



Experiencia de aprendizaje basado en proyectos para estimular el aprendizaje significativo y la implicación de estudiantes de ingeniería

Project-based learning experience to stimulate meaningful learning and engagement of engineering students

Beatriz Rey ^a y José Manuel Navarro Jover ^b

^a Universitat Politècnica de València. Dpto. de ingeniería gráfica. beareyso@dig.upv.es 

^b Universitat Politècnica de València. Dpto. de ingeniería gráfica. jnavar@dig.upv.es 

How to cite: Beatriz Rey y José Manuel Navarro Jover. 2022. Experiencia de aprendizaje basado en proyectos para estimular el aprendizaje significativo y la implicación de estudiantes de ingeniería. En libro de actas: *VIII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 6 - 8 de julio de 2022.

<https://doi.org/10.4995/INRED2022.2022.15865>

Abstract

In university environments, it is increasingly necessary for students to work on different types of competencies that help them to propose novel solutions. This is the context of the present work. The goal is to implement an activity to promote student involvement, while incorporating work on transversal competences and sustainable development objectives. The learning activity has been carried out in the Graphic Techniques in Biomedical Engineering subject. Students have designed, using 3D modeling tools, a game for the cognitive rehabilitation of acquired brain injury patients. Their work was accompanied by a short video showing its operation and a written report. Some works were selected by the students for 3D printing. With the activity, it has been possible to evaluate and work on specific competences of the subject, transversal competences such as design and project and effective communication, as well as SDGs related to health and sustainable production. The students have evaluated the experience and found it positive, both in terms of overall satisfaction and motivation, as well as for allowing them to apply the theoretical knowledge worked on during the subject in a practical context.

Keywords: *active methodologies, transversal competences, 3D printing, 3D modelling, ODS, motivation*

Resumen

En los entornos universitarios es cada vez más necesario que los estudiantes trabajen distintos tipos de competencias que les ayuden a proponer soluciones novedosas. En ese contexto se enmarca el presente trabajo. El objetivo es implementar una actividad para promover la implicación de los estudiantes, a la vez que se incorpora el trabajo de competencias transversales y de objetivos de desarrollo sostenible. La actividad de aprendizaje se ha realizado en la asignatura Técnicas Gráficas en Ingeniería Biomédica. Ha

Experiencia de aprendizaje basado en proyectos para estimular el aprendizaje significativo y la implicación de estudiantes de ingeniería

consistido en el diseño, mediante modelado de sólidos en 3D, de un juego enfocado a ser utilizado en la rehabilitación cognitiva de pacientes con daño cerebral. La entrega ha ido acompañada de un vídeo corto mostrando su funcionamiento y de un informe escrito. Los trabajos seleccionados por el alumnado han sido impresos en 3D. Con la actividad, ha sido posible evaluar y trabajar competencias específicas de la asignatura, competencias transversales como diseño y proyecto y comunicación efectiva, así como ODS relacionados con salud y producción sostenible. La valoración de la experiencia por parte de los y las estudiantes ha sido positiva, tanto en satisfacción general y motivación como por permitir la aplicación en un contexto práctico de los conocimientos teóricos trabajados en la asignatura.

Palabras clave: metodologías activas, competencias transversales, impresión 3D, modelado 3D, ODS, implicación

1. Introducción

Las metodologías activas (Prince, 2004) están transformando la manera en la que se afronta la docencia en las universidades. En este tipo de metodologías, el estudiante realiza actividades de aprendizaje significativas y reflexiona sobre lo que está haciendo (Bonwell & Eison, 1991), en contraposición a las metodologías tradicionales donde los estudiantes se limitan a recibir de forma pasiva la información que les transmite el profesorado. El Proceso de Bolonia (Salaburu et al., 2011) contribuyó a difundir estas metodologías fomentando modelos de aprendizaje centrados en el alumnado que les permitieran estar más activos y cercanos a las aplicaciones reales. La implicación del estudiante en el proceso de aprendizaje es uno de los factores necesarios para el éxito de este tipo de metodologías.

Por otra parte, en los años recientes se ha observado también que se están demandando nuevos conocimientos y habilidades en las áreas tecnológicas (Petroni, 2019). Además de las competencias propias de su campo, se hace necesario que los estudiantes trabajen otro tipo de competencias que les permitan proponer soluciones novedosas en entornos cambiantes (Dias & Soares, 2018) y continuar su aprendizaje a lo largo de la vida. En este contexto se enmarcan las denominadas competencias transversales, habilidades genéricas que los estudiantes deben alcanzar a lo largo de sus estudios y que se trabajan en el marco de las distintas asignaturas que componen el plan de estudios de cada titulación. Aquí se pueden incluir habilidades como diseño y proyecto, trabajo en equipo y liderazgo, comunicación efectiva, pensamiento crítico, planificación y gestión del tiempo, entre otras.

Otro de los aspectos que se está empezando a trabajar en las titulaciones universitarias, aunque todavía de forma incipiente, son los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS). Estos 17 objetivos fueron definidos por Naciones Unidas en 2015 (United Nations, 2015) y constituyen un plan de acción para conseguir un futuro más sostenible. Las universidades tienen un papel relevante en el desarrollo de los ODS (Romero et al., 2020; Boni et al., 2016), pues son organismos que pueden actuar como promotores de un cambio social y de la consecución de políticas sostenibles (Christie et al., 2015). La educación y las instituciones educativas son actores fundamentales en el camino hacia la consecución de los ODS (Vladimirova & Le Blanc, 2016; Kioupi & Voulvoulis, 2019; García-González et al., 2020).

La generación de entornos formativos adecuados para el desarrollo de las competencias transversales y para fomentar el avance hacia los ODS conlleva el diseño de estrategias que se puedan integrar dentro de los actuales programas formativos, cuyas exigencias de contenido proporcionan poco margen de actuación para

el profesorado. Por ese motivo, cobra especial relevancia el diseño de actividades complejas (integradoras), que hagan uso de metodologías activas y que se enmarquen en los contenidos de las asignaturas. En este contexto, cobran especial interés las propuestas metodológicas basadas en recursos tecnológicos como la impresión 3D, que resultan especialmente motivadoras para los y las estudiantes, tal y como se ha recogido en algunos estudios (Rayón et al., 2015).

2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es implementar una actividad basada en recursos tecnológicos para aumentar el grado de implicación y el aprendizaje de calidad de los y las estudiantes con respecto a la metodología tradicional.

Objetivos específicos:

- Promover el desarrollo de las competencias transversales “diseño y proyecto”, “comunicación efectiva” y “trabajo en equipo” y evaluar su grado de adquisición.
- Trabajar los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) 3.4 y 12.a. y analizar el grado de concienciación sobre los mismos.

3. Desarrollo de la innovación

Este estudio se ha llevado a cabo con estudiantes de Técnicas Gráficas en Ingeniería Biomédica, asignatura troncal de primer curso y primer semestre, del grado en Ingeniería biomédica, que se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universitat Politècnica de València.

Hay matriculados 69 estudiantes, distribuidos en cuatro grupos de prácticas de laboratorio. En ellas, el alumnado pone en práctica los conocimientos adquiridos sobre dibujo normalizado, que consisten en la representación normalizada de piezas utilizando el sistema diédrico. Para ello, son dos las herramientas que utilizan y ponen en práctica, de manera paralela durante el curso:

- Dibujo a mano con útiles tradicionales (escuadra, cartabón, regla, compás, ...)
- Dibujo asistido por ordenador (DAO)

La actividad de aprendizaje se ha planteado hacia el final de curso, como culminación de las prácticas de DAO en 3D. También sirve como instrumento para evaluar las competencias transversales “diseño y proyecto” y “comunicación efectiva”.

Hasta el momento presente, el alumnado realizaba una actividad de trabajo en 3D guiada, donde simplemente tenían que reproducir el modelo que se les proporcionaba. La actividad que se ha propuesto mejora lo anterior, ya que los y las estudiantes tienen libertad para elegir el objeto que van a diseñar y llevan a cabo todo el proceso de diseño. La actividad ha consistido en el diseño de algún objeto/s del tipo rompecabezas, juegos, laberintos, puzles..., mediante modelado de sólidos en 3D con el software AutoCAD, enfocado a ser utilizado en la rehabilitación cognitiva de pacientes con daño cerebral. Se ha elegido esta actividad por su relación con la titulación y porque permite trabajar indirectamente el ODS 3.4. Como consecuencia de traumatismos o accidentes cardiovasculares principalmente, estos pacientes tienen un déficit cognitivo que afecta a la realización de tareas en su vida diaria. La rehabilitación cognitiva incluye distintos métodos de entrenamiento para mejorar este déficit. Entre estas tareas, la concentración puede ser trabajada mediante la realización de puzles con las manos.

La actividad se ha desarrollado en grupos de 3-4 estudiantes. La entrega consiste en subir en la plataforma educativa de la UPV (PoliformaT):

- los archivos con el modelo 3D (tantos archivos como piezas contenga el objeto, así como también un archivo con el objeto montado).
- un video de 30 a 60 segundos de duración grabado en el ordenador, mostrando el funcionamiento, el montaje y la finalidad del objeto diseñado.
- un informe escrito (entre 200 – 500 palabras) con distintos apartados explicando el objeto diseñado, instrucciones, montaje, características, y describiendo el desarrollo del trabajo (formación de grupos, reparto de tareas, planificación, ...). También incluye una justificación de la elección de la solución adoptada y del contexto de aplicación.

Los videos de todos los trabajos estuvieron expuestos en la plataforma para ser votados por los propios estudiantes a través de un cuestionario elaborado en la misma plataforma. Los dos trabajos ganadores han sido impresos en 3D y mostrados al alumnado. El uso de impresión 3D contribuye a concienciar sobre la importancia de modalidades de producción y consumo más sostenibles, en línea con el ODS 12.a, ya que se trata de un modo de producción que reduce el consumo de energía y el desperdicio de materiales, y es más accesible, reduciendo en muchas ocasiones los desplazamientos.

Para la evaluación de los trabajos se han utilizado tres rúbricas, cada una de ellas para los apartados siguientes:

- Evaluación de las competencias específicas de la asignatura
- Evaluación de la competencia transversal “diseño y proyecto”. En esta rúbrica se evalúan distintos apartados: justificación razonada de la necesidad y utilidad del proyecto, propuesta de acciones necesarias, asignación de responsables y plazos en cada tarea, y desarrollo de las acciones.
- Evaluación de la competencia transversal “comunicación efectiva”. Evalúa los siguientes aspectos: transmisión de información relevante, coherencia en la estructura de la exposición, corrección gramatical, semántica y ortográfica en el lenguaje.

Al finalizar la actividad, se pasó un cuestionario para evaluar su percepción de la experiencia.

Por último, en el marco del grupo GIIMA (Grupo de Innovación e Investigación en Metodologías Activas) de la UPV, del que forman parte los autores de este trabajo, también se pasó al alumnado un cuestionario sobre su percepción del trabajo en sus asignaturas de los ODS. En relación con la asignatura objeto de este trabajo se consideraron los ODS:

- 3.4 De aquí a 2030, reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles mediante su prevención y tratamiento, y promover la salud mental y el bienestar
- 12.a Ayudar a los países en desarrollo a fortalecer su capacidad científica y tecnológica para avanzar hacia modalidades de consumo y producción más sostenibles

4. Resultados

Se han recogido un total de 21 trabajos (uno por grupo de estudiantes), con sus correspondientes videos explicativos. Todos ellos han obtenido buenas calificaciones, las cuales se muestran en la tabla 1 junto con la evaluación en competencias transversales.

Tabla 1. Calificaciones de los trabajos y valoración de las competencias transversales trabajadas.

	Calificación
Competencia específica	87 % excelente; 13 % notable
Diseño y proyecto	33 % excelente; 40 % adecuado; 27 % en desarrollo
Comunicación efectiva	16 % excelente; 61 % adecuado; 23 % en desarrollo

En las figuras 1 y 2 se muestran, a modo de ejemplo, los dos trabajos que obtuvieron el primer y segundo puesto respectivamente en la votación efectuada por todo el alumnado. El primero consiste en un tablero con una serie de hendiduras cuadradas (16), acompañado de un número igual de cubos. Tanto las hendiduras del tablero como las caras de los cubos cuentan con un conjunto de puntos sobresalientes o entrantes formando patrones. De esta manera se logra que cada cubo encaje solamente en una hendidura. El objetivo del juego es conseguir encajar todos los cubos dentro del tablero siguiendo los patrones y comprobando si los puntos son salientes o entrantes.

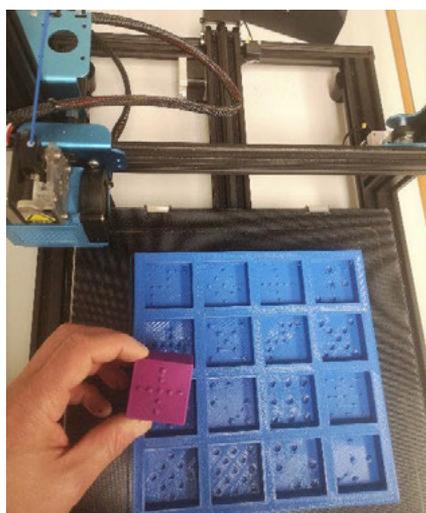
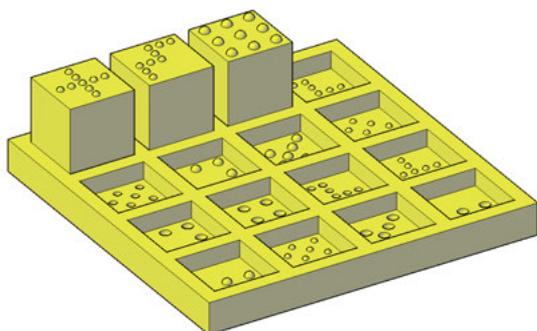


Fig. 1 Trabajo más votado por el alumnado.

Y el segundo consiste en una caja cúbica dividida en distintas piezas, de forma que el paciente ha de ser capaz de encajarlas todas de manera correcta para obtener la caja mencionada. No obstante, no es un simple cubo con seis caras iguales, sino que cada una de estas consta de un hueco con una forma determinada: pentágono, hexágono, círculo, triángulo, cuadrado y flor. Por lo tanto, el paciente deberá encajar las distintas piezas del cubo para que en cada cara queden formados los huecos con las formas de las figuras. Una vez la caja esté completamente formada, el paciente podrá introducir en cada cara la pieza correspondiente (con las formas indicadas anteriormente).

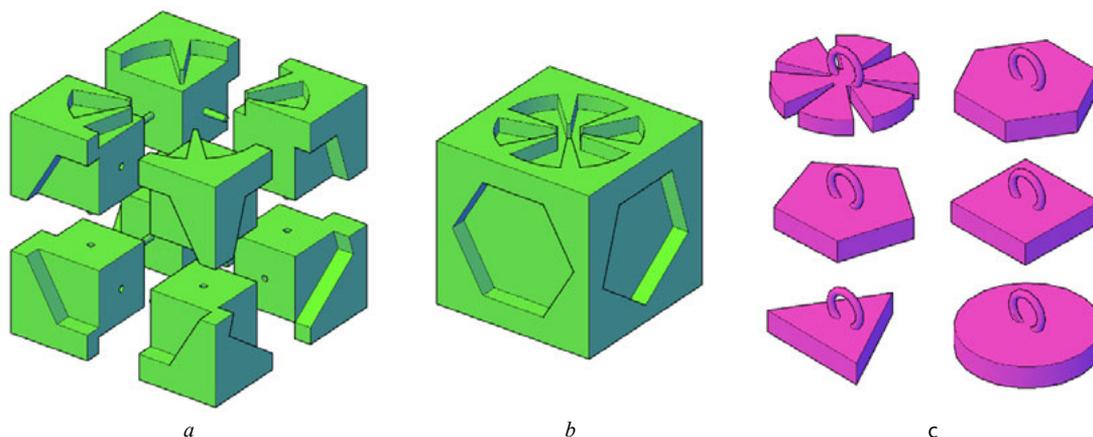


Fig. 2. Segundo trabajo más votado: a) piezas para formar el cubo; b) cubo formado; c) figuras para encajar en cada cara del cubo

Los resultados del cuestionario (figura 3) muestran que los y las estudiantes han acogido en general la experiencia de forma positiva. El 90 % están de acuerdo o totalmente de acuerdo en que el trabajo les ha permitido aplicar el diseño 3D en la ingeniería biomédica en un contexto práctico, y al 70 % les ha permitido desarrollar su capacidad de trabajo en equipo. El 85 % del alumnado considera que ha contribuido a fomentar su nivel de implicación/motivación en la asignatura. Por último, el 95% se muestra satisfecho con la realización de esta actividad.

A través de las preguntas de respuesta abierta, aparte de la satisfacción general, los y las estudiantes han destacado el hecho de haber aplicado los conocimientos aprendidos en clase en una situación práctica, al poder tener en sus propias manos el producto diseñado, lo que les ha resultado interesante y útil. También destacan el haber desarrollado competencias como “diseño y proyecto”, “trabajo en equipo”, y “comunicación efectiva”.

Como aspectos a mejorar, el alumnado señala que les hubiera gustado tener más tiempo para hacerlo.

En cuanto al cuestionario acerca del trabajo de los ODS, el 76 % de los y las estudiantes han tomado conciencia y han percibido que se ha trabajado el ODS 3 en la asignatura. En cuanto al ODS 12, solo el 32 % muestran conciencia de haberlo trabajado.

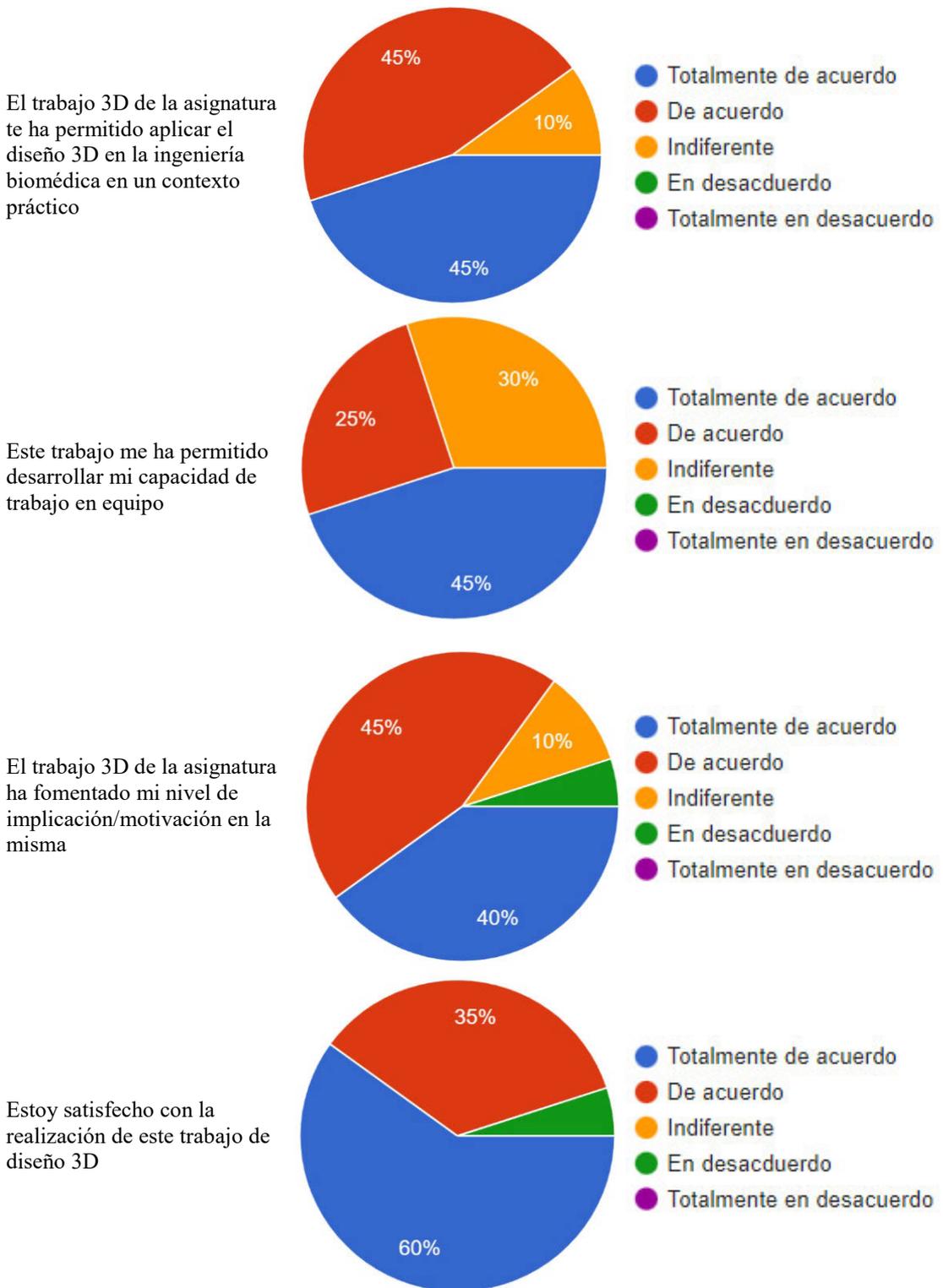


Fig. 3. Resultados del cuestionario sobre la actividad de diseño 3D

5. Conclusiones

Los trabajos han cubierto las expectativas de calidad esperadas en cuanto a calificaciones y rendimiento académico. La valoración de la experiencia por parte del alumnado ha sido positiva, tanto en satisfacción general y motivación personal como en cuanto a la aplicación en un contexto práctico, relacionado con su titulación, de los conocimientos teóricos trabajados en la asignatura.

Uno de los aspectos que consideran mejorables es el tiempo disponible para la realización de la tarea. El trabajo se encargó al final de la asignatura debido a que es cuando se ha trabajado la parte de modelado 3D con CAD. Como mejora para años siguientes, la tarea comenzará con mayor antelación para que empiecen a plantear propuestas (mediante bocetos) y planifiquen mejor el trabajo.

Con esta actividad, se ha medido el grado de adquisición de las competencias transversales “diseño y proyecto” y “comunicación efectiva”, que son las que se trabajan y evalúan en esta asignatura según la planificación de la Escuela. Para evaluar la competencia transversal “comunicación efectiva” se ha adaptado una rúbrica suministrada por la UPV y para la competencia transversal “diseño y proyecto” se ha utilizado la rúbrica genérica. Como trabajo futuro, se adaptará también esta rúbrica a las características propias de la asignatura y el trabajo.

Los y las estudiantes han percibido que se ha trabajado el ODS3.4 en el ámbito de salud, si bien un menor porcentaje han percibido haber trabajado el ODS12.a, relacionado con modalidades de consumo y producción más sostenibles. Esto puede ser debido a que en el momento en que respondieron la encuesta, todavía no se había realizado la impresión 3D de los objetos diseñados.

Globalmente, consideramos que la actividad ha servido para el objeto planteado de promover la implicación y el aprendizaje de calidad de los y las estudiantes. Aparte de la satisfacción general por parte del alumnado ya comentada, el profesorado ha percibido una mayor implicación en la realización de las tareas relacionadas, que también se ha reflejado en un mayor número y frecuencia de las reuniones de tutorías tanto individuales como grupales.

Por último, se está considerando la posibilidad de enmarcar esta actividad en proyectos interdisciplinarios con otras asignaturas dentro de la titulación.

6. Referencias

Boni, A., Lopez-Fogues, A. & Walker, M. (2016). Higher education and the post-2015 agenda: a contribution from the human development approach. *Journal of Global Ethics*, 12 (1), 17-28. <https://doi.org/10.1080/17449626.2016.1148757>

Bonwell, C.C. & Eison, J.A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom. ASHE-ERIC higher education report No 1*. Washington, D.C. : The George Washington University, School of Education and Human Development.

Christie, B.A., Miller, K.K., Cooke, R. & White, J.G. (2015). Environmental sustainability in higher education: What do academics think? *Environmental Education Research*. 21 (5), 665-686. <http://dx.doi.org/10.1080/13504622.2013.879697>

Dias, D. & Soares, D. (2018). Is portuguese higher education developing students capacities for innovation? The truth behind learning outcomes. *European Conference on Innovation and Entrepreneurship*. Portugal: Academic Conferences International Limited, 235-XIV.

- García-González, E., Jiménez-Fontana, R. & Azcárate, P. (2020). Education for Sustainability and the Sustainable Development Goals: Pre-Service Teachers' Perceptions and Knowledge. *Sustainability*, 12 (18), 7741. <https://doi.org/10.3390/su12187741>
- Kioupi, V. & Voulvoulis, N. (2019). "Education for Sustainable Development: A Systemic Framework for Connecting the SDGs to Educational Outcomes. *Sustainability*, 11 (21), 6104. <https://doi.org/10.3390/su11216104>
- Petrone, P. (2019). *The skills companies need most in 2019- and how to learn them*. LinkedIn Learning.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93 (3), 223-231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Rayón, E., Arrieta, M.P., Ferrándiz, S. & López, J. (2015). Desarrollo de metodología docente enfocada a alumnos de grado en Ingeniería de Diseño Industrial y del Producto. Generación de prototipos por modelado, escaneado e impresión 3D. Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red. Valencia, 30 junio – 1 julio 2015. <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2015.2015.1590>
- Romero, S., Aláez, M., Amo, D. & Fonseca, D. (2020). Systematic review of how engineering schools around the world are deploying the 2030 agenda. *Sustainability*, 12 (12), 1-24. <https://doi.org/10.3390/su12125035>
- Salaburu, P., Ginés Mora, J., & Haug, G. (2011). España y el proceso de Bolonia: un encuentro imprescindible. Academia Europea de Ciencias y Artes.
- United Nations (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. <https://sdgs.un.org/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development-17981>
- Vladimirova, K. & Le Blanc, D. (2016). Exploring Links Between Education and Sustainable Development Goals Through the Lens of UN Flagship Reports. *Sustainable Development*, 24 (4), 254-271. <https://doi.org/10.1002/sd.1626>