

09-009

USING GAMIFICATION TO DEVELOP STUDENTS' COMPETENCES IN MECHANICAL ENGINEERING DEGREE

Zamora-Polo, Francisco ⁽¹⁾; Sánchez-Martín, Jesús ⁽²⁾; Hipólito-Ojalvo, Francisco ⁽²⁾; Luque-Sendra, Amalia ⁽³⁾

⁽¹⁾ Universidad de Extremadura// Universidad de Sevilla, ⁽²⁾ Universidad de Extremadura, ⁽³⁾ Universidad de Sevilla

Gamification and Project Based Problem could be an interesting alternative to a traditional approach to university teaching. With these methodologies, motivation could be increased and students can develop both specific and professional competences more deeply.

In this paper, a gamification and project-based learning activity is analyzed. The activity consists of the design and construction of a balsa wood bridge. In the communication, the experience is described and the opinion of the students is analyzed using a questionnaire created for this purpose.

The results indicate that the students value the activity very positively and contribute possible improvements for future editions.

Keywords: *Gamification; Project Based Learning; Industrial Engineering; Competences; Technology Didactics*

UTILIZACIÓN DE LA GAMIFICACIÓN PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS TRANSVERSALES EN EL GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA

El uso de actividades con metodología activa como pueden ser el Aprendizaje Basado en Proyectos o la Gamificación puede ser una alternativa a un planteamiento tradicional de la docencia universitaria. Con estas alternativas se pretende mejorar el desarrollo de las competencias de los estudiantes (tanto transversales como específicas) a la par que se busca un aumento de la motivación de los mismos.

En este trabajo se pretende analizar una actividad de Gamificación y Aprendizaje Basado en Proyectos consistente en la construcción de un puente de madera de balsa. Para ello, la experiencia será descrita y analizada mediante un cuestionario creado al efecto.

Los resultados indican que los estudiantes valoran la actividad muy positivamente y aportan posibles mejoras para futuras ediciones.

Palabras clave: *Gamificación; Aprendizaje Basado en Proyectos; Ingeniería Industrial; Competencias; Didáctica de la tecnología*

Correspondencia: Francisco Zamora Polo fzamora@unex.es



©2019 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

La educación universitaria está sufriendo una transformación muy importante. Si tradicionalmente estaba basada en el desarrollo de contenidos y en la figura del docente; se está transformando en una enseñanza que pone en el centro al estudiante y está basada en el desarrollo de competencias (Zamora-Polo & Sánchez-Martín, 2015; Zamora-Polo, Sánchez-Martín, & Hipólito-Ojalvo, 2016). En este sentido, entendemos por competencias como la integración de conocimientos, habilidades y actitudes que pueden ser aplicados en un contexto particular (Mateos, Montanero, Gómez, & Salamanca, 2008). Existen numerosos trabajos en la bibliografía que reflexionan acerca de las competencias con las que deben contar los titulados universitarios (Sacks & Pikas, 2013; Uhm, Lee, & Jeon, 2017). En todo caso, existe un consenso generalizado en que en las diversas etapas educativas se debe propiciar un desarrollo integral de la persona. Ello implicará la consecución de competencias tanto específicamente relacionadas con la profesión (competencias específicas), como aquellas que estando ligadas con la profesión también lo están con el desarrollo de una ciudadanía crítica y comprometida (competencias transversales) (Zamora-Polo, Luque-Sendra, Sánchez-Martín, & Aguayo-González, 2019).

El actual momento de cambio al que se enfrenta la humanidad, principalmente propiciado por la globalización y por la irrupción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), está provocando un clima de desmotivación en los titulados universitarios, que ponen en cuestión la propia actividad docente universitaria. De hecho, existen estudios que afirman que muchos de ellos trabajarán en puestos de trabajo que actualmente no existen y por tanto se desconocen competencias que pueden ser necesarias. Por otro lado, los estudiantes que actualmente se encuentran en la universidad, como fiel reflejo de la sociedad en la que habitan, están hiperestimulados, cuentan con múltiples y diversos centros de interés, entre los cuales en muchas ocasiones no se encuentra la actividad del estudio. A todas estas circunstancias hay que sumarle la dificultad intrínseca que tienen muchas titulaciones y materias, en especial las titulaciones relacionadas con la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas (Borrego, Fernández, Blanes, & Robles, 2017). En este contexto, un ejercicio docente actualizado requiere atraer la atención de los estudiantes, mejorando su motivación y el interés en la asignatura.

Existen diversas estrategias para conseguir aumentar la motivación y el interés de la asignatura, y entre ellas podemos encontrar la Gamificación (Buckley & Doyle, 2014). Se define Gamificación como la utilización de elementos de juego en entornos que no están teóricamente relacionados con el juego (De-Marcos, Domínguez, Saenz-De-Navarrete, & Pagés, 2014). En un principio las técnicas de Gamificación fueron aplicadas a la gestión y el marketing, pronto pasaron al ámbito educativo y actualmente se trata de una de las metodologías emergentes que concitan el interés de un elevado número de investigadores (Sánchez-Martín, Cañada-Cañada, & Dávila-Acedo, 2017).

Por otro lado, existe una clara relación entre las emociones percibidas por los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje y los resultados obtenidos en la asignatura, e incluso con su ejercicio profesional futuro (Mellado et al., 2014; Novak & Wisdom, 2018).

Las actividades de Gamificación pueden contribuir al desarrollo de competencias y a crear un clima emocional positivo en las asignaturas del ámbito de la ingeniería. En este trabajo se pretende evaluar el desarrollo de una actividad de Gamificación realizada en la titulación del Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Extremadura. De forma específica se pretende conocer cuál es la autopercepción por parte de los estudiantes de las competencias desarrolladas en la actividad así como

las emociones experimentadas de cara a su evaluación y posible mejora en futuras ediciones.

2. Metodología

La actividad que se expone en la presente comunicación se desarrolló en la asignatura Mecánica de Medios Continuos. Esta materia está programada en el tercer semestre del Grado en Ingeniería Mecánica y tiene una duración 6 ECTS, 150 horas de trabajo del estudiante. Las características y competencias desarrolladas en la asignatura pueden ser consultadas en otro lugar (Zamora-Polo & Pérez-Álvarez, 2018).

La actividad consistió en el diseño y construcción de un puente con madera de balsa por parte de los estudiantes durante 2 sesiones (4 horas) de laboratorio. La actividad fue desarrollada en grupo formados por 4-5 estudiantes que debían cubrir una luz de 1m. Las cargas estarían situadas en forma puntual a 0,25m de cada uno de los apoyos, y el peso máximo del modelo fue de 0,350 kp. Únicamente se podía emplear para construirlo madera de balsa, hilo de pescar y corcho así como cola de carpintero para garantizar las uniones.

En la actividad los estudiantes debían entregar un documento en el que describieran y justificaran el diseño realizado, debían construir el modelo y acudir al ensayo del mismo. Los alumnos fueron evaluados conforme a la rúbrica que se puede consultar en la Tabla 1.

Tabla 1. Rúbrica de evaluación de la actividad

Pésimo	Suficiente	Bueno	Excelente
No se entrega un documento pdf explicando el modelo en SolidWorks o Inventor (0 puntos)	Se entrega un documento pdf en el que se indican los nombres de los estudiantes, una imagen del modelo tridimensional (1,5 puntos)	Se entrega un documento pdf en el que se indican los nombres de los estudiantes, una imagen del modelo tridimensional, las vistas de la maqueta (alzado, vista lateral y planta) (2 puntos)	Se entrega un documento pdf en el que se indican los nombres de los estudiantes, una imagen del modelo tridimensional, las vistas de la maqueta (alzado, vista lateral y planta) y una breve justificación del diseño (3 puntos)
No se construye el modelo (0 puntos)	El modelo se construye, pero no cumple la condición del peso o no se puede ensayar (2 puntos)	Se entrega un documento pdf en el que se indican los nombres de los estudiantes, una imagen del modelo tridimensional, las vistas de la maqueta (alzado, vista lateral y planta) (2,5 puntos)	Se presenta un modelo que puede ser ensayado y con peso inferior a 0,350 kp y supera la primera fase (6 puntos)
Entre los modelos que pasen la primera fase: Se repartirá 1 punto de la siguiente forma: 1º) 1 punto 2º) 0,9 puntos 3º) 0,8 puntos 4º) 0,6 puntos 5º) 0,4 puntos 6º) 0,2 puntos 7º) 0,1 punto			

Participaron en la actividad un total de 50 estudiantes, para evaluar la actividad se utilizó un cuestionario que puede ser consultado en la tabla 2.

Tabla 2. Encuesta desarrollada para la evaluación de la actividad

Núm. Preg.	Texto pregunta	Tipología
P1	Género	Categórica (M/F)
P2	Edad	Cuantitativa
P3	Estudios de procedencia (Bachillerato/Formación Profesional).	Categórica (Bachillerato/FP)
P4	Número de veces matriculado en la asignatura: 1ª vez/ 2ª vez/ 3ª vez o más.	Categórica (1ª vez, 2ª vez, 3ª y posteriores)
P5	Nota media aproximada del expediente.	Cuantitativa
<p>En las Preguntas P6-P32 indica el grado de acuerdo-desacuerdo con las siguientes afirmaciones teniendo en cuenta el siguiente grado de equivalencia (1 Nada de acuerdo-5 Totalmente de acuerdo).</p>		
P6	Creo que los conocimientos adquiridos en la práctica me permitirán adaptarme a nuevas situaciones profesionales.	Escala Likert (1-5)
P7	El desarrollo de la práctica me ha ayudado a desarrollar la competencia “Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico”.	Escala Likert (1-5)
P8	El desarrollo de la práctica me ha ayudado a desarrollar la competencia “Resolver y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Mecánica”.	Escala Likert (1-5)
P9	El desarrollo de la práctica me ha ayudado a desarrollar la competencia “Encontrar, analizar, criticar, relacionar, estructurar y sintetizar información científica y técnica proveniente de diversas fuentes”.	Escala Likert (1-5)
P10	El desarrollo de la práctica me ha ayudado a desarrollar la competencia “Tener motivación por la calidad y la mejora continua”.	Escala Likert (1-5)
P11	El desarrollo de la práctica me ha ayudado a desarrollar la competencia: “Ser capaz de comunicarme efectivamente en inglés”	Escala Likert (1-5)
P12	El desarrollo de la práctica me ha ayudado a desarrollar la competencia: “Tener una actitud ética y responsable de respeto a las personas y al medio ambiente”.	Escala Likert (1-5)

P13	El desarrollo de la práctica me ha ayudado a desarrollar la competencia “Ser capaz de integrarme rápidamente y trabajar eficientemente en equipos multidisciplinares asumiendo distintos roles y responsabilidades”.	Escala Likert (1-5)
P14	El desarrollo de la práctica me ha ayudado a desarrollar la competencia: “Ser capaz de trabajar con absoluto respeto a los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres”.	Escala Likert (1-5)
P15	El desarrollo de la práctica me ha ayudado a desarrollar la competencia: “Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas”.	Escala Likert (1-5)
P16	El desarrollo de la práctica me ha ayudado a desarrollar la competencia: “Razonamiento crítico”.	Escala Likert (1-5)
P17	El desarrollo de la práctica me ha ayudado a desarrollar la competencia: “Creatividad”.	Escala Likert (1-5)
P18	El desarrollo de la práctica me ha ayudado a desarrollar competencias específicas de la asignatura.	Escala Likert (1-5)
P19	El desarrollo de la práctica me ha ayudado a comprender el fenómeno de pandeo.	Escala Likert (1-5)
P20	El desarrollo de la práctica me ha ayudado a comprender el cálculo de esfuerzos.	Escala Likert (1-5)
P21	El desarrollo de la práctica me ha ayudado a comprender las tensiones que se producen con cada uno de los esfuerzos.	Escala Likert (1-5)
P22	En el desarrollo de la práctica he experimentado nerviosismo.	Escala Likert (1-5)
P23	En el desarrollo de la práctica he experimentado preocupación.	Escala Likert (1-5)
P24	En el desarrollo de la práctica he experimentado aburrimiento.	Escala Likert (1-5)
P25	En el desarrollo de la práctica he experimentado miedo.	Escala Likert (1-5)
P26	En el desarrollo de la práctica he experimentado desesperación.	Escala Likert (1-5)
P27	En el desarrollo de la práctica he experimentado entusiasmo.	Escala Likert (1-5)
P28	En el desarrollo de la práctica he experimentado tranquilidad	Escala Likert (1-5)
P29	En el desarrollo de la práctica he experimentado confianza.	Escala Likert (1-5)

P30	En el desarrollo de la práctica he experimentado felicidad.	Escala Likert (1-5)
P31	En el desarrollo de la práctica he experimentado sorpresa.	Escala Likert (1-5)
P32	Indicar el número de horas que has necesitado para el desarrollo del modelo estructural (0-150 h).	Cuantitativa

En esta ocasión el cuestionario fue aplicado en formato papel. Una gran parte de los trabajos publicados en la bibliografía se realizan en formato online utilizando distintas herramientas informáticas como por ejemplo Google Form (Ortega-Sánchez, Gómez-Trigueros, 2019). No obstante nuestra experiencia previa es que los estudiantes no siempre contestan a este tipo de cuestionario. En este sentido la utilización de un cuestionario en papel tras el desarrollo de la actividad puede conseguir un número mayor de respuestas.

En el desarrollo del estudio se recabó el consentimiento informado de los estudiantes, y finalmente respondieron 37 estudiantes lo que supone un 74% de la población. La mayor parte de la muestra estaba constituida por estudiantes de género masculino (32) y el intervalo de edades comprendía entre los 20 y los 30 años con una media de 22 años. La mayoría de los estudiantes proceden de bachillerato, y la nota media de los estudiantes se encuentra en 6,5 puntos.

Para el análisis de los resultados se ha utilizado la herramienta informática SPSS (SPSS, 2015).

3. Resultados y discusión

Las preguntas P6-P21 abordan el desarrollo de competencias de carácter transversal (P6-P17) y de carácter específico (P18-P21) que los estudiantes consideran haber desarrollado a lo largo de la actividad. Por otro lado, las preguntas P22-P31 intentan vislumbrar si los estudiantes han experimentado emociones negativas (P22-P26) o positivas (P27-P31). En primer lugar se analizó si los resultados obtenidos muestran algún tipo de correlación entre las preguntas que abordan las competencias de carácter transversal, específico, las emociones positivas y las emociones negativas. Para ello se recurrió al cálculo del estadístico α de Cronbach. Estudios previos indican que un coeficiente elevado α (mayor que 0,8), indica que existe una cierta relación entre las preguntas pudiendo formar parte del mismo constructo (Lai, Hsiao, & Hsieh, 2018; Peterson, 1994). Los resultados obtenidos para cada uno de los constructos son mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3. Coeficientes alpha de Cronbach para los diversos constructos

Constructo	Preguntas	α de Cronbach
Competencias transversales	P6-P17	0,865
Competencias específicas	P18-P21	0,816
Emociones negativas	P22-P26	0,739
Emociones positivas	P27-P31	0,68

De los resultados mostrados en la tabla anterior se puede extraer que existe una cierta coherencia interna en los constructos relacionados con las competencias, no pudiendo

acreditar esta coherencia en los constructos relacionados con las emociones. Estos resultados nos llevan a crear una nueva variable constituida por la media de las puntuaciones que los estudiantes dan a cada una de las competencias transversales y a las competencias específicas.

La tabla 4 muestra la media y desviación típica de los resultados correspondientes a las competencias transversales.

Tabla 4. Autoevaluación de competencias transversales

Pregunta	Media	Desviación típica	Pregunta	Media	Desviación típica
P6	3,7838	1,00375	P12	3,1351	1,22842
P7	4,0000	,94281	P13	3,9189	1,16377
P8	3,8378	1,04119	P14	3,8378	1,40463
P9	3,6216	,92350	P15	2,9459	1,20060
P10	4,3243	,97337	P16	3,6757	,85160
P11	1,6389	1,01848	P17	4,0541	,97028

Como se puede observar en los resultados anteriores los estudiantes valoran muy positivamente el desarrollo de las competencias transversales, la mayor parte de las competencias obtienen una puntuación promedio superior a 3 (10 competencias). Las competencias que son valoradas con una mayor puntuación se corresponden con las preguntas P10 (4,32), P17 (4,05) y P7 (4,0) relacionadas con la calidad, el desarrollo de la creatividad y la resolución de problemas. En el lado contrario, las competencias que obtienen una menor puntuación se corresponden con las preguntas P11 y P15, capacidad para comunicarse efectivamente en inglés y capacidad para valorar el impacto social y medioambiental de las acciones. Las competencias aquí analizadas se corresponden con las competencias transversales del título de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Extremadura (UEX, 2013). Las competencias transversales son tremendamente valoradas tanto desde el punto de vista laboral (Olmedo-Torre, Martínez, Perez-Poch, & García, 2018), como por las agencias de acreditación o las asociaciones profesionales (ENAAE, 2015; IPMA, 2015). Los resultados aquí mostrados indican que este tipo de actividades constituyen una estrategia muy interesante para el desarrollo de las competencias transversales.

Centrándonos en el desarrollo de las competencias específicas, la tabla 5 muestra los resultados de la media y la desviación típica de las preguntas asociadas con estas competencias.

Tabla 5. Autoevaluación de competencias específicas

Pregunta	Media	Desviación típica
P18	3,7838	1,10893
P19	3,7027	1,02374
P20	3,9459	1,02594
P21	4,0270	,89711

Como se puede extraer de los resultados, los estudiantes consideran que la actividad desarrollada les ha permitido comprender mejor la asignatura. En todos los casos la puntuación es bastante alta, siendo las competencias más valoradas el cálculo de esfuerzos y las tensiones asociadas a los esfuerzos. Estos resultados sin duda son muy interesantes ya que según la experiencia de los autores de la comunicación estas dos cuestiones suelen resultar muy difíciles para los estudiantes.

Cabría preguntarse si existen diferencias significativas entre las medias de las variables constituidas por la media de las competencias transversales y las competencias específicas. Tras calcular cada una de las variables se comprobó la normalidad de ambas variables, la tabla 6 muestra los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk que es la que se debe usar debido al tamaño de la muestra ($n < 50$). De los resultados mostrados en la tabla se puede deducir que existen evidencias de que la variable competencias específicas no siga una distribución normal. Es por ello por lo que no se pueden realizar contrastes de hipótesis entre las muestras de las variables.

Tabla 6. Resultados del contraste de hipótesis para población normal

Variable	Estadístico	Grados de libertad	Significancia
CT	,965	37	,296
CE	,921	37	,012

En lo referente al apartado emocional La tabla 7 recoge el valor promedio y las varianzas por cada una de las emociones

Tabla 7. Valores promedios de la puntuación otorgada por los estudiantes a cada una de las emociones

Pregunta	Emoción	Media	Desviación típica
P22	Nerviosismo	2,7297	1,36725
P23	Preocupación	2,7027	1,37163
P24	Aburrimiento	1,2703	,65186
P25	Miedo	1,4324	,72803
P26	Desesperación	1,7027	,96796
P27	Entusiasmo	4,0000	,91287
P28	Tranquilidad	3,0541	1,02594
P29	Confianza	3,3243	,81833
P30	Felicidad	3,6757	1,10690
P31	Sorpresa	3,7568	1,29969

Los resultados mostrados en la tabla anterior, muestran un rendimiento emocional muy positivo. Los estudiantes puntúan de forma muy favorable las emociones positivas mostrando una elevada puntuación emociones como el entusiasmo y la sorpresa. Por

el contrario, las emociones negativas como el aburrimiento o el miedo tienen un valor muy bajo. Estos resultados son muy relevantes, en ocasiones cuando los estudiantes se enfrentan a asignaturas con un elevado grado de dificultad, las emociones negativas predominan sobre las positivas (Novak & Wisdom, 2018). De esta forma, los resultados parecen indicar que este tipo de actividad podrían invertir las emociones tradicionalmente experimentadas en los estudiantes de ingeniería. Resultados similares, han sido obtenidos en otras metodologías innovadoras como la clase invertida (Jeong et al., 2018).

Finalmente en la pregunta 32 se preguntaba por el número de horas que los estudiantes manifiestan haber dedicado al desarrollo de la actividad. De los resultados obtenidos, se deduce que los estudiantes han dedicado en término medio 10 horas, estando el intervalo de respuestas entre las 5 y las 30 horas. Se puede concluir que la actividad está correctamente diseñada, la asignatura tiene una duración de 150 horas de trabajo del estudiante, teniendo en cuenta que según el plan docente de la asignatura existen 55,5 horas de contacto directo entre el profesor y el estudiante, a las 4 horas de laboratorio le corresponderían 10,8 horas de trabajo total del estudiante. Sin duda la evaluación de la carga docente de una asignatura resulta muy importante de cara a no sobrecargar al estudiante (Román-Suero, Sánchez-Martín, & Zamora-Polo, 2013) y a una correcta planificación del proceso de enseñanza aprendizaje.

5. Conclusiones

En el presente trabajo se ha analizado una experiencia de Gamificación desarrollada en el contexto de una asignatura del Grado en Ingeniería Mecánica en la Universidad de Extremadura.

De los resultados obtenidos en la encuesta en la que los estudiantes realizan una autoevaluación de las competencias desarrolladas en la actividad se puede inferir que se han trabajado tanto las competencias específicas como las competencias transversales. Los universitarios manifiestan haber conseguido competencias en ámbitos tales como la calidad, la creatividad y la solución de problemas en la ingeniería. También manifiestan haber desarrollado competencias específicas como una mejor comprensión de los esfuerzos y de las tensiones asociadas a cada uno de los esfuerzos.

En el ámbito emocional, los estudiantes manifiestan haber experimentado fundamentalmente emociones positivas, obteniendo una menor puntuación las emociones negativas.

En lo referente a la carga de trabajo de los estudiantes, estos no se manifiestan sobrecargados estimando que el tiempo que le han dedicado a la actividad ha sido muy similar al tiempo que inicialmente fue planificado.

El trabajo fue desarrollado en equipo, y este aspecto no ha sido específicamente abordado en el trabajo. De cara a futuras investigaciones sería interesante analizar de qué forma los estudiantes perciben que ha contribuido la actividad en esta competencia tan valorada por los empleadores.

Referencias

- Borrego, C., Fernández, C., Blanes, I., & Robles, S. (2017). Room escape at class: Escape games activities to facilitate the motivation and learning in computer science. *Journal of Technology and Science Education; Vol 7, No 2 (2017): 9th International Conference on University Teaching and Innovation (CIDUI): Learning and Teaching Innovation Impacts. DOI: 10.3926/Jotse.247.*
- Buckley, P., & Doyle, E. (2014). Gamification and student motivation. *Interactive Learning Environments, 24(6)*, 1162–1175.

DOI:10.1080/10494820.2014.964263

- De-Marcos, L., Domínguez, A., Saenz-De-Navarrete, J., & Pagés, C. (2014). An empirical study comparing gamification and social networking on e-learning. *Computers & Education*, 75, 82–91. DOI:10.1016/j.compedu.2014.01.012
- ENAAE. (2015). *EUR-ACE® Framework standards and guidelines*. Obtenido de: <http://www.enaee.eu/wp-assets-enaee/uploads/2017/11/EAFSG-Doc-Full-status-8-Sept-15-on-web-fm.pdf>
- IPMA. (2015). *Individual Competence Baseline for Project, Programme & Portfolio Management. Version 4.0. International Project Management Association*. DOI:10.1002/ejoc.201200111
- Jeong, J., Cañada-Cañada, F., González-Gómez, D., Jeong, J. S., Cañada-Cañada, F., & González-Gómez, D. (2018). The Study of Flipped-Classroom for Pre-Service Science Teachers. *Education Sciences*, 8(4), 163. DOI:10.3390/educsci8040163
- Lai, H.-M., Hsiao, Y.-L., & Hsieh, P.-J. (2018). The role of motivation, ability, and opportunity in university teachers' continuance use intention for flipped teaching. *Computers & Education*, 124, 37–50. DOI:10.1016/J.COMPEDU.2018.05.013
- Mateos, V. L., Montanero, M., Gómez, V., & Salamanca, S. (2008). *Diseño e implantación de Títulos de grados en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Ediciones Narcea.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Bermejo, M. L. (2014). Emotions in science teaching | Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(3), 11–36. DOI:10.5565/rev/ensciencias.1478
- Novak, E., & Wisdom, S. (2018). Effects of 3D Printing Project-based Learning on Preservice Elementary Teachers' Science Attitudes, Science Content Knowledge, and Anxiety About Teaching Science. *Journal of Science Education and Technology*, 27(5), 412–432. DOI:10.1007/s10956-018-9733-5
- Olmedo-Torre, N., Martínez, M. M., Perez-Poch, A., & García, B. A. (2018). Perception of the acquisition of generic competences in engineering degrees. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(2), 495–506. DOI:10.1007/s10798-016-9390-z
- Ortega-Sánchez, D., Gómez-Trigueros, I. (2019). Massive Open Online Courses in the Initial Training of Social Science Teachers: Experiences, Methodological Conceptions, and Technological Use for Sustainable Development. *Sustainability*, 11(3), 578. DOI:10.3390/su11030578
- Peterson, R. A. (1994). A Meta-Analysis of Cronbach's Coefficient Alpha. *Journal of Consumer Research*. DOI:10.1086/209405
- Román-Suero, S., Sánchez-Martín, J., & Zamora-Polo, F. (2013). Opportunities given by final degree dissertations inside the EHEA to enhance ethical learning in technical education. *European Journal of Engineering Education*, 38(2), 149–158. DOI:10.1080/03043797.2012.755498
- Sacks, R., & Pikas, E. (2013). Building Information Modeling Education for Construction Engineering and Management. I: Industry Requirements, State of the Art, and Gap Analysis. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(11), 04013016. DOI:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000759
- Sánchez-Martín, J., Cañada-Cañada, F., & Dávila-Acedo, M. A. (2017). Just a game? Gamifying a general science class at university: Collaborative and competitive work implications. *Thinking Skills and Creativity*, 26, 51–59. DOI: 10.1016/J.TSC.2017.05.003
- SPSS. (2015). *SPSS 23.0. Developer's guide*. Chicago, Illinois (USA).
- UEX. (2013). Memoria de verificación del Grado de Ingeniería Mecánica. Obtenido de: <https://www.unex.es/organizacion/gobierno/vicerrectorados/vicecal/archivos/fich>

eros/informacion-titulos/eii/plan0818/memoriaplan.pdf

- Uhm, M., Lee, G., & Jeon, B. (2017). An analysis of BIM jobs and competencies based on the use of terms in the industry. *Automation in Construction*, 81, 67–98. DOI:10.1016/J.AUTCON.2017.06.002
- Zamora-Polo, F., Luque-Sendra, A., Sánchez-Martín, J., & Aguayo-González, F. (2019). Conceptual Framework for the Use of Building Information Modeling in Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*, 35(3), 1–12.
- Zamora-Polo, F., & Pérez-Álvarez, E. (2018). Plan docente de la asignatura Mecánica de Medios Continuos. Obtenido el 8 de Abril de 2019, desde <https://drive.google.com/drive/folders/1ZxN2V8nMW59F48KChwSMwPdyvm4DPfxL>
- Zamora-Polo, F., & Sánchez-Martín, J. (2015). Analysis of the implementation of the Master in Industrial Engineering in Spain. From what must an engineer know? *Dyna (Spain)*, 90(2).
- Zamora-Polo, F., Sánchez-Martín, J., & Hipólito-Ojalvo, F. (2016). Using moral dilemma for ethical skills development in engineering degrees. Application to mechanical engineering. *Dyna Ingeniería e Industria*, 91, 495–479. DOI:10.6036/7822