

# Virtualización de problemas, basados en "videojuegos serios", como refuerzo a la formación de las ingenierías.

Milagros Huerta Gómez de Merodio\*, José María Portela Núñez\*

\*Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial, Escuela Superior de Ingeniería,

[milagros.huerta@uca.es](mailto:milagros.huerta@uca.es)

**RESUMEN:** Tras realizar un análisis sistemático de la literatura sobre el uso de los juegos serios en las ingenierías, se llega a la conclusión de la idoneidad de introducirlos en estos estudios. En este proyecto de innovación docente se ha elaborado un videojuego con parte del contenido de la asignatura de Resistencia de Materiales. Dicha asignatura se imparte en varias de las ingenierías que se imparten en la Universidad de Cádiz. Este videojuego se ha puesto a disposición de los alumnos del Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto para, dependiendo del resultado obtenido, implementarlo en otros estudios de ingeniería. Dicho videojuego consta de dos partes, una de ellas en la que se explica cómo se deben realizar los cálculos necesarios para el diseño de un elemento estructural y otra en la que, el alumno debe realizarlos por sus propios medios. Aunque el número de aprobados este curso ha sido el mismo que en cursos anteriores, la nota de los que han aprobado ha sido superior y el número de alumnos que han abandonado la asignatura a lo largo del semestre se ha reducido, con relación al curso anterior. Tras una encuesta realizada a los alumnos, esta metodología ha gustado mucho, pues han visto la asignatura de otra manera y les ha motivado más a seguir la asignatura y no abandonarla.

**PALABRAS CLAVE:** proyecto, innovación, mejora, docente, juegos serios, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en juegos, ingeniería, flipped classroom

## INTRODUCCIÓN

Como continuación al Proyecto de Innovación Docente con código PI\_14\_029 (1), en este proyecto se ha implementado la resolución de problemas de ingeniería, concretamente para la asignatura Resistencia de Materiales, mediante el uso de la metodología Aprendizaje Basado en Problemas (2), a través de los juegos serios (3). El alumno, además de tener que resolver un problema, tiene la oportunidad de que se le expliquen, los conceptos y pasos a seguir para poder resolver el problema, mediante el uso de un videojuego (Anexo 1).

El análisis sistemático de la literatura que ha dado pie a estos proyectos de innovación docente se puede consultar en el RODIN (Repositorio de Objetos de Docencia e Investigación) de la Universidad de Cádiz (4). Las referencias bibliográficas seleccionadas tras este análisis se encuentran relacionadas en el gestor de referencias Mendeley, en el grupo de acceso libre cuyo título es "SLR: Analysis of Game-Based Learning in Engineering Studies".

A continuación se explica, brevemente, en qué consiste el videojuego, realizado bajo la plataforma <e-Adventure> (5), la metodología utilizada, los resultados que se han obtenido, finalizando con las conclusiones y los trabajos futuros.

## METODOLOGÍA

En los estudios de ingeniería, en un elevado número de ocasiones, nos encontramos que los alumnos se aprenden de memoria las fórmulas que deben emplear para resolver un determinado tipo de problema. En líneas generales no entienden cómo se han de usar, de hecho, si se les introduce modificaciones conceptuales a un enunciado tipo se pierden y no saben resolver cualquier problema de la misma temática que se les presente. En este proyecto, se ha realizado un videojuego en el que el alumno debe calcular un elemento sencillo (en este caso una barra) de manera que sea capaz de soportar un elemento pesado. Está diseñado con diferentes

condiciones para que cada vez que se ejecute el problema el alumno tenga que realizar cálculos diferentes.

Para hacerlo más atractivo, se ha desarrollado una historia en la que una chica, María, pide ayuda a un amigo, Antonio, que es estudiante de ingeniería (y ya ha aprobado la asignatura de Resistencia de Materiales), pues necesita colgar una lámpara muy pesada en el salón de su casa (o un telón de teatro, también muy pesado, en la asociación de vecinos). A lo largo de la conversación que mantienen los protagonistas, Antonio va preguntando a María los datos que necesita para ir resolviendo el problema. Esto se hace para que el alumno sea consciente de que en la realidad no se va a encontrar con "el problema planteado", sino que deberá buscar los datos que necesita para dar solución a un problema. En la mesa del laboratorio se pueden ver dos libros (Figura 1), uno que es un catálogo con las propiedades de los materiales y el otro son los apuntes de la asignatura que, una vez los ha cogido de la mesa, los podrá consultar en cualquier momento del juego (Figura 2).



Figura 1. Conversación del videojuego.

Una vez que Antonio tiene todos los datos, invita a María a pasar a otra habitación (un despacho) para resolver el problema. El objetivo de cambiar de escenario es captar la atención del alumno, que vea dinamismo en el videojuego, ya que es muy importante un buen diseño del mismo si se quiere conseguir el objetivo de “no aburrir” al alumnado (6).

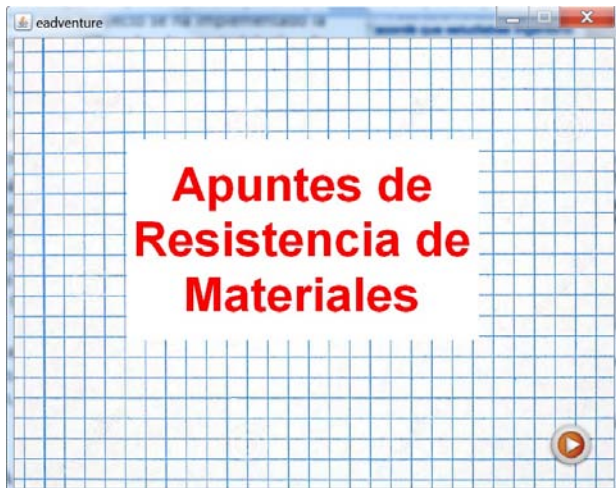


Figura 2. Apuntes de la asignatura

A continuación, Antonio le pregunta a María si quiere que le explique los cálculos que tiene que hacer antes de ponerse a ello. En este caso, el alumno tiene la opción de ponerse directamente a realizar los cálculos o, si no ha entendido bien lo que se ha explicado en clase, recibir una explicación breve sobre los contenidos que necesita para realizar dichos cálculos (Figura 3).



Figura 3. Secuencia en la el alumno puede escoger entre que se le explique o no cómo hacer los cálculos.

En los siguientes pasos, el alumno debe ir ejecutando el juego para resolver el problema que se le ha planteado. Al igual que el alumno tenía que saber qué datos necesitaba para resolver el problema, ahora tiene que ir seleccionando los pasos que debe seguir para realizar los cálculos, eligiendo entre diferentes opciones (Figura 4).

El videojuego está preparado para que el alumno realice el cálculo de la manera más eficaz posible, indicándole (con retroalimentación) si un paso es necesario o no. Con esto se busca que el alumno, además de aprender a hacer bien el trabajo, sea productivo y no realice cálculos innecesarios. Algo que se les insiste en las clases continuamente.



Figura 4. El alumno debe decidir cómo comenzar.

Al finalizar el juego, se genera un informe en el que además de obtener una calificación, se indica qué habilidades ha adquirido el alumno (Figura 5). El profesor puede evaluar todas (o algunas) de las acciones del alumno, de manera que cada vez que se equivoque, tendrá una penalización, que aparecerá en dicho informe. De esta manera, tanto el profesor como el alumno, pueden evaluar cómo ha sido la realización del problema, analizando los puntos débiles y fuertes del mismo.

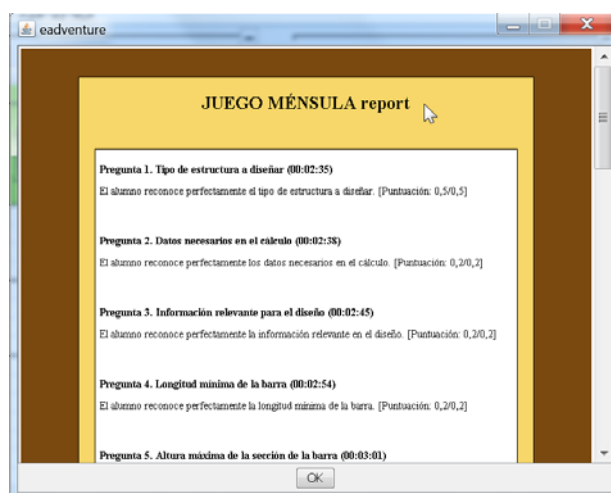


Figura 5. Informe Final del juego.

Además, al final del informe se indica el tiempo que el alumno ha empleado para la realización del videojuego, de manera que se puede ver si se ha tardado mucho o no. Con la plataforma <e-Adventure>, el profesor puede limitar el tiempo que el alumno tiene para realizar el problema, no dejando terminar si se agota dicho tiempo.

La plataforma <e-Adventure> da la posibilidad de exportar el videojuego como un paquete SCORM, por lo que se puede importar a Moodle, de manera que se obtenga la calificación final numérica de cada alumno, se puede limitar tanto el momento como el número de accesos así como otras características que poseen estos paquetes.

## RESULTADOS OBTENIDOS

Se ha realizado una encuesta en la que se ha preguntado a los alumnos sobre la metodología y han confirmado TODOS que les ha gustado, ya que además de poder ejecutar el problema todas las veces que quisieran, con las distintas opciones con las que está diseñado, han visto que lo que están aprendiendo en clase, tiene una utilidad práctica. Además, en líneas generales, han dicho que se sentían más motivados con la asignatura. Este dato se confirma comparando el porcentaje de alumnos que se han presentado a la convocatoria de junio del curso 2013/2014 con relación al curso 2014/2015. Viéndose incrementado este porcentaje de un 64% de los alumnos matriculados en el curso 2013/2014 a un 73% para el curso 2014/2015, como se muestra en la Figura 6.

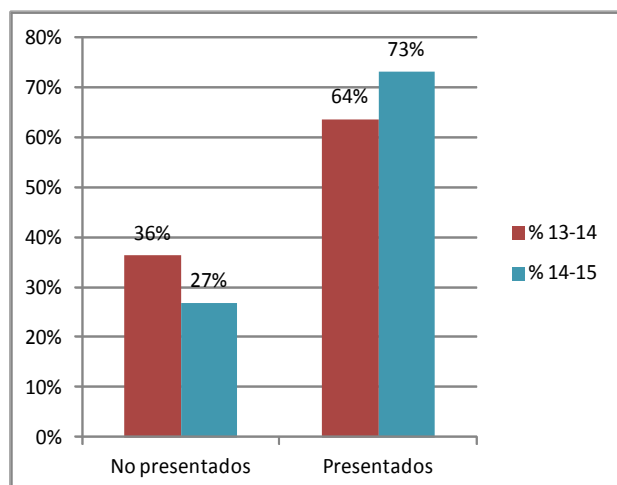


Figura 6. Porcentaje de alumnos presentados en junio.

Con respecto a la evaluación del problema a través del videojuego, al tratarse de una versión aún no depurada (no ha dado tiempo de preparar la versión definitiva que se elaborará para el próximo curso), se les dio la opción de que realizaran el problema voluntariamente. Aquellos que la han realizado, han obtenido muy buena nota en la ejecución del mismo. Ahora bien, el número de aprobados en la asignatura sigue siendo bajo, pero se ha detectado que los que han aprobado lo han hecho con mejores calificaciones. Aunque el número de APTOS ha sido el mismo, sí se ha incrementado la nota con la que han aprobado, incrementándose el número de alumnos que han sacado más de un aprobado de un 3% a un 8% (incluso hay una matrícula de honor), tal y como se muestra en la Figura 7.

Por otro lado, se ha detectado una gran carencia de conocimientos básicos para poder entender la asignatura. Para el curso 2015-2016 se ha solicitado una Actuación Avalada en la que se pretende que los alumnos entiendan la importancia de tener una buena base y entender para qué sirve todo aquello que van aprendiendo a lo largo de la carrera. La

actuación avalada solicitada se llama “Encadenando” asignaturas de primer y segundo curso del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto”.

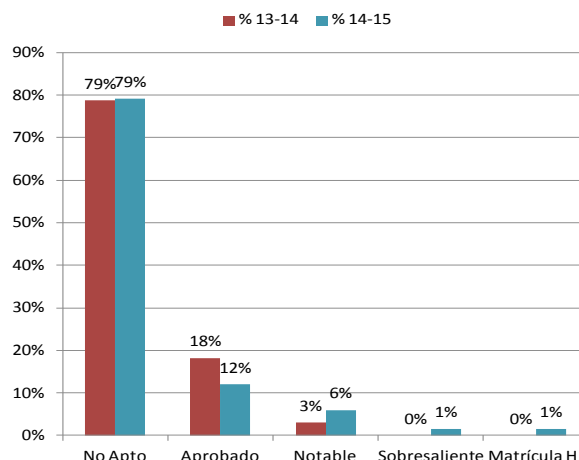


Figura 7. Porcentaje de notas sacadas en el examen de junio.

## CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Como conclusión, cabe destacar que se ha detectado mayor interés por la asignatura, aunque no se ha terminado de conseguir que mejore el rendimiento de los alumnos, sí han acogido bien la metodología. Esto puede deberse a que el videojuego no está del todo depurado, hay que mejorar las partes donde se explica el contenido de la asignatura, hacerlo más dinámico, así como corregir algunos “pequeños errores” que los propios alumnos han ido comunicando a través de un foro habilitado para ello. Hay que tener en cuenta que es un problema con muchas variables y la plataforma <e-Adventure> no está preparada para esto.

Por otro lado, en las sesiones de clases de problemas se ha intentado introducir la metodología Flipped Classroom. De manera optativa, se ha invitado a que los alumnos visualizaran en su casa un vídeo con problema resuelto, para que en la siguiente sesión preguntaran directamente las dudas. Casi ningún alumno ha visualizado los vídeos, se les ha preguntado el motivo y la respuesta general es que “les aburre” o “prefieren verlo en directo”. Por este motivo, cabe concluir que una buena línea de investigación, poco explorada, sería estudiar cómo influye, en el aula invertida, una técnica más atractiva para el alumno de ingeniería de hoy día y en la que ellos sean aprendices activos, como son los juegos serios.

Como trabajos futuros, en próximos cursos, se pretende implementar este videojuego junto con la metodología *Flipped Classroom* o “clase inversa” (7). Tal y como se ha analizado en la Revisión Sistemática de la Literatura (Anexo 1), sobre la aplicación de los videojuegos en los estudios de ingeniería, se ha visto interesante sustituir, en la clase inversa, el vídeo por los videojuegos, para motivar a los estudiantes de ingeniería (8) (9).

Otro trabajo futuro es hacer una aplicación que realice los cálculos necesarios para resolver los problemas, y se pueda integrar con la plataforma <e-Adventure>, que es de libre acceso. De esta forma, se podría simplificar de manera considerable el diseño de los videojuegos, limitándose a introducir correctamente las fórmulas y los datos de entrada.

## REFERENCIAS

1. Huerta M, Portela JM, Mora N, Otero M, Pastor A. Laboratorios Virtuales, basados en Videojuegos Serios, como complemento a la formación de las Ingenierías. 2014. p. 1–3.
2. Rajalingam P. Patterns within problem-based learning: how a prior mathematics failure affects engineering diploma students. 2011.
3. Bouki V, Economou D. Using Serious Games in Higher Education: Reclaiming the Learning Time. In: Preuveneer D, editor. Workshop Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent Environments. 2015. p. 381–7.
4. Huerta M. SLR - Análisis del Aprendizaje Basado en Juegos Serios en las Prácticas de los Estudios de Ingeniería [Internet]. 2015. Available from: <http://rodin.uca.es:80/xmlui/handle/10498/17648>
5. Torrente J, Blanco Á Del. e-Adventure: Introducing educational games in the learning process. Education Engineering EDUCON 2010 IEEE. 2010. p. 1121–6.
6. Hauge JB, Kalverkamp M, Bellotti F, Berta R, De Gloria A, Barabino G. Requirements on learning analytics for facilitated and non facilitated games. 2014 Global Engineering Education Conference (EDUCON). Istanbul: IEEE; 2014. p. 1126–32.
7. Latulipe C, Long NB, Seminario CE. Structuring Flipped Classes with Lightweight Teams and Gamification. Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education. 2015. p. 392–7.
8. Venkatapathy A. A Study on Methodology and Implementation of Flipped Classroom Teaching for Engineering Courses. International Conference on Transformations in Engineering Education. 2014. p. 535–40.
9. Tan LYL. The Impact of Meaningful Gamification on Students' Motivation: A Proposed Pilot Study. TLHE 2014: International Conference on Teaching and Learning in Higher Education. Singapore; 2014. p. 1–4.

## ANEXOS

*Sol-201400047692-tra\_Anexo 1\_Videojuego.pdf*