS 2015)*, pp. 82-88, Jul. 2015.
- [3] Gabriel Barata, Sandra Gama, Joaquin Jorge, y Daniel Gonçalves, Engaging Engineering Students with Gamification, en *5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)*, pp.1-8, Sept. 2013.
- [4] Kay Berkling y Christoph Thomas, Gamification of a Software Engineering course and a detailed analysis of the factors that lead to it's failure, en *2013 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*, pp.525-530, Sept. 2013
- [5] Agustín Cernuda del Río, Sonia Hevia Vázquez, Maria del Carmen Suárez Torrente, y Daniel Gayo-Avello. Un estudio sobre el absentismo y el abandono en asignaturas de programación. *ReVisión*, vol. 6, no. 1, 2013.
- [6] Ramon Costa Castelló, Montserrat Peiron Guàrdia, Lluís Ribas i Xirgo, Fermín Sánchez Carracedo, y Antoni Josep Velasco González, Fundamentos de Computadores, *Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya (FUOC). Barcelona.* 2011. [<http://ocw.uoc.edu/informatica-tecnologia-y-multimedia/fundamentos-de-computadores/materiales-1/>]
- [7] Alfonsa García, Ana Lías, Ángeles Mahillo, y Rosa Mª Pinero, Abandono de primer año en la Ingeniería Informática, *JENUI 2014. XX Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. Oviedo: Universidad de Oviedo. Escuela de Ingeniería Informática*, pp. 151-158, Julio 2014
- [8] Carina Soledad Gonzalez Gonzalez, y Alberto Mora Carreno, "Methodological proposal for gamification in the computer engineering teaching," en *2014 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, pp.29-34, Nov. 2014
- [9] Carina Soledad González González, y Alberto More Carreño, Técnicas de gamificación aplicadas en la docencia de Ingeniería Informática. *ReVisión*, vol. 8, no 1, 2015.
- [10] Vladimir Uskov, y Bhuvana Sekar, Gamification of software engineering curriculum, in *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2014, pp.1-8, Oct. 2014
- [11] Juan Vargas-Enríquez, Lilia García-Mundo, Marcela Genero, Mario Piattini. Análisis de uso de la gamificación en la enseñanza de la informática. *JENUI 2015. Actas de las XXI Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática. Universitat Oberta La Salle ed. Andorra la Vella: Universitat Oberta La Salle*, pp. 105-112, Julio 2015
- [12] Kevin Werbach y Dan Hunter: For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business. *Wharton Digital Press*. 2012.