

Experiencias para la mejora del proceso de aprendizaje y la motivación de los estudiantes basadas en proyectos

Bellas Bouza, Francisco Javier¹; Fontenla Romero, Óscar²;
Becerra Permuy, José Antonio³

*¹Universidade da Coruña, Escuela Universitaria Politécnica,
ORCID: 0000-0001-6043-1468*

*²Universidade da Coruña, Escuela Universitaria Politécnica,
ORCID: 0000-0003-4203-8720*

*³Universidade da Coruña, Escuela Universitaria Politécnica,
ORCID: 0000-0002-3259-3416*

RESUMEN

El presente artículo presenta una experiencia de aplicación de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) a nivel de educación superior, con el objetivo de incrementar la motivación de los alumnos y mejorar su autoaprendizaje en una asignatura generalista de primer curso del Grado en Ingeniería Eléctrica de la Universidade da Coruña. En concreto, se planteó la incorporación de una nueva herramienta tecnológica: robots. La idea general es que los alumnos tengan que programar un dispositivo que actúa en el mundo real, es decir, fuera del entorno digital del ordenador, y que sea cercano a la especialidad de su titulación. Además de mostrar los resultados concretos obtenidos en esta experiencia durante dos cursos académicos, se analizan las repercusiones didácticas de una forma más global, y se plantean conclusiones y recomendaciones para otras asignaturas similares de otras titulaciones que pudiesen aplicar metodología ABP.

PALABRAS CLAVE: aprendizaje basado en proyectos, robótica educativa, motivación

CITA RECOMENDADA:

Bellas Bouza, Francisco Javier; Fontenla Romero, Óscar; Becerra Permy, José Antonio (2020): Experiencias para la mejora del proceso de aprendizaje y la motivación de los estudiantes basadas en proyectos. En De la Torre Fernández, E. (ed.) (2020). *Contextos universitarios transformadores: Boas prácticas no marco dos GID*. IV Xornadas de Innovación Docente. Cufie. Universidade da Coruña. A Coruña (págs. 83-96).

DOI capítulo: <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497756.083>

DOI libro: <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497756>

ABSTRACT

This article presents an experience of applying Project Based Learning (PBL) at a higher education level, with the aim of increasing student's motivation and improving their self-learning. PBL is applied in a generalist first year subject of the Degree in Electrical Engineering of the University of A Coruña. Specifically, the incorporation of a new technological tool, robots, was proposed with the aim of achieving a higher level of student motivation. The general idea is that students have to program a device that acts in the real world, that is, outside the digital environment of the computer, and that is close to the specialty of their degree. In addition to showing the specific results obtained in this experience during 2 academic years, the didactic repercussions are analyzed in a more global way, and conclusions and recommendations are proposed for other similar subjects of other degrees that could apply ABP methodology.

KEY WORDS: project-based learning, educational robotics, motivation

1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una metodología didáctica que forma parte de lo que se denomina “aprendizaje activo”, que se fundamenta en que los conceptos son adquiridos por el estudiante porque son necesarios para resolver un problema en el mundo real, con independencia de la disciplina. Este concepto se contrapone al “aprendizaje pasivo”, que se desenvuelve en las típicas metodologías de clase magistral y memorización de contenidos, donde no existe la componente práctica asociada al aprendizaje (Trujillo, 2016). En concreto, el ABP se inspira en la organización de los proyectos de ingeniería, en los cuales se lleva aplicando esta metodología a nivel laboral durante décadas.

Desde la perspectiva docente, el ABP ha sido aplicado en España en todos los niveles educativos, primaria, secundaria y educación superior, aunque su implantación es opcional. Los estudios más formales sobre su organización y sobre el análisis de los resultados obtenidos se han realizado en educación primaria y secundaria (Domenech, 2019) (Vergara, 2016) debido, fundamentalmente, a que su implantación fue más temprana (Torp, 1999). A nivel de educación superior, con la entrada del EEES en el año 2010, se puede encontrar también un amplio número de trabajos que exponen iniciativas de aplicación de ABP (Pina, 2015) (Taboada, 2010) (Toledo, 2018), casi todas ellas centradas en un campo específico y con un bajo grado de generalización de la experiencia a otras materias y disciplinas (Aarup, 2019).

El presente artículo se centra, asimismo, en una experiencia de aplicación de ABP a nivel de educación superior, pero donde el principal objetivo ha sido analizar los resultados obtenidos y las mejoras logradas con esta metodología, de modo que se puedan extraer conclusiones y recomendaciones para otras especialidades.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Las actividades realizadas se enmarcan en la materia denominada *Informática*, que se imparte en el primer curso del Grado en Ingeniería Eléctrica durante el primer cuatrimestre, y en el

grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática durante el segundo. Ambos grados se imparten en la Escuela Universitaria Politécnica (EUP) de la Universidad de A Coruña. Dada su temática, esta es una materia con una fuerte carga tecnológica, ya que los alumnos deben utilizar herramientas TIC, tanto en la parte teórica como en la práctica, como parte de su formación básica en la rama de Ingeniería. En la parte práctica de la materia, el núcleo principal de trabajo se centra en el aprendizaje de algoritmia mediante el lenguaje de programación C. Gran parte de este trabajo práctico se realiza en las salas de ordenadores del centro de manera presencial, pero también existen actividades que los alumnos deben realizar de forma autónoma.

En la experiencia realizada en esta materia se planteó la incorporación de una nueva herramienta tecnológica, los robots, con el objetivo de lograr un mayor nivel de motivación de los estudiantes. La idea general es que los alumnos tengan que programar un dispositivo que actúa en el mundo real, es decir, fuera del entorno digital del ordenador. Este dispositivo es clave en esta experiencia ABP, ya que la asignatura de Informática es una asignatura generalista de primer curso, por lo que lo que el introducir un elemento cercano a la especialidad que los alumnos tendrán al terminar el grado es su principal originalidad.

Con este planteamiento, se trataba de alcanzar los siguientes objetivos didácticos relacionados con las competencias propias de la materia:

- Profundizar en los aspectos de funcionamiento de los programas realizados, tales como rendimiento, robustez y fiabilidad. Para que el robot logre el objetivo y el funcionamiento exigido de forma continuada, los alumnos debían centrar su atención en aspectos menos tratados en la materia hasta el momento, pero muy relevantes para su formación.
- Aumentar su proactividad de cara a solucionar los problemas que surgen, porque pueden ver sencillamente el funcionamiento del robot en el mundo real y los errores que comete.

- Introducir a los alumnos en una temática de gran relevancia formativa para su futuro, como es la robótica, y cercana a su especialización como ingenieros de la rama industrial.
- Aumentar la motivación de los alumnos al utilizar un dispositivo de gran popularidad actual e interés para su futuro laboral.

Para poder realizar la actividad se adquirieron 12 robots del modelo mBot gracias a la aportación económica de la EUP. Este robot es uno de los más económicos del mercado y está basado en hardware y software libre. En la Figura 1 se muestra una imagen del robot empleado en la experiencia.



Figura 1. Robot (mBot) empleado en la experiencia.

De forma específica, la metodología aplicada para introducir esta actividad en la materia fue la misma en ambos cuatrimestres:

1. Realización de una sesión práctica de tipo presencial, de dos horas duración, que tenía por objetivo el de introducir al estudiante los conceptos fundamentales del uso del robot mBot y su programación.
2. Realización de una práctica de programación con el robot. Los alumnos se organizaron en parejas y debían realizar la práctica en un período máximo de 5

semanas. Para ello, debían solicitar los robots a los profesores de la asignatura y utilizarlos en la propia EUP, no siendo posible llevarlos fuera del centro.

3. Realización, al final del período de 5 semanas, de una defensa de la práctica delante de los profesores, explicando los objetivos logrados, que constituía la mayor parte de la evaluación de la práctica.

Realización de una competición entre los diferentes grupos, en la que aquel con un mejor rendimiento de su robot obtenía una puntuación extra en la evaluación de la práctica. Esta actividad se hizo de forma pública en la EUP, de forma que cualquiera otro alumno o profesor podía asistir a ella. Esta metodología permitía desarrollar competencias de relevancia en la ingeniería. Por un lado, la capacidad de trabajo en equipo a la hora de resolver un problema en el mundo real de ingeniería y, por otro, el trabajo autónomo del alumno, que debía pedir el robot a los profesores de la materia, programarlo fuera de las horas de clase y exponer las dudas para lograr el objetivo final. Además, la competición favorece la motivación de los alumnos al tener que mostrar públicamente su trabajo y compararlo con otros. Desde el punto de vista didáctico, con esta metodología pretendíamos lograr un menor número de plagios en los trabajos autónomos que se realizaban fuera del aula, ya que en cursos anteriores nos habíamos encontrado con un alto porcentaje de ayuda por parte de academias de formación, lo cual redundaba en entregas similares. El uso de dispositivos físicos que pueden diferir ligeramente entre unos y otros, unido a la imposibilidad de sacarlos fuera del centro, fue clave para lograr este objetivo.

A modo de ejemplo del tipo concreto de problema que debían resolver, en la Figura 2 se muestran los entornos de trabajo planteados en los cursos 2017/18 y 2018/19. En la imagen superior se puede apreciar un circuito creado con una línea oscura sobre un fondo blanco. El objetivo del programa a desarrollar era lograr que el robot, de forma totalmente autónoma, siguiese la línea oscura a la mayor velocidad posible, dando una vuelta completa. De cara a incrementar la dificultad del funcionamiento real, principal objetivo didáctico, en mitad del recorrido situábamos un obstáculo que el robot debía rodear para volver de nuevo a seguir la

línea. En la competición entre alumnos se valoraba el tiempo empleado en dar una vuelta completa y la robustez de la solución, es decir, el número de veces que se lograba el objetivo en 3 intentos consecutivos. En la imagen inferior de la Figura 2 se muestra otro de los entornos de trabajo utilizados. En este caso es un laberinto, y el objetivo del programa a realizar era lograr que el robot llegase al centro de este, con independencia del punto de origen. De nuevo, en la competición se valoró positivamente en la nota tanto el tiempo empleado en lograr el objetivo como el número de veces que se logró en 3 intentos consecutivos.



Figura 2. Entornos para la realización de la práctica con el robot.

Una vez terminada la actividad, los estudiantes realizaron una encuesta anónima para conseguir retroalimentación sobre la misma. El desarrollo de la actividad tuvo lugar durante los cursos 2017/18 y 2018/19, por lo que fue posible analizar también su evolución en función de

la retroalimentación proporcionada. Es importante aclarar que, durante el curso 2018/19, se realizaron ciertas mejoras en la actividad sobre el planteamiento original, algo habitual tras la realización de una experiencia piloto en ABP. En concreto, se realizó un seguimiento intermedio del avance de los alumnos, con el objetivo de que llevarsen a cabo un desarrollo constante en el tiempo y evitar la acumulación de tareas en fechas cercanas a la entrega del programa. Además, se realizaron mejoras técnicas en los robots para reducir el tiempo de ajuste de la solución por parte de los alumnos. Los resultados de estas encuestas se muestran y discuten en el siguiente apartado.

3. RESULTADOS

Para poder evaluar de forma objetiva los resultados de esta actividad, se hicieron unas encuestas que los alumnos respondieron al finalizar la misma durante los cursos 2017/18 y 2018/19. En la Figura 3, Figura 4, Figura 5 y Figura 6 se incluyen los resultados obtenidos en cada una de las preguntas de la encuesta, así como una comparativa entre las respuestas de ambos cursos académicos.

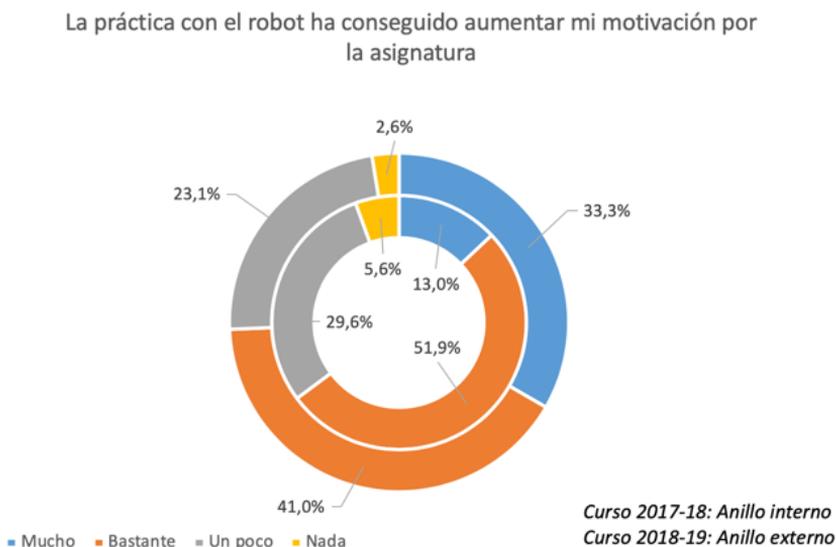


Figura 3. Pregunta 1 de la encuesta a los estudiantes.

La actividad planteada con el robot, ¿ha permitido mejorar el aprendizaje de los contenidos de la asignatura?:

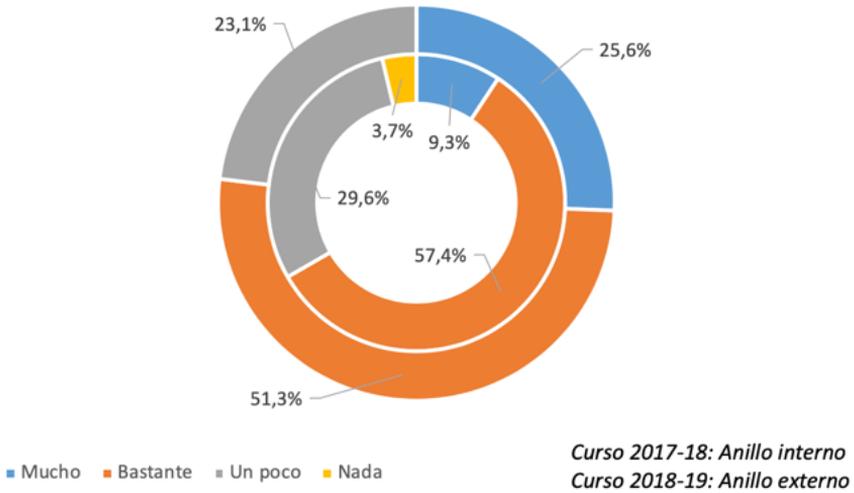


Figura 4. Pregunta 2 de la encuesta a los estudiantes.

El planteamiento de una tarea práctica con un robot ha incidido en que tu proceso de aprendizaje sea más activo:

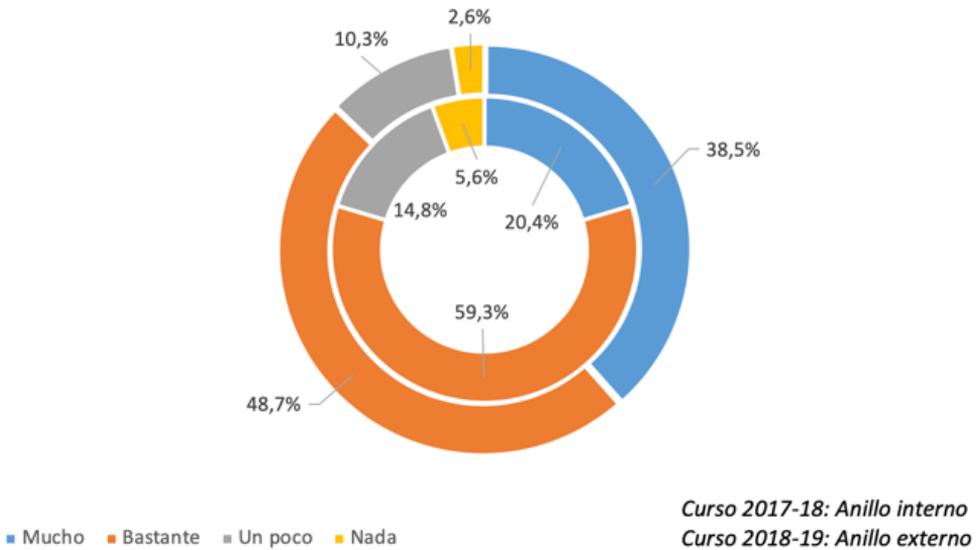


Figura 5. Pregunta 3 de la encuesta a los estudiantes.

Comparativamente con las actividades de otras asignaturas cómo de interesante te ha resultado esta actividad:

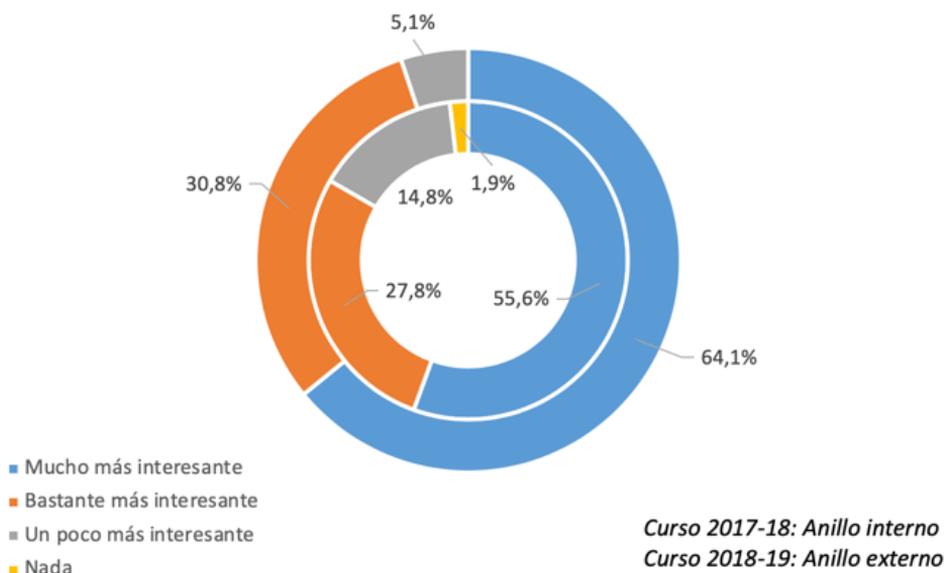


Figura 6. Pregunta 4 de la encuesta a los estudiantes.

Como se puede observar en la Figura 3, Figura 4, Figura 5 y Figura 6, la percepción de la actividad en el curso 2018/19 fue mejor que en el curso anterior, con lo que podemos concluir que las modificaciones realizadas redundaron en una mejora en la motivación de los alumnos de cara a la materia. Como hemos dicho anteriormente, este tipo de mejoras continuas son necesarias en una metodología ABP, sobre todo en los primeros cursos de su implantación, ya que es sumamente complicado predecir todos los problemas que se pueden encontrar los alumnos en un planteamiento de trabajo abierto como es este.

Analizando en detalle los resultados de la Figura 3, se puede observar que en ambos cursos académicos se consiguió mejorar en algún grado (poco, bastante o mucho) la motivación de los estudiantes, alcanzando a un 94,4% de los estudiantes en el curso 2017/18 y al 97,4% en el 2018/19. Además, se incrementó de forma significativa el porcentaje de estudiantes que manifestaron el incremento máximo de motivación (se corresponde con el valor “Mucho” en la encuesta), pasando de un 13% en el curso 2017/19 a un 33,3% en el 2018/19.

Por otro lado, el objetivo de disminuir los trabajos similares o plagiados también fue alcanzado. Para evaluar este objetivo se empleó una herramienta software que permite, de forma automática y objetiva, detectar similitudes en el código fuente de programas. La herramienta software empleada en este estudio fue MOSSⁱ, desarrollada por la Universidad de Stanford. A modo de ejemplo, la Figura 7 contiene el porcentaje de líneas de código consideradas como idénticas entre todos los programas entregados en el curso 2018/19 en el Grado de Ingeniería Eléctrica.

File 1	File 2	Lines Matched
G [redacted] ico.ino (18%)	Va [redacted] .ino (20%)	21
G [redacted] ico.ino (14%)	p [redacted] z.ino (8%)	15
C [redacted] ico.ino (8%)	Sa [redacted] mos.ino (4%)	9

Figura 7. Porcentaje de líneas de código detectadas como idénticas por la herramienta de detección de plagios MOSS para la actividad del curso 2018/19 en el Grado de Ingeniería Eléctrica.

Como se puede observar en la Figura 7, únicamente fueron detectados 3 programas con algunas líneas similares y con un máximo un 20% de similitud. Estos resultados contrastan con los que se obtenían anteriormente (cursos 2016/17 y anteriores), antes de la aplicación de esta actividad con el robot, en la cual los alumnos realizaban una práctica de programación en el ordenador, igualmente de forma autónoma, pero no era necesaria su presencia en el centro, ni el uso de un elemento hardware concreto. A modo de ejemplo, la Figura 8 contiene los resultados de la detección de plagios en el curso 2016/17 en la misma titulación, pero antes de la implantación de la nueva actividad.

File 1	File 2	Lines Matched
[REDACTED] DUARDO.c (82%)	[REDACTED] e (84%)	176
[REDACTED] s.c (77%)	[REDACTED] ge.c (76%)	225
[REDACTED] h.c (31%)	[REDACTED] na.c (26%)	56
[REDACTED] ier.c (23%)	[REDACTED] ina.c (24%)	61
[REDACTED] ina.c (24%)	[REDACTED] retti.c (24%)	38
[REDACTED] retti.c (19%)	[REDACTED] nderRodrigo.c (29%)	51
[REDACTED] ier.c (16%)	[REDACTED] retti.c (18%)	44
[REDACTED] .c (11%)	[REDACTED] nderRodrigo.c (15%)	32
[REDACTED] ier.c (8%)	[REDACTED] na.c (8%)	15
[REDACTED] (%)	[REDACTED] retti.c (8%)	25
[REDACTED] ier.c (7%)	[REDACTED] nderRodrigo.c (12%)	22
[REDACTED] rto.c (7%)	[REDACTED] .c (8%)	28
[REDACTED] nderRodrigo.c (10%)	[REDACTED] e (7%)	26
[REDACTED] DUARDO.c (6%)	[REDACTED] nderRodrigo.c (10%)	26
[REDACTED] e (4%)	[REDACTED] ier.c (6%)	18
[REDACTED] ge.c (5%)	[REDACTED] h.c (6%)	12
[REDACTED] s.c (5%)	[REDACTED] h.c (6%)	11
[REDACTED] e (3%)	[REDACTED] ge.c (5%)	19
[REDACTED] s.c (5%)	[REDACTED] c (3%)	25
[REDACTED] e (3%)	[REDACTED] ina.c (4%)	9
[REDACTED] ina.c (4%)	[REDACTED] rto.c (4%)	11
[REDACTED] rto.c (4%)	[REDACTED] retti.c (4%)	10
[REDACTED] ier.c (3%)	[REDACTED] h.c (4%)	5
[REDACTED] e (4%)	[REDACTED] na.c (3%)	8
[REDACTED])	[REDACTED] rto.c (3%)	7
[REDACTED] ier.c (3%)	[REDACTED] .c (4%)	6
[REDACTED] DUARDO.c (4%)	[REDACTED] na.c (3%)	8
[REDACTED] rto.c (3%)	[REDACTED] nderRodrigo.c (5%)	13
[REDACTED] retti.c (3%)	[REDACTED] e (3%)	12
[REDACTED] e (2%)	[REDACTED] na.c (3%)	9
[REDACTED] e (2%)	[REDACTED] nderRodrigo.c (5%)	10
[REDACTED])	[REDACTED] c (2%)	7
[REDACTED] ina.c (3%)	[REDACTED] na.c (3%)	11
[REDACTED] h.c (3%)	[REDACTED] retti.c (3%)	6

Figura 8. Porcentaje de líneas de código detectadas como idénticas por la herramienta de detección de plagios MOSS para la actividad del curso 2016/17 en el Grado de Ingeniería Eléctrica.

Analizando la Figura 7 y la Figura 8, es evidente que la mejora en este aspecto fue muy destacable, ya que se reduce de forma significativa el porcentaje de similitud máximo (de un 84% a un 20%). Con un nivel de un 84% de similitud entre dos documentos (código fuente) se obtiene una evidencia bastante clara de un caso de plagio mientras que el nivel de un 20%

es bastante razonable teniendo en cuenta que el reto planteado es común para todos los grupos de estudiantes y, por tanto, existirán partes del código, que corresponden a partes más rutinarias de programación, cuyo parecido es inevitable.

4. CONCLUSIONES

En base en las respuestas de las encuestas, se puede concluir que la metodología basada en proyectos ha resultado positiva para la mejora de la motivación de los estudiantes y de su proceso de aprendizaje. Por un lado, el nivel de motivación conseguido ha sido elevado y ha mejorado progresivamente de un curso académico a otro con la retroalimentación proporcionada por los estudiantes en las encuestas:

- En el curso académico 2017/18, el 94,4% de los estudiantes manifestaron un aumento de su motivación en algún tipo de grado.
- En el curso académico 2018/19, el 97,4% de los estudiantes manifestaron un aumento de su motivación en algún tipo de grado.

Por otro lado, se ha logrado una reducción objetiva, contrastada mediante el uso de la herramienta MOSS, en el nivel de plagio de las actividades entregadas por los estudiantes: de un 80% a un 20% de similitud máxima.

Estas conclusiones sobre nuestro uso de ABP son extrapolables a otras asignaturas similares, especialmente generalistas y de primeros cursos, en las que se realicen trabajos autónomos que supongan desarrollo fuera del aula. Implicando a los alumnos en la realización de proyectos con aplicación real en su titulación y fomentando la realización de los trabajos en el propio centro, usando recursos allí disponibles, se pueden lograr resultados de autoaprendizaje mejores, basados en una mayor motivación y en una disminución de los plagios.

5. REFERENCIAS

- Aarup A., Stentoft, D., Ravn, O. (2019) *Interdisciplinarity and Problem-Based Learning in Higher Education Innovation and Change*. Professional Education book series (ICPE, volume 18). Springer
- Domenech, J. (2019) *Aprendizaje basado en proyectos, trabajos prácticos y controversias: 28 propuestas y reflexiones para enseñar Ciencias*. Editorial Octaedro
- Pina, T., Aguilar, E., Camañes, G., Marqués, A., Rodríguez, A., Fernández, E., Llorens, Scalschi, E., Máñez, L., Jacas, M., Vicedo, J., Lapeña, L. (2015). Implementation of a project-based learning to the coordination of subjects in the Agrifood and rural engineering bachelor. *Revista de docencia universitaria*, 13 (3), 265-287.
- Taboada, G., Touriño, J. y Doallo, R. (2010). Innovación docente en el EEES de cara a la práctica profesional a través del aprendizaje basado en proyectos. *XVI Jornadas de enseñanza universitaria de la informática*. Santiago de Compostela.
- Toledo, P., Sánchez, J.M., *Aprendizaje basado en Proyectos: Una experiencia universitaria (2018)*. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*, Vol. 22, Nº 2, pp. 429-449
- Torp, L., Sage, S. (1999). *El aprendizaje basado en problemas: Desde el jardín de infantes hasta el final de la escuela secundaria*. Amorrortu Editores.
- Trujillo, F. (2016). (2016). *Aprendizaje basado en proyectos. Infantil, Primaria y Secundaria*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte-Área de Educación. Madrid.
- Vergara, J.J. (2016). *Aprendo Porque Quiero: El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), paso a paso*. Biblioteca Innovación Educativa. SM.

ⁱ <https://theory.stanford.edu/aiken/moss>