

CUIEET

Gijón

**Gijón,
25, 26 y 27 de
junio 2018**

XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

LIBRO DE ACTAS



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo



LIBRO DE ACTAS DEL
XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa
En las Enseñanzas Técnicas
25-27 de junio de 2018
Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

© Universidad de Oviedo, 2018

ISBN: 978-84-17445-02-7

DL: AS 1893-2018

La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)	1
La formación dual universitaria en el Grado en Ingeniería en Automoción de la IUE-EUI de Vitoria-Gasteiz. Requisitos de calidad	12
Prácticas formativas en la UPV: objetivo estratégico	24
Elaboración de <i>audioslides</i> para apoyo a la enseñanza en inglés en los grados bilingües	36
<i>Effect of Industry 4.0 on education systems: an outlook</i>	43
Uso de simuladores y herramientas de programación para facilitar la comprensión de la operación de los sistemas eléctricos	55
Aplicación de ejercicios resueltos de ingeniería del terreno con recursos de acceso libre para teléfonos móviles y tabletas electrónicas	67
<i>Proposal to determine learning styles in the classroom</i>	77
La soledad de los Millennials ricos en la EPI de Gijón	84
Mejora de la calidad de la formación postgraduada en ortodoncia de la Universidad de Oviedo	96
El plagio entre el alumnado universitario: un caso exploratorio	106
Competencias necesarias en el ejercicio de la profesión de Ingeniería Informática: experimento sobre la percepción de los estudiantes	116
El proyecto <i>Flying Challenge</i> , una experiencia de interconexión universidad-empresa utilizando mentoría entre iguales	127
Formación en ingeniería con la colaboración activa del entorno universitario	134
“Emprende en verde”. Proyecto de innovación docente de fomento del emprendimiento en el ámbito de las Ingenierías Agrarias	146
Competencia transversal de trabajo en equipo: evaluación en las enseñanzas técnicas	158
<i>Introducing sustainability in a software engineering curriculum through requirements engineering</i>	167

Índice de ponencias

Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal	176
Experiencia de aprendizaje basado en proyectos con alumnos Erasmus	186
Elaboración de un juego de mesa para la adquisición de habilidades directivas en logística	198
Proyecto IMAI - innovación en la materia de acondicionamiento e instalaciones. Plan BIM	210
<i>BIM development of an industrial project in the context of a collaborative End of Degree Project</i>	221
Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje basado en proyectos en el marco de un proyecto coordinado en un Máster Universitario en Ingeniería Informática	231
Algunas propuestas metodológicas para el aprendizaje de competencias matemáticas en ingeniería	243
Riesgos psicosociales del docente universitario	255
<i>Face2Face</i> una actividad para la orientación profesional	267
Trabajo fin de grado. Una visión crítica	276
Gamificaci en el aula: “ <i>Escape Room</i> ” en tutorías grupales	284
Una evolución natural hacia la aplicación del aprendizaje basado en diseños en las asignaturas de la mención de sistemas electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Una experiencia docente desde la EPI de Gijón	296
Propuesta para compartir escenarios docentes a través de <i>visual thinking</i> . Bases de la termografía, equipos electromédicos termo-gráficos y su aplicación en salud	308
EMC: aspectos prácticos en el ámbito docente	316
Habilidades sociales en la ingeniería	327
Aprendizaje orientado a proyectos integradores y perfeccionamiento del trabajo en equipo caso - Máster Erasmus Mundus en Ingeniería Mecatrónica	339

Tendencias en la innovación docente en enseñanzas técnicas: análisis y propuesta de mejoras para la asignatura Mecánica de Fluidos	349
Diseño y puesta en marcha de una práctica docente basada en recuperación de energía térmica mediante dispositivos termoeléctricos	361
Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería	373
Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales	385
Utilización de vídeos <i>screencast</i> para la mejora del aprendizaje de teoría de circuitos en grados de ingeniería	394
La invasión de los garbanzos	406
Evolución del sistema de gestión de prácticas eTUTOR entre los años 2010 y 2017	418
Implementación de juegos educativos en la enseñanza de química en los grados de ingeniería	430
Trabajando interactivamente con series de Fourier y trigonométricas	439
Aproximación de las inteligencias múltiples en ingeniería industrial hacia una ingeniería inteligente	450
Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1 ^{er} curso de ingeniería en el área de expresión gráfica.	461
Cognición a través de casos en el área de Acondicionamiento e Instalaciones de la E.T.S. de Arquitectura de Valladolid	473
Un instrumento para explorar las actitudes hacia la informática en estudiantes de matemáticas	482
La metodología <i>contest-based approach</i> en STEM: modelización de datos meteorológicos	493
Técnicas de gamificación en ingeniería electrónica	505
El reto del aprendizaje basado en proyectos para trabajar en competencias transversales. aplicación a asignaturas de electrónica en la ETSID de la UPV	521

Dibujo asistido por ordenador, sí, pero con conocimiento de geometría	534
Introduciendo la infraestructura verde y los sistemas de drenaje sostenible en los estudios de grado y postgrado en ingeniería	547
Aprendizaje colaborativo en Teoría de Estructuras	559
Modelo de evaluación y seguimiento de los trabajos fin de grado (TFG) y trabajos fin de máster (TFM) tutorizados en el área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación	567
El Taller de Diseño como núcleo de innovación docente y eje de adquisición de competencias en la formación del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	579
Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional	588
La ludificación como herramienta de motivación en la asignatura bilingüe <i>Waves and Electromagnetism</i>	600
Gamificación en la impartición de Cálculo de Estructuras	612
Análisis de las actitudes visuales y verbales de alumnos noveles de Grado de Ingeniería en la Universidad Politécnica de Cartagena	621
Diseño curricular del Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, Colombia	633
Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios <i>versus</i> prueba final objetiva	644
Introducción de la Cultura Científica en Grados de Ingeniería	658
Detección de errores conceptuales en Matemáticas de los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software en su primer año de carrera.	665
Rúbrica de evaluación en un laboratorio de Ingeniería Química	676
Factores explicativos de la elección de grados en el área agroalimentaria	686
Diseño de una actividad para el desarrollo y evaluación de competencias transversales en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos	696

Necesitamos “engineers”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera	708
Estudio de la Implantación de Competencias dentro del marco europeo: revisión prospectiva en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo	718
Sostenibilidad e Ingeniería Industrial: estrategias para integrar la ética en los programas de formación	730
Una experiencia en proyectos europeos de ambito educativo	743
Modelos didácticos de Goma-EVA para visualizar conceptos y detalles en la enseñanza de estructuras metálicas	750
<i>Introduction to the Fluid Dynamics of Biological Flows. Innovation project using the CFD simulation of the lung air flow.</i>	762
Aprendizaje activo y cooperativo en el Area de Informática Industrial	772
Aprender en el contexto de la empresa	784
Valoración por las empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	792
Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: Aula Universitaria de Arquitectura	804
Nuevas técnicas metodologías para el fomento de habilidades transversales y transferencia del conocimiento en universitarios	815
Formación en competencias socialmente responsables en la Universidad de Oviedo	823
Competencias transversales en la asignatura Tecnología Medioambiental	833
Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo <i>Lean Startup</i> en un grado de ingeniería	842
Evaluación de la competencia transversal ‘Comunicación Efectiva’ mediante presentaciones en vídeo	854
Dinamización del aprendizaje de VHDL a través del aprendizaje basado en proyectos en una asignatura de máster	863
Proyecto Solar-F. Desarrollo de un prototipo de seguidor solar	875

Definición de tareas de aprendizaje basado en proyecto colaborativo para Ingeniería Mecatrónica	883
La investigación-acción participativa como herramienta de responsabilidad social universitaria	895
Implantación del Programa de Mentorías entre iguales MENTOR EPIGIJON	907
De Orienta a Mentor	919
Sello RIME de calidad de la función orientadora. Poniendo en valor la acción tutorial	931
Establecimiento de una relación productiva doctorando/supervisor: expectativas, roles y relación	943
Análisis de singularidades en transformaciones trifásicas, empleando una plataforma educativa para ingeniería	953
El cuadro de mandos como entorno educacional	961
DIBUTECH: plataforma web interactiva para la resolución de ejercicios gráficos en Ingeniería	975
Alumnos más participativos con el uso de herramientas de gamificación y colaboración	985
Utilización de prensa <i>online</i> , Campus Virtual y dispositivos móviles para el aprendizaje y aplicación de conceptos económico-empresariales en estudiantes de ingeniería	997
El rol de la práctica de campo en la clase inversa. Caso práctico sobre el diseño de productos para la <i>smartcity</i> en el contexto del Jardín del Túria	1008
Desarrollo de competencias transversales en ingeniería con el inglés como lengua vehicular y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.	1019
Experiencia de desarrollo y evaluación de prácticas utilizando TIC	1031
Diseño e implementación de una herramienta de coordinación de los títulos que se imparten en la Escuela de Ingenierías Industriales	1042
<i>Framework for the analysis of students association' interests & voices</i>	1054

Mejora continua en el proceso de internacionalización de la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	1066
Calidad del empleo de la/os egresada/os de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el período 2005-13: diferencias de género	1076
<i>Student's cognitive style towards innovation. A pilot study at ETSIDI-UPM</i>	1087
Optimización del proceso creativo en el aula: entrenamiento de la actitud creadora para reducir la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en el equipo	1091
La formación específica en competencias transversales como contenido integrado en el plan docente	1096
Los alumnos deciden: Edublog de la asignatura Estadística	1102
La necesidad de la eficiencia energética en las infraestructuras universitarias	1106
<i>Learning by engineering: del Lean Manufacturing a la Industria 4.0</i>	1110
Prácticas de laboratorio avanzado en últimos cursos de grado	1114
Propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo en una asignatura de máster universitario	1118
Mejora de la praxis docente mediante la inclusión de actividades para el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes	1122
Factores curriculares y evolución tecnológica que inciden en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales	1126
Ética y sostenibilidad: buscando hueco en los planes de estudios	1130
Descripción de una experiencia con el uso de las TICs basada en el uso de videos explicativos y cuestionarios para una mejor comprensión de las prácticas de Física de Ingeniería Industrial	1134
Banco de ensayos para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico aisladas y/o conectadas a red	1144
Diseño de mini-videos y mini-audios esenciales para el seguimiento óptimo de las asignaturas y la prevención de su abandono	1148

Aplicación interactiva <i>online</i> para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple	1152
Evaluación continua, compartida y progresiva aplicada al Grado de Ingeniería. Caso de estudio	1157
Diseño e implantación sistemática de evocaciones y de evaluación por rúbricas en Ingeniería Gráfica por medio de herramientas TIC	1163
Asignaturas de nivelación en Master de Ingeniería Mecatrónica. Ejemplo de Electrónica	1171
La competencia de responsabilidad	1183
MediaLab: nueva formación tecnológica y humanística en la Universidad de Oviedo	1196
Mejora de la calidad de los TFG en grados de ingeniería	1200
Desarrollo de competencias profesionales en las prácticas de laboratorio/taller	1204
La enseñanza de Estadística Aplicada en el Grado de Ingeniería Forestal: para y por ingenieros	1214
La redacción de informes técnicos y periciales como formación transversal en ingeniería	1225
BEE A DOER – Emprendiendo y aprendiendo impresión 3D	1230
Propuesta de curso NOOC: Iniciación a la química para titulaciones de ingeniería	1237
<i>Two-Storey building model for testing some vibration mitigation devices</i>	1241
Plataforma Web para el entrenamiento de las presentaciones orales del Trabajo Fin de Grado (TFG)	1245
Aprendizaje competencial efectivo mediante las prácticas del laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de Grado y Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao	1249
Fabricación y caracterización de materiales compuestos. <i>Composite Materials: manufacturing and characterization</i>	1256

Desarrollo de competencias transversales en grados de ingeniería industrial mediante metodologías activas de enseñanza-aprendizaje basadas en el <i>mentoring</i> y ABP	1264
Planificación de prácticas de laboratorio basadas en un amplificador de radiofrecuencia de bajo coste orientadas a la enseñanza de asignaturas de Electrónica de Comunicaciones	1276
Orientación universitaria de estudiantes de ingeniería. Plan de acción tutorial de la Escuela Politécnica superior de Jaén (PAT-EPSJ)	1280
Experiencia innovadora en “las ciencias de la naturaleza de educación infantil”	1284
Actividad práctica de diseño para la fabricación asistida con CATIA: Doblado de chapa metálica	1290
La investigación como parte del proceso educativo de la enseñanza superior	1294
Aprendizaje Orientado a Proyectos en el diseño de sistemas mecánicos	1298
Evaluación del déficit de atención en niños mediante el análisis de tiempos de respuesta	1302
Desarrollo de proyectos didácticos para adquirir competencias transversales	1308
Competencias genéricas percibidas por los alumnos con formación en producción vegetal	1312
Enseñanza grupal. Estudio por casos de empresas Valencianas	1318
Implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje mediante Trabajos Fin de Grado/Máster en Ingeniería de Telecomunicación	1322
<i>An example of company-university cooperation: Mathematical modeling and numerical simulation of heat dissipation in led bulbs</i>	1326
Aprendizaje centrado en el proyecto de estructuras adaptados a la enseñanza universitaria	1331
Nuevo enfoque pedagógico en la formación del perfil profesional para el desarrollo de proyectos de automatización industrial a través de un concepto de integración total	1335
Convenios de cooperación educativa en el ámbito náutico: universidad- empresa	1339

Índice de ponencias

Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: proyecto de investigación ERGONUI-TME	1344
Estudio comparativo entre estudiantes de ingeniería de la Universidad de León mediante el <i>test Force Concept Inventory</i>	1350
Innovación para el desarrollo de nueva propuesta de máster semipresencial en prevención de riesgos laborales	1354
El círculo de Mohr y la innovación docente en educación superior	1359



Gamificación en el aula: “Escape Room” en tutorías grupales

Joaquín González Norniella^a, José Manuel Cano Rodríguez^a, Gonzalo Arturo Alonso Orcajo^a, Joaquín Francisco Pedrayes González^a, Manuel Emilio García Melero^a, Manés Fernández Cabanas^a, Carlos Hiram Rojas García^a

^aUniversidad de Oviedo, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, de Computadores y Sistemas, Área de Ingeniería Eléctrica jgnorniella@uniovi.es

Abstract

This paper presents an experiment regarding the introduction of gamification strategies into the classroom to promote learning based on games and students' skills on continuous study, competitiveness, teamwork and sociability. More specifically, the experiment is aimed at adapting the so-called escape rooms, the recent and trendy recreational activities, to educational environments in such a way as to use practical exercises of a subject along with the typical riddles incorporated in the aforementioned activities. The study is done in Electrical Technology, set within the second year of the Degrees in the Industrial Engineering speciality at the University of Oviedo (2017/2018) and taught by the first author of this paper. A summary of the experiment and its results is included in the paper.

Keywords: competitiveness, continuous study, escape room, gamification, sociability, teamwork, transversal competences.

Resumen

En esta comunicación se presenta una experiencia basada en la introducción de estrategias de gamificación o ludificación en el aula para el fomento del aprendizaje mediante el juego, así como del estudio continuado, la competitividad, el trabajo en equipo y la sociabilización del alumnado. En concreto, la experiencia trata de adaptar las alternativas de ocio conocidas como habitaciones de escape o escape rooms (ERs) al entorno educativo universitario, de forma que los enigmas que normalmente integran tales ERs sean, en este

caso, ejercicios prácticos de una determinada asignatura. De manera más específica, la experiencia se implementa durante el curso 2017/2018 en las tutorías grupales del grupo bilingüe de la asignatura Tecnología Eléctrica - Electrical Technology (TE), del primer cuatrimestre del segundo curso, común a los cuatro grados de la rama industrial (Ingeniería Eléctrica, Electrónica Industrial y Automática, Mecánica, y Química Industrial) ofertados por la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón (EPIG, Universidad de Oviedo, UO), e impartida en inglés en su totalidad por el primer autor de esta comunicación. En ella se resume la experiencia llevada a cabo y se presentan resultados cualitativos basados en encuestas de satisfacción del alumnado que refrendan su idoneidad.

Palabras clave: *competencias transversales, competitividad, escape room, estudio continuado, gamificación, ludificación, sociabilización, trabajo en equipo.*

Introducción

Recientemente se ha producido en las ciudades españolas una notable proliferación de las ERs. Las ERs son una forma de entretenimiento diseñada para que un grupo de personas, llamémoslo el equipo de escape (EE), pueda disfrutar durante una hora de una actividad de ocio intelectual. Las ERs suelen instalarse en bajos en alquiler con una o varias habitaciones comunicadas entre sí y normalmente acondicionados con mobiliario y atrezzo para seguir una línea temática determinada. Por lo general, una persona se encarga de recibir al EE para explicar las normas de juego, dar comienzo al mismo, y ayudar y controlar al EE durante su desarrollo. Normalmente el EE es encerrado en la primera habitación de las que conforman la ER y dispone de sesenta minutos para tratar de escapar. Para ello, el EE debe resolver una serie de puzzles o acertijos organizados o no de manera lineal, cuyos resultados son, típicamente, las combinaciones numéricas de diversos candados que mantienen cerradas cajas u objetos similares que, una vez abiertos, desbloquean nuevas pistas o juegos. También es usual que se encuentren llaves que abren candados tradicionales o puertas, entre las cuales se encuentra la de salida. La persona encargada de controlar al EE vigila a este durante toda la actividad con cámaras y micrófonos, y lo ayuda con pistas en caso de que sea necesario. Es también típico que el EE trate de salir de la ER en el menor tiempo posible para intentar establecer el record de la sala.

Por otra parte, la asignatura de TE, tal como está diseñada según su guía docente, no contempla la posibilidad de realizar una evaluación continua, de forma que el alumnado es calificado únicamente según el examen final de la asignatura, ya sea en convocatoria ordinaria o extraordinaria. Ello propicia que la mayoría del alumnado no lleve la asignatura al día, con las

26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)

consecuentes pérdida de interés en las clases diarias y obtención de pobres resultados finales. Además y por ello, las tutorías grupales (TGs) programadas para el final del cuatrimestre pierden su razón de ser y suelen acabar siendo sesiones adicionales de prácticas de aula sin participación activa del alumnado. De ahí que en este trabajo se pretenda adaptar la idea de las ERs al aula, en concreto, a las TGs, en lo que representa una estrategia de ludificación (Ibáñez, 2014; Lavoué, 2018) que persigue como objetivos fundamentales fomentar el trabajo en equipo, la competitividad y la sociabilización del alumnado y, especialmente, incrementar el interés del mismo por la asignatura y su trabajo diario gracias a la motivación que supone el objetivo de pertenecer al EE que logre salir de la ER en el menor tiempo posible. De este modo se intenta que el alumnado sea capaz de resolver ejercicios prácticos de la asignatura al final del cuatrimestre, los cuales forman parte de los acertijos y puzles de la ER.

Trabajos Relacionados

Debido a la relativa novedad que suponen las propias ERs, no se encuentran abundantes referencias al respecto de su utilización como fórmula de innovación docente, al menos en entornos universitarios (sí se pueden encontrar trabajos relacionados en otros niveles de enseñanza o tutoriales de diseño de estas actividades con fines educativos). En cualquier caso, las pocas informaciones que se pueden consultar son prácticamente coexistentes en el tiempo con la llevada a cabo en este trabajo. La referencia del ámbito universitario más recurrente, por no decir la única, y anterior al experimento presentado en este artículo, es de la Escuela de Enfermería de la Universidad de Granada (Canal UGR, 2017).

Metodología

El primer día de clase, normalmente utilizado para la presentación de docente y asignatura, se comenta someramente al alumnado que las TGs se emplearán para llevar a cabo la experiencia de ludificación propuesta, de carácter voluntario, y se resalta que es necesario llevar la asignatura al día para aprovechar tal experiencia al máximo y poder optar, así, a la recompensa por ser el EE que salga de la ER en la menor cantidad de tiempo. La intención es incentivar el estudio continuado de la asignatura por parte del alumnado ya desde el inicio del curso y hasta el final del mismo. Debe señalarse que la recompensa ofrecida no puede implicar una afectación de la nota de la asignatura, ya que ello no se contempla en su guía docente y, además, la experiencia ER no se lleva a cabo en los restantes grupos en que se distribuyen los estudiantes matriculados en tal asignatura. Por ello, la recompensa se fija, simplemente, en un pequeño obsequio por parte del docente para cada miembro del EE ganador.

El número de estudiantes matriculado en el grupo bilingüe de la asignatura durante el curso 2017/2018 es de 60, mientras que el número de subgrupos de TGs en que se dividen aquellos *26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)*

es de 6; por ello, cada subgrupo de TGs cuenta con un número de alumnos igual a 10. Por otra parte, cada TG está programada para la última semana del cuatrimestre (semana del 11 al 15 de diciembre de 2017) y tiene una duración de dos horas. Para ajustar en mayor medida la duración de la experiencia a la realidad (el tiempo habitual disponible es de 60 minutos) y para reducir el número de personas por EE (y, de nuevo, reflejar de mejor manera las experiencias ER reales, que no cuentan normalmente con EE compuestos por más de 5 personas), se propone a los estudiantes la semana anterior a la celebración de la actividad que dividan, con total libertad, cada subgrupo de TGs en otros dos subgrupos más pequeños de no más de 5 personas. Cada TG y, por tanto, la actividad ER, se desarrolla en el aula en que tienen lugar las prácticas de laboratorio, dotada de elementos útiles para la experiencia tales como armarios con llave, ordenadores, pizarra, etc., a los que se pueden añadir otros en función del diseño final de la actividad.

Durante los cinco primeros minutos de la hora disponible para la TG se explica someramente al EE en qué consisten, en general, las ERs como actividad de ocio, así como la razón de ser de las experiencias de ludificación en el aula y cómo se ha adaptado específicamente la actividad ER a la asignatura.

Tras ello, comienza la experiencia propiamente dicha. El objetivo principal del EE es salir del aula antes de un tiempo máximo establecido en 45 minutos, aula en que es encerrado bajo llave por el profesor de la asignatura, que también permanece encerrado junto con el EE. Lo ideal sería que el docente se encontrara en otra aula donde pudiera ver y oír lo que ocurre en la ER mediante un sistema de cámaras y micrófonos, pero no se dispone de medios para ello. El objetivo último del EE es encontrar la llave que abre la puerta de salida del aula, para lo cual aquel debe resolver una serie de acertijos y puzles basados en problemas de la asignatura derivados de lo visto en las sesiones de prácticas de aula y de laboratorio. El papel del docente durante esa hora es principalmente pasivo, salvo cuando deba proporcionar pistas oralmente al EE si las requiere o cuando este se encuentre trabado en alguna prueba. De nuevo, sería aconsejable, para emular la realidad de manera más precisa, que las pistas las proporcionase de forma remota a través de una pantalla situada en el aula en que, además, el EE pudiera ver en todo momento el tiempo restante para finalizar los 45 minutos; sin embargo, tampoco se dispone de medios para ello. En cualquier caso, las pistas pueden requerir una intervención del docente en la pizarra del aula que sería imposible de llevar a la práctica con una pantalla y a distancia. Cada pista proporcionada que, a juicio del docente, no sea necesaria o implique conocimientos de la asignatura que deban haber sido ya adquiridos por los estudiantes supone una penalización de tiempo de dos minutos para el EE.

Una vez que el EE ha salido del aula, el tiempo restante de la hora destinada a la TG se emplea para repartir las encuestas de satisfacción entre los miembros del EE y para que estos

debatan brevemente la experiencia con el docente. En este momento, además, se pide al alumnado que no revele a los compañeros de otros EEs información acerca de en qué consisten exactamente las actividades que forman parte de la experiencia para mantener el interés de la misma.

Se detalla a continuación el flujo de actividades que los EEs deben seguir para poder salir del aula, acompañado de fotografías que ayudan a la comprensión del mismo. El único material que el EE puede introducir en el aula es una calculadora que facilite la realización de los cálculos necesarios para resolver los problemas.

1. Inicio de la cuenta atrás de 45 minutos. A modo de pantalla que muestre el tiempo restante en todo momento, se emplea el portátil del profesor (que no forma parte del juego) y una aplicación gratuita de cronómetro (ver Figura 1).
2. Normalmente, y con el apoyo del atrezo y la ambientación de la ER, la persona encargada de controlar el juego realiza una breve introducción dramatizada al EE para que sus miembros puedan meterse en situación. En el caso de la actividad en el aula, el propio laboratorio constituye el escenario del que se ha de salir y la introducción dramatizada se realiza por escrito, en un papel que se encuentra inicialmente a disposición del EE en la mesa de que el docente dispone en el aula (ver Figura 2).
3. Aparentemente, el EE se encuentra de inicio, además de varios folios y material de escritura, con cuatro únicos ítems con los que puede interactuar: una caja fuerte cerrada (Caja 1) que se abre mediante una combinación de tres dígitos (ver Figura 3), un panel de componentes eléctricos (resistencias, bobinas y condensadores) en que varios de ellos están cableados entre sí de una manera específica (ver Figura 4), la pizarra del aula, en que aparece el enunciado de un problema/enigma (Enigma 1) de forma críptica (ver Figura 5), y un candado de combinación de cuatro cifras (ver Figura 6) colgado del pomo de la puerta de salida del aula. En este momento se trata únicamente de hallar el valor de la impedancia equivalente del panel entre los extremos libres de los cables a la frecuencia especificada en un régimen permanente senoidal. Los tres dígitos que forman la parte entera de dicho valor conforman la combinación de la caja.
4. Al abrir la Caja 1, el EE encuentra en su interior una llave (Llave 1) y el mando del cañón proyector que se encuentra en el aula. La Llave 1 abre uno de los dos armarios (Armario 1) que se encuentran el aula.
5. Al abrir el Armario 1, el EE se encuentra con dos nuevas cajas fuertes idénticas a la Caja 1 (Caja 2 y Caja 4) junto con un segundo problema/enigma (Enigma 2, ver Figura 7) escrito en papel especial, en que se pide el cálculo de la potencia activa

- consumida por una carga RL serie en régimen permanente senoidal. Los valores de dicha carga corresponden con la impedancia equivalente obtenida en el Enigma 1. El resultado del Enigma 2 abre la Caja 2.
6. Al abrir la Caja 2, el EE encuentra una nueva llave (Llave 2), que abre el segundo armario que existe en el aula (Armario 2), y un papel especial en que figura un valor de resistencia normalizado con una determinada tolerancia (ver Figura 8).
 7. Al abrir el Armario 2, el EE encuentra una nueva caja fuerte (Caja 3) y un nuevo problema/enigma (Enigma 3) escrito en papel especial. La resolución del Enigma 3, en que debe calcularse la energía reactiva generada por un condensador en un circuito resonante en régimen permanente senoidal, permite abrir la Caja 3. Además, en la parte interior de una de las puertas del Armario 2, se encuentra el código de colores para calcular el valor de resistencias de cuatro bandas (ver Figura 9).
 8. Al abrir la Caja 3, el EE encuentra un lápiz USB y un nuevo problema/enigma (Enigma 4) escrito en papel especial, cuya resolución permite abrir la Caja 4. Para resolver el Enigma 4 debe calcularse la potencia activa que consume una carga RL serie trifásica en una instalación equilibrada.
 9. Al abrir la Caja 4, el EE encuentra una linterna de luz ultravioleta (ver Figura 10).
 10. En este momento, el EE dispone del mando del cañón, del lápiz USB, del papel con un valor de resistencia de cuatro bandas y del código de colores correspondiente, de la linterna de luz UV, y del candado colgado en la puerta de salida del aula. El EE debe encender el cañón y el ordenador de sobremesa de que el profesor dispone en el aula (conectado al cañón), conectar al ordenador el lápiz USB (en que se encuentra un único archivo jpg que contiene números de colores sin orden aparente, ver Figura 11, cuyo nombre es ESTABLECER COMO FONDO DE ESCRITORIO), abrir dicho archivo y, efectivamente, establecerlo como fondo de pantalla.
 11. En este momento, el EE debe bajar la pantalla en que se proyectan las imágenes que provienen del cañón y aplicar en ella la luz UV. Se pueden observar en dicha pantalla 4 rectángulos inicialmente invisibles sin dicha luz. Asimismo puede observarse con la luz una serie de referencias pintadas en la pared que indican hasta dónde debe bajarse la pantalla mencionada para que los cuatro rectángulos encuadren sendos números, que forman la combinación del candado final colgado de la puerta del aula. El orden de los números lo determina su color; tal orden se identifica con el de los cuatro colores de las bandas correspondientes al valor de resistencia normalizado de que se dispone en papel.

Figura 1 Portátil que indica el tiempo restante



Figura 2 Nota introductoria

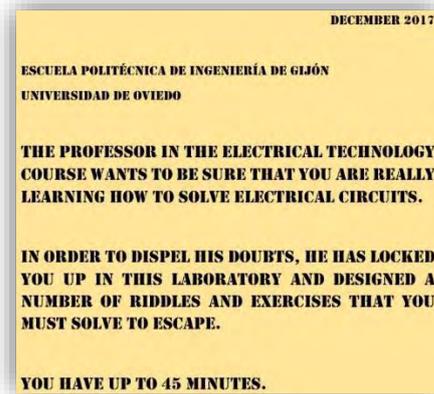


Figura 3 Caja fuerte



Figura 4 Panel de componentes

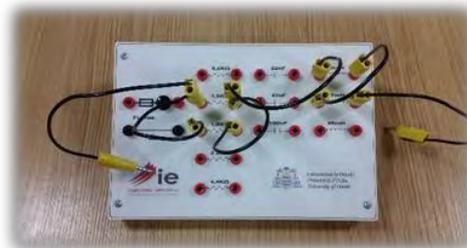


Figura 5 Pizarra con problema inicial

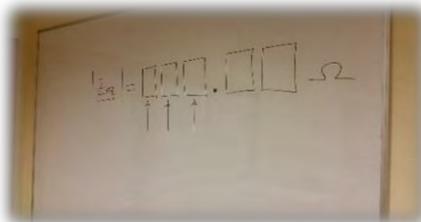


Figura 6 Candado final



Figura 7 Enigma 2

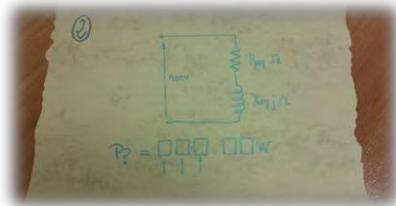


Figura 8 Valor normalizado de resistencia

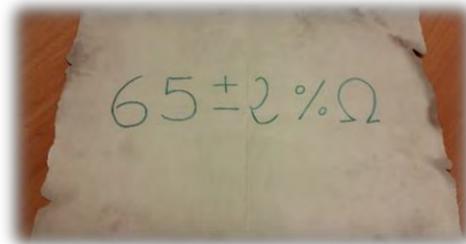


Figura 9 Código de colores de resistencias



Figura 10 Rotulador y linterna de luz UV



Figura 11 Imagen jpg que contiene la combinación final encriptada

423074091278935870925
709809809809334030499
809488342432570946794
630191824796726429868
646486249816268619792

Resultados

En total participaron en la experiencia 32 estudiantes (de 60 matriculados) divididos en 11 EEs, cada uno de estos ocupando una de las 12 horas asignadas a la actividad. El nivel de participación debe considerarse notablemente alto teniendo en cuenta su voluntariedad y la

proximidad de los primeros exámenes del curso, que tienen lugar la semana posterior a la correspondiente a las TGs. A continuación se detallan los tiempos que restaban a cada EE en el momento de salir, incluidas las penalizaciones por pistas. Como se ve, el vencedor fue el último EE. Cada miembro del EE fue obsequiado con un pequeño juego de destornilladores, que les fue entregado en el examen de la asignatura celebrado en enero de 2018.

Tabla 1. Resultados de los EEs

Equipo de escape	Tiempo	Equipo de escape	Tiempo
M.R.V.C. y A.G.G.	12:41:89	D.P.M.	03:01:63
I.B.C.	02:37:68	J.P.A., J.R.G. y C.A.H.L.	19:39:07
J.A.M., R.M.B. e I.F.M.	00:32:47	J.P.A., I.G.C.T., F.P.F., C.A.B.G. y J.E.L.	12:20:54
D.L.M., A.M.A., M.B.D., C.M.M., J.G.V. y M.P.S.L.	03:23:64	J.A.G., P.H.V. y B.P.F.	00:27:08
Á.G.C.	No salió	L.Q.S., G.S.V., E.R.R. y G.S.Á.	21:39:37
D.P.P., S.R.T., y E.A.G.	08:11:01		

Figura 12 Momento de la experiencia



Figura 13 Momento de la experiencia



Figura 14 Aparición de la experiencia en el diario La Nueva España, 16/12/2017



En cuanto a las encuestas de satisfacción repartidas al alumnado, se han recibido 20 de las 32 posibles. En estas encuestas se hacían tres únicas preguntas. A continuación se recogen dichas preguntas y los comentarios más interesantes expresados de manera literal:

1. Comenta con detalle qué te ha parecido la experiencia de adaptación al aula de la actividad Escape Room.

“Actividad diferente y entretenida”, “experiencia muy gratificante, novedosa”, “desconectamos del estudio y las clases que se ciñen a un guion”, “el hecho de que no tenga en juego nota de la asignatura hace que estés mal liberado”, “es una buena manera de hacer más atractivo el repaso de la asignatura”, “me hubiera gustado que más compañeros se hubiesen animado a hacerla”, “iniciativa muy interesante”, “la mejor manera de hacer que los estudiantes no procrastinen con el estudio es hacérselo fácil y entretenido”, “supone un buen entrenamiento de cara al examen en cuanto a resolver dichos ejercicios bajo presión y teniendo en cuenta el tiempo disponible”, “la actividad contribuye a fomentar el compañerismo y el trabajo en equipo”, “es una actividad muy divertida que te hace experimentar momentos de tensión y te hace esforzarte al máximo”, “la dificultad era adecuada para no quedarse muy atascado en ninguna parte pero que a la vez fuese un poco desafiante”, “nos hacía ver el nivel de Tecnología Eléctrica que teníamos”, “me ha incentivado a estudiar con más ganas aún”, “ha sido muy buena idea intercambiarlo por la tutoría grupal donde los alumnos hacen exclusivamente preguntas”, “no esperaba realizar alguna actividad de este tipo en la enseñanza universitaria”, “ayudó la complicidad que se desarrolló con los alumnos que ya hicieron la actividad, que no comentaron nada a los que no la habíamos hecho todavía”, “hubo un cierto nivel de competencia sana entre los diferentes grupos que nos permitió disfrutar más de la actividad”, “consiguió que durante casi una hora estuviese centrado, pensando y reflexionando sobre los contenidos de la asignatura”, “ha sido la mejor experiencia de gamificación en el aula en la he participado, infinitamente por delante de otras

26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)

como las de tipo concurso (quiz) y las competiciones entre alumnos”, “me llevé una grata sorpresa”, “los departamentos de otras asignaturas deberían tomar nota e intentar implementar actividades de este tipo”...

2. Propón las mejoras que se te ocurran para aplicarla en cursos venideros.

“Disponer de algo más de tiempo para hacerla”, “que las instalaciones estuvieran más acondicionadas para dar una mejor sensación de juego”, “que se llevase a cabo en una sala que no fuese conocida, creo que el factor misterio que eso aporta le daría un toque más interesante”, “para crear ambiente tener una iluminación más tenue”, “aprovechar al máximo el aula destinada a la actividad”, “dado el alto número de ordenadores disponibles se podría ocultar una de las pistas en ellos; para encontrar el adecuado, se les podría asignar números o códigos que serían a su vez solución de algún problema resuelto previamente”, “que el lugar donde se realiza la actividad fuese un poco más grande, igual con dos o tres salas para ir cambiando de ambiente a medida que se avanza”, “introducción de alguna prueba más ingeniosa que no esté tan relacionada con la asignatura y sea más como en un verdadero Escape Room”, “el espacio era algo reducido al realizar la actividad y te chocabas continuamente con tus compañeros”, “hubiera estado muy divertido que nosotros también tuviéramos que montar algún circuito”, “cambiar de un año para otro para evitar que la gente que está en su segundo año en la asignatura lo sepan”, “la adaptación del aula me pareció escasa”, “sustituir las cajas fuertes por otro artilugio”, “utilizando internet se pueden crear acertijos más complejos”, “un ámbito a mejorar podría ser la organización de los grupos para asegurar que el número de personas por grupo se adaptara perfectamente a la naturaleza de las pruebas y el espacio disponible”, “podría implementarse un sistema de recompensas de manera que a lo largo del curso se pudiera añadir tiempo extra o pistas a la prueba de escape mediante las aportaciones en clase, la resolución voluntaria en la pizarra de ejercicios propuestos como deberes o la realización de alguna pequeña investigación sobre temas de actualidad en el campo de estudio de la asignatura”, “quizás se podría premiar con un ligero aumento en la nota final a los vencedores, o previa consulta con el departamento, convertirla en una actividad obligatoria que incentive más aún a los participantes”...

3. ¿Qué opinas de las técnicas de gamificación?

“Forma de enseñanza dinámica” “facilita el aprendizaje” “estamos acostumbrados a un sistema mucho más rígido”, “esta actividad realizada debería de servir de ejemplo para intentar aplicarlo en otras asignaturas”, “estudio más ameno”, “se debería de llevar a cabo con mayor frecuencia”, “mediante estas actividades se aprende de una manera divertida y entretenida que te hace, inconscientemente, prestar un mayor interés por la asignatura”, “se identifican los contenidos con algo positivo, aumentando las ganas de aprender, en lugar de con una aburrida clase”,

"nos hizo ver la dificultad de la asignatura", "es actualmente una de las armas más poderosas de aprendizaje a nivel académico", "ojalá otras asignaturas incluyeran esta faceta de aprendizaje", "sin duda alguna la mejor práctica de laboratorio o tutoría global en la que he participado hasta el momento", "los ejercicios que hicimos en la actividad se me quedaron mejor porque estaba en un ambiente que me permitía estar más centrado", "si bien consume recursos (tiempo de clase, dinero y esfuerzo), son algo muy a tener en cuenta para reforzar los conocimientos", "acerca el mundo académico con el mundo real", "recuerdo con llamativa claridad los ejercicios que fueron realizados durante el escape"...

Por último, en el siguiente enlace puede observarse un vídeo que resume la experiencia de uno de los EEs:

<https://www.youtube.com/watch?v=Q1ecQpTIZwM&t=6s>

Conclusiones

A pesar de que no ha podido medirse de manera cuantitativa la efectividad de esta experiencia piloto en el aprendizaje del alumnado, las opiniones que este ha manifestado en las encuestas realizadas demuestran que la actividad ha resultado de alto interés y utilidad para sus miembros, por lo que, de manera cualitativa, puede decirse que la actividad ha sido un éxito. La mayor parte de las propuestas de mejora se refieren a la inclusión de nuevos medios más sofisticados, lo cual no resulta sencillo por la falta de disposición de ellos.

Por otra parte, la experiencia personal del profesor de la asignatura ha sido también excelente: si bien es cierto que la preparación de la actividad consume mucho tiempo y recursos económicos, el esfuerzo merece la pena a cambio de la extraordinaria motivación que el alumnado mostró durante su participación.

Desde ambos puntos de vista, del alumnado y del profesor, las estrategias de gamificación representan una técnica que debe tenerse en cuenta para ser introducida en el proceso de enseñanza/aprendizaje universitario, especialmente en las especialidades técnicas, en que quizá encaje de mejor manera este tipo de actividades.

Referencias

- Canal UGR de la Universidad de Granada (2017), <https://canal.ugr.es/noticia/profesor-la-ugr-motiva-alumnos-enfermeria-utilizando-una-habitacion-escapismo/>
- Ibáñez, M-B., Di-Serio, Á., Delago-Kloos, C. (2014). Gamification for Engaging Computer Science Students in Learning Activities: A Case Study. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7 (3), 291-301.
- Lavoué, E., Monterrat, B., Desmarais, M., George, S. (2018). Adaptive Gamification for Learning Environments. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, pp (pp), pp.
- 26 Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (2018)*