

ABP en el Grado de Ingeniería Informática: análisis de casi una década de implantación

Pedro J. Lara Bercial¹, María Cruz Gaya López¹, Gonzalo Mariscal¹, Carlos Moreno Martínez¹, María José García García²

¹Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño, Universidad Europea de Madrid

²Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática

pedro.lara@universidadeuropea.es, macruz@universidadeuropea.es,
gonzalo.mariscal@universidadeuropea.es, carlos.moreno@universidadeuropea.es,
mjose.garcia.garcia@gmail.com

Resumen

En el año 2012, la Escuela Politécnica de la Universidad Europea, apostó por el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como seña de identidad de la forma en que aprenden sus estudiantes. Después de tres años de implantación generalizada de este modelo en todos los grados de ingeniería y tras realizar un primer análisis de los resultados, en septiembre de 2015 se modificó el plan de estudios del Grado en Ingeniería Informática, entre otros, para que incluyera asignaturas específicas de desarrollo de proyectos en todos los cursos del grado.

Casi una década después del inicio de esta experiencia, en esta comunicación se explica cómo ha sido el desarrollo de las asignaturas de proyectos en particular, así como su influencia en el resto del plan de estudios y se resumen los principales resultados en cuanto a la evolución de los indicadores básicos que permiten medir el impacto de estas materias en nuestro estudiantado. Se muestran datos objetivos relacionados con las calificaciones obtenidas, así como tasas de rendimiento e indicadores de satisfacción. También se analiza la opinión y percepción de *alumni* y profesorado. Por último, se incluyen también, a modo de conclusión, lecciones aprendidas y propuestas de mejora orientadas a seguir profundizando y consolidando el modelo.

Abstract

In 2012, the Polytechnic School of Universidad Europea opted for Project-Based Learning (PBL) as a hallmark of the way its students learn. After three years of widespread implementation of this model in all engineering degrees and after carrying out a first analysis of the results, in September 2015, the curriculum of the degree in Computer Engineering, among others, was modified to include specific courses of project development in all the years of the degree.

Almost a decade after the beginning of this experience, this communication explains how the development of the courses of projects has been, as well as their influence on the rest of the curriculum. In addition, a summary of the main results is present, in terms of the evolution of the basic indicators that allow us to measure the impact of these subjects on our students. Objective data regarding the grades, as well as performance rates and satisfaction indicators are shown. An analysis of the opinion and perception of graduates and professors is also carried out. Finally, it also includes, by way of conclusion, lessons learned and proposals for improvement aimed at further deepening and consolidating the model.

Palabras clave

Aprendizaje basado en proyectos, plan de estudios, indicadores académicos, autopercepción del aprendizaje.

1. Introducción

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), como metodología docente, está ampliamente adoptado por multitud de instituciones de enseñanza media y superior [14]. Instituciones como la Aalborg University [1, 12], pioneros en estar totalmente orientados a ABP, promueven que la educación basada en proyectos es multidisciplinar por naturaleza, y permite mejores resultados por la involucración activa del estudiante. Mucho ha sucedido desde que Kolb presentara su modelo de aprendizaje experiencial [13], y se publicaron los primeros trabajos relacionados [4]. La investigación, innovación y puesta en práctica de nuevas formas de enseñar y de aprender aplicando ABP queda patente en los múltiples trabajos publicados a lo largo de los últimos años. Véanse, por ejemplo [11, 19] para trabajos a nivel internacional, y [17] para un resumen de trabajos presentados específica-

mente en estas jornadas desde el año 2004. Los resultados de ABP en la vertiente de comportamiento de los estudiantes (motivación) se han analizado en [7] y en [20].

ABP se ha venido aplicando y evaluando para diferentes ámbitos, materias y currículums. En [8], los autores proponen ABP como una de forma de abordar los problemas relacionándolo con el método *design thinking*. En [19], se propone ABP como método para el aprendizaje de lo que los autores llaman pensamiento computacional (*computational thinking*), como forma estructurada y metódica de afrontar la resolución de problemas complejos. La aplicabilidad de ABP aparece también como método de aprendizaje de modelos ágiles de la Ingeniería del Software [15], diseño de software [5, 2], así como para materias no técnicas [9].

Sin embargo, ABP no está exento de dificultades a la hora de llevarlo a la realidad de las aulas. En [8], los autores identifican la transferencia como una problemática no resuelta, entendido como “el saber aplicar lo aprendido en un contexto a nuevos contextos”. En [16] se expone una experiencia de aplicación de ABP para adaptar asignaturas tradicionales, identificando aspectos relevantes de éxito como, por ejemplo, la introducción de dichas metodologías innovadoras de forma gradual desde primeros cursos. Una lista de preguntas y respuestas, basadas en una experiencia de implantación en tres universidades españolas, se puede encontrar en [6].

En la Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño llevamos casi diez años apostando por ABP [10, 21].

En este artículo se muestran datos cuantitativos de la evolución de los resultados académicos de nuestro estudiantado a través de las distintas etapas de implantación por las que hemos pasado: sin ABP, con ABP en actividades compartidas entre asignaturas tradicionales y con ABP en asignaturas de proyectos específicamente diseñadas en nuestro plan de estudios. Por último, se complementa el estudio con un análisis cualitativo que recoge la opinión de un grupo de egresados que han estudiado con asignaturas por proyectos desde primer curso.

2. Implantación de ABP en el Grado en Ingeniería Informática de la Universidad Europea de Madrid

En este apartado se hará una revisión histórica de cómo se diseñó e implantó el Aprendizaje Basado en Proyectos como método docente en todas las titulaciones (Ciclos Formativos de Grado Superior, Grado y Postgrado) de la Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño, detallándose cómo evolucionó el modelo académico asociado a lo largo de los años, para

finalmente exponer cómo se encuentra implantado actualmente en el Grado de Ingeniería Informática.

2.1. Project Based Engineering School

Durante el curso 2012-2013, en la entonces Escuela Politécnica de la Universidad Europea de Madrid, se decidió impulsar de manera generalizada un modelo académico basado en la aplicación de aprendizaje basado en proyectos en todos sus títulos de grado. Se pretendía dotar al centro de una identidad propia a la que se empezó a denominar *Project Based Engineering School*. De manera inicial este método de enseñanza-aprendizaje se aplicaría de forma coordinada en todos los cursos de todas las titulaciones de grado, de manera que, en cada curso, los y las estudiantes desarrollaran un proyecto integrador aplicando los conocimientos y competencias adquiridos en varias de las asignaturas que formaban parte del plan de estudios en dicho curso. El proyecto sería evaluado colegiadamente por el profesorado, reflejándose dicha evaluación como una parte de la calificación final de cada una de las asignaturas que componían el proyecto (entre el 30 y el 50%). El principal objetivo era conseguir un aumento en la motivación del estudiantado que evitara abandonos tempranos de la titulación. Otros objetivos relevantes eran un desarrollo interdisciplinar y más profundo de las competencias técnicas, acercar la profesión a las aulas (por ejemplo, mediante la participación de empresas y ONG's), el desarrollo de competencias transversales y la integración de los elementos de sostenibilidad (social, medioambiental y económica) en todos los proyectos. En [10] puede verse cuáles fueron los proyectos desarrollados por el estudiantado en ese primer año, y cuáles eran las asignaturas y trimestres (T) en los que se llevaron a cabo.

Los resultados de la experiencia fueron muy positivos, según se manifestó en las encuestas y entrevistas realizadas a estudiantado y profesorado implicado [10, 21].

2.2. Project Based School

Durante 2013-2014 y 2014-2015 se avanzó en la implantación del modelo. La Escuela Politécnica se convirtió en la Escuela de Arquitectura, Ingeniería y Diseño, extendiéndose la experiencia a todas las titulaciones que se impartían en todos los niveles (ciclos formativos de grado superior, grado y posgrado) y a las áreas de diseño y arquitectura que se acababan de integrar con las de ingeniería, pasando a denominarse en inglés la Escuela *Project Based School*. Durante estos dos cursos académicos, se realizaron reformas en el edificio encaminados a habilitar espacios que facilitarían la interacción de los equipos de estudiantes. De este modo se dispondría de salas multifuncionales de libre acceso, algunas de

ellas específicas para el trabajo en pequeños equipos, y de mobiliario renovado en las aulas.

Para facilitar la coordinación del profesorado y la interacción temporal de los miembros de los equipos, se reorganizaron los horarios de las titulaciones de modo que las asignaturas implicadas en el desarrollo de un proyecto integrador compartieran al menos una hora semanal, y se crearon en el campus virtual espacio específicos de cada proyecto integrador, accesibles para todo el profesorado y estudiantado implicado [10].

2.3. Situación actual en el Grado en Ingeniería Informática

En el plan de estudios del Grado de Ingeniería Informática, a partir del curso 15-16, se incluyeron seis asignaturas semestrales específicamente diseñadas para aplicar ABP, siguiendo el esquema del Cuadro 1 donde se ve a qué materia y curso corresponden, qué competencias específicas desarrollan y qué contenidos cubren. En primero se desarrolló un proyecto que ponía en práctica las competencias específicas del módulo de formación básica, en 2º las competencias específicas del módulo común a la rama de la informática y en 3º las competencias específicas de la

especialización de la titulación, el módulo de computación (según RD 12977/2009).

Las asignaturas de proyectos se diseñaron para complementar, mediante el desarrollo en grupo de un proyecto y con una formación muy práctica, los conocimientos teóricos de otras asignaturas más tradicionales con las que conviven en el mismo curso y semestre. Dichos conocimientos teóricos son necesarios para llevar a cabo el proyecto y deben ser interiorizados por cada estudiante profundizando sobre los conocimientos adquiridos en las asignaturas tradicionales, para ponerlos en práctica permitiéndoles alcanzar resultados de aprendizaje de un nivel superior en la conocida taxonomía de Bloom [3]. Para ello son fundamentales las reuniones de coordinación entre profesores de asignaturas de proyectos y del resto de asignaturas relacionadas. La organización y número de estudiantes en los grupos puede diferir en cada asignatura de proyectos

Tras cinco cursos de implantación de este plan de estudios, en el curso 20-21 se solicitó una modificación para unir las asignaturas de Proyecto de Computación II y III, quedando así una única asignatura de proyectos en primero, dos asignaturas en segundo y dos en tercero.

Materia	Competencias	Asignaturas	Contenidos.
Proyecto de ingeniería (1º)	Comprensión y dominio de los conceptos básicos de campos y ondas y electromagnetismo , teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería. Conocimiento de la estructura, organización, funcionamiento e interconexión de los sistemas informáticos, los fundamentos de su programación , y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería	Proyecto de ingeniería	Se realizará un proyecto donde se apliquen los conocimientos adquiridos en las materias básicas de la rama de ingeniería y arquitectura, en especial las de informática y física.
Proyecto de informática. (2º)	Capacidad para planificar, concebir, desplegar y dirigir proyectos, servicios y sistemas informáticos en todos los ámbitos, liderando su puesta en marcha y su mejora continua y valorando su impacto económico y social . Conocimiento, diseño y utilización de forma eficiente los tipos y estructuras de datos más adecuados a la resolución de un problema. Capacidad para analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados. Conocimiento y aplicación de las herramientas necesarias para el almacenamiento, procesamiento y acceso a los Sistemas de información, incluidos los basados en web. Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de la programación paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real . Conocimiento y aplicación de los principios, metodologías y ciclos de vida de la ingeniería de software.	Proyecto de informática I	<ul style="list-style-type: none"> Planificación y gestión de proyectos. Metodologías ágiles. Desarrollo de una aplicación gráfica de escritorio utilizando Orientación a Objetos. Aplicación de herramientas de desarrollo software.
		Proyecto de informática II	<ul style="list-style-type: none"> Diseño e implementación de una base de datos. Selección de estructuras de datos y algoritmos atendiendo a criterios de eficiencia Programación distribuida.
Proyecto de Computación (3º)	CE25 Capacidad para tener un conocimiento profundo de los principios fundamentales y modelos de la computación y saberlos aplicar para interpretar, seleccionar, valorar, modelar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la informática. CE28 Capacidad para conocer los fundamentos, paradigmas y técnicas propias de los sistemas inteligentes y analizar, diseñar y construir sistemas, servicios y aplicaciones informáticas que utilicen dichas técnicas en cualquier ámbito de aplicación. CE29 Capacidad para adquirir, obtener, formalizar y representar el conocimiento humano en una forma computable para la resolución de problemas mediante un sistema informático en cualquier ámbito de aplicación, particularmente los relacionados con aspectos de computación, percepción y actuación en ambientes o entornos inteligentes. CE30 Capacidad para desarrollar y evaluar sistemas interactivos y de presentación de información compleja y su aplicación a la resolución de problemas de diseño de interacción persona computadora . CE31 Capacidad para conocer y desarrollar técnicas de aprendizaje computacional y diseñar e implementar aplicaciones y sistemas que las utilicen, incluyendo las dedicadas a extracción automática de información y conocimiento a partir de grandes volúmenes de datos	Proyecto de Computación I	<ul style="list-style-type: none"> Uso de herramientas de minería de datos y de texto sobre Open Data.
		Proyecto de Computación II	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación al proyecto de técnicas de sistemas inteligentes. Diseño avanzado de interfaces de usuario.
		Proyecto de Computación III	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo app Desarrollo web Uso de bases de datos avanzadas.

Cuadro 1: Asignaturas que forman parte del análisis

3. Objetivos y Metodología del análisis

En esta comunicación se exponen los principales resultados obtenidos tras analizar los indicadores cuantitativos relacionados con la implantación de las asignaturas específicas de proyectos, basadas en ABP, complementados con un pequeño análisis cualitativo de la percepción de *alumni* sobre la aportación de estas materias a su formación como profesionales de ingeniería tras unos años de experiencia laboral.

Estos resultados están orientados a validar los objetivos que se persiguen con la metodología: motivar a los estudiantes desde primer curso evitando los abandonos tempranos, desarrollar competencias transversales, obtener un conocimiento más profundo de las competencias técnicas y acercar al estudiante al entorno laboral, mejorando la adaptación del egresado a la profesión. Para llevarlo a cabo se han analizado datos relativos a las trece asignaturas del Grado en Ingeniería Informática directamente relacionadas con ABP, tanto teóricas o de metodología más tradicional, como de proyectos. Estos datos incluyen, a lo largo del tiempo, la evolución en el porcentaje de aprobados, suspensos y no presentados, las tasas de éxito y la satisfacción de dichas materias tras las dos convocatorias de cada curso, teniendo en cuenta a todos los estudiantes que han cursado el grado en los últimos diez años.

El análisis ha abarcado desde el curso 10-11, en el que no existían aún asignaturas específicas de proyecto, hasta el curso 20-21 y se han tomado como valores de referencia a comparar las medias, para cada valor, de dichas asignaturas agrupándolas en función de dos aspectos. Por un lado, su carácter: más tradicional o de proyectos; y por otro, el curso en el que se imparten.

En cuanto al análisis cualitativo, si bien no puede ser considerado representativo debido al escaso número de sujetos que han participado (cinco), si creemos que merece la pena comentar los resultados por lo que aportan de información adicional al análisis cuantitativo. Para ello, se puso a disposición de un grupo de cinco egresados un formulario con una serie de preguntas de respuesta abierta focalizadas en los siguientes aspectos: el conocimiento de las egresadas y egresados sobre las asignaturas de proyecto y su metodología de aprendizaje, el impacto de estas asignaturas en su desempeño en las asignaturas más tradicionales y el impacto de estas asignaturas en su desempeño como profesionales. Por último, se les preguntaba también por su grado de recomendación en relación con estudiar o no un grado de ingeniería que incluya asignaturas específicas basadas en ABP.

Además de lo específicamente hecho para este análisis, se han utilizado las actas de las reuniones del

profesorado de las asignaturas de proyectos con los de las tradicionales, de donde se ha obtenido, también, información muy valiosa acerca del funcionamiento de estas materias.

4. Resultados obtenidos

4.1. Resultados cuantitativos

Comenzando por el número de aprobados de las asignaturas analizadas, se observa que, si bien el porcentaje medio de aprobados en las asignaturas tradicionales ha ido poco a poco subiendo desde el 65% en el curso 11-12 hasta números cercanos al 80% en el 17-18, a partir del curso 18-19 ha vuelto a caer y se ha mantenido esta tendencia en los cursos 19/20 y 20/21.

Es importante hacer notar que estos dos últimos cursos se vieron afectados por la crisis sanitaria mundial que representó la pandemia de la COVID-19 y que esto sin duda ha tenido un impacto difícil de medir, pero que parece haber afectado más a estas asignaturas más tradicionales. Extrayendo de la evaluación estos cursos se puede ver cómo se incrementa el número de aprobados del 65% al 75%. En las asignaturas de proyectos parece haber afectado menos y también se observa como el porcentaje de aprobados ha ido, paulatinamente en ascenso desde el primer año de implantación, como puede observarse en la figura 1. Sin embargo, si hay una cierta irregularidad que podría deberse al proyecto elegido en cada año.

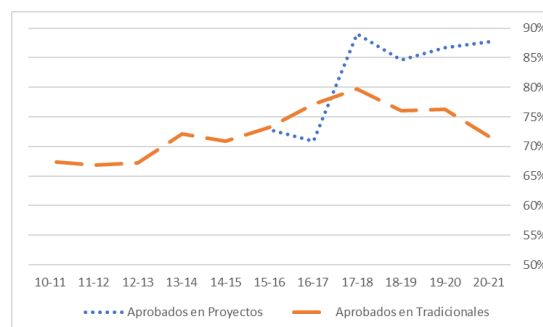


Figura 1: Aprobados por tipo de asignatura.

Cuando se analiza el número de aprobados por curso, se puede observar cómo en segundo y tercero tanto las asignaturas tradicionales, como las de proyecto, más prácticas, evolucionan, más o menos, de forma paralela (figuras 3 y 4). No ocurre así en primero, donde la relación de unas y otras es más irregular (figura 2).

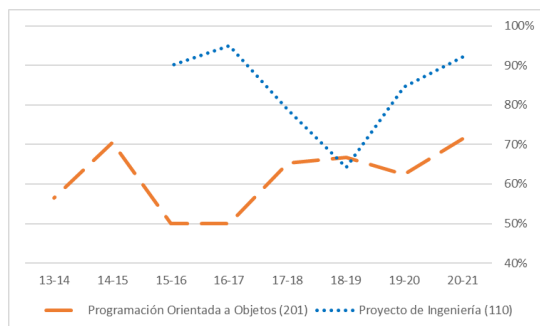


Figura 2: Aprobados en asignaturas de Primero

Este hecho se confirma posteriormente en el análisis cualitativo realizado con egresados que indican que, claramente y casi con unanimidad, es la asignatura de proyectos de primero la que peor se entiende y la que más cuesta relacionar con las asignaturas más teóricas.

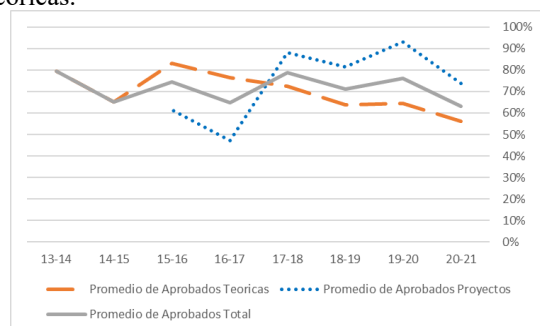


Figura 3: Aprobados en asignaturas de Segundo

Se puede observar también que en el curso donde se han mejorado más los resultados es en tercer curso.

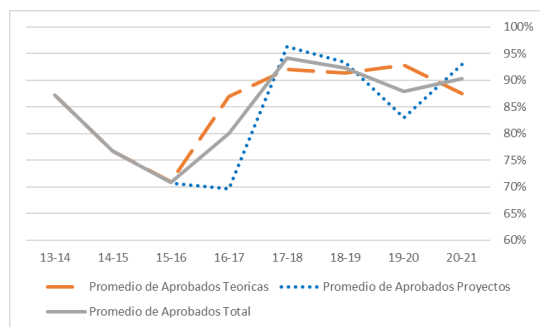


Figura 4: Aprobados en asignaturas de Tercero

En cuanto al número de no presentados, criterio que nos permite evaluar si se consigue el objetivo de reducir la tasa de abandono de la titulación, pues es el primer síntoma que presentan las y los estudiantes que terminan dejando sus estudios, tal y como se observa en la figura 5, claramente la evolución, tanto en asignaturas tradicionales como en las de proyectos, ha sido muy positiva, exceptuando en los últimos años de pandemia, donde se ha vuelto a incrementar ligeramente el número de personas que no se presenta, pero en ningún caso llegando a los niveles de los primeros años.

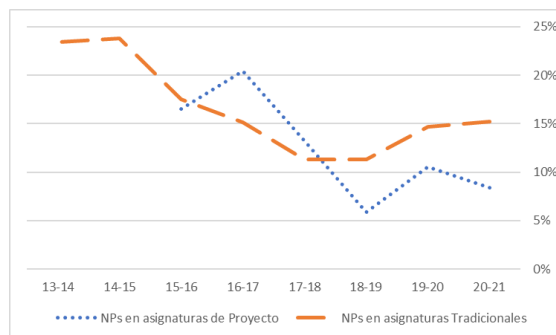


Figura 5: No presentados por tipo de asignatura

Por último, al analizar la evolución de la tasa de éxito (figura 6), definida como el número de créditos superados frente a los presentados, se observa que la tasa fue en aumento los primeros años y, con la llegada de las asignaturas de proyectos se produce una cierta inversión entre la evolución en las asignaturas de proyectos y las tradicionales.

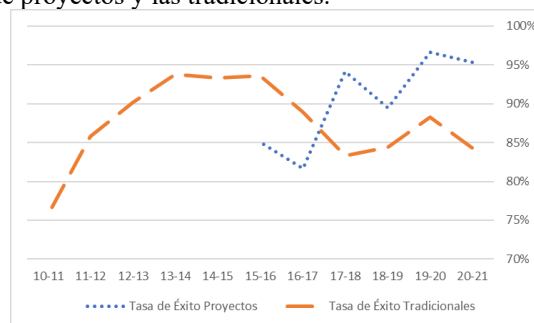


Figura 6: Tasa de éxito por tipo de asignatura

En relación con la satisfacción del estudiantado con las metodologías utilizadas, no se encuentran diferencias significativas entre las asignaturas de proyectos y las asignaturas tradicionales, manteniéndose una tendencia similar a lo largo de los años como se muestra en la figura 7.

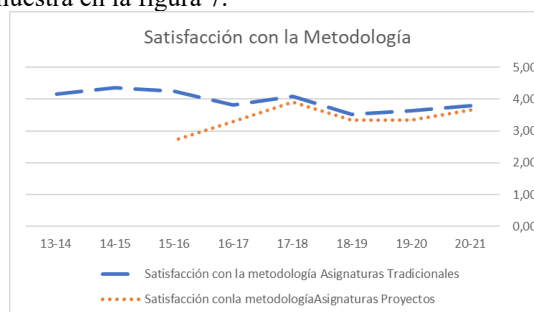


Figura 7: Satisfacción por tipo de asignatura

Si analizamos la tendencia por cursos, aunque en los primeros años si hubo mayor diferencia entre la percepción de los participantes en proyectos de tercero (más positiva) y los de primero, con el paso de los años ha tendido a igualarse, como se observa en la figura 8.

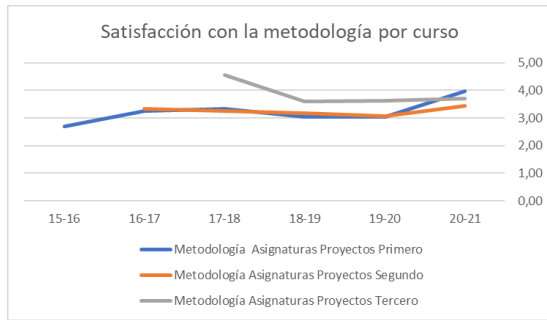


Figura 8: Satisfacción con la metodología por curso

Por último, cuando se analiza la autopercepción de lo aprendido (figura 9), se puede observar que, mientras que en las asignaturas tradicionales se han mantenido valores similares a lo largo de los años, las asignaturas de proyectos se percibían en los primeros años como menos útiles para el aprendizaje, pero se han ido igualando, y a partir de un cierto momento, también acompañan sus fluctuaciones a las más tradicionales. Este cambio de tendencia podría deberse a un cambio en el enfoque de las asignaturas de proyectos en los primeros cursos, para poner más foco en el ciclo de vida del proyecto, cómo organizarse, como planificar o repartir trabajo, sin descuidar la parte de codificación, pero dando mayor importancia a la profesionalidad a la hora de afrontar el proyecto.

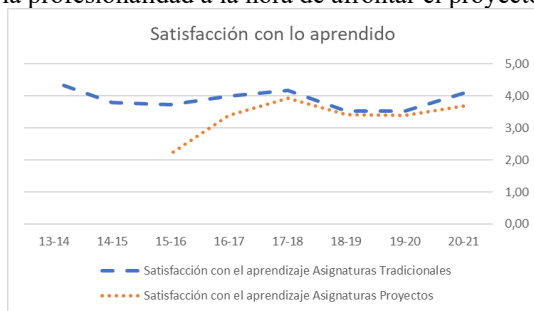


Figura 9: Satisfacción por tipo de asignatura

Obviamente, con sólo un año de muestra en este nuevo enfoque no se puede sacar conclusiones definitivas, pero es evidente que ha habido un cambio en la tendencia al que habrá que dar seguimiento.

4.2. Resultados cualitativos

En este apartado se describen los principales resultados encontrados tras el análisis de las respuestas al formulario y el grupo focal realizado con estudiantes egresados y egresadas del Grado en Ingeniería Informática. Tanto en el formulario como en la entrevista posterior, se les preguntaba por tres aspectos que se analizan a continuación.

En relación con el conocimiento de las y los egresados sobre la metodología y el sentido de las asignaturas de proyectos, todos ellos aseguran y demuestran saber perfectamente qué es el ABP y cuáles son los objetivos dentro de la metodología de las asignaturas

de proyectos, aunque reconocen que no era así cuando las estaban cursando y especialmente en primer curso, donde les costó más entender el porqué de la asignatura Proyecto de Ingeniería. Refiriéndose a esta última algunos dijeron cosas como “no tenía relación con ninguna otra asignatura”, “no podíamos tomar ningún tipo de decisión”, aludiendo a la excesiva pauta por parte de los profesores.

En cuanto al impacto de las asignaturas de proyectos en su desempeño en las asignaturas más teóricas (conocimiento más profundo de las competencias técnicas), los estudiantes reconocen que les ayudaron mucho a entender mejor las bases teóricas y que de alguna manera el impacto fue bidireccional. Algunas de sus expresiones fueron: “Ayudaban mucho a entender los conceptos explicados en las asignaturas teóricas, con ejemplos más claros y visuales de lo que se exponían en las mismas.”, “Afianzaban los conocimientos. Al final no solo conoces la teoría, sabes aplicarlo.”, “El impacto que tienen las asignaturas de proyectos y las asignaturas teóricas es bidireccional y ayuda en asimilar conceptos que sirven como base para futuras explicaciones teóricas.”

También se les preguntó por el impacto de este modelo en su desempeño posterior como profesionales (acercamiento al entorno laboral) y aquí fueron si cabe más tajantes, declarando un absoluto convencimiento de que les ha facilitado su adaptación al entorno profesional. Algunos comentarios fueron: “Gracias a estas asignaturas conseguí aprender muchas bases de las que hoy en día utilizo para desarrollar y dirigir los proyectos. Es gracias a estas asignaturas que he tenido las bases para desarrollar programas en sistemas muy punteros” o “De gran utilidad, debido a que se utilizan herramientas, metodologías y conceptos que se emplean en el mundo laboral.”

También se les hizo la pregunta “¿Describe cómo fue el impacto de estas asignaturas en tu desarrollo competencial?”. Sus respuestas indican que han mejorado sus aptitudes a la hora de gestionar proyectos, pero también a la hora de trabajar con otros, planificarse y tomar decisiones. Algunos de sus comentarios fueron: “Mejoró en enorme medida mi capacidad de decisión frente a problemas, así como mis habilidades de toma de decisiones en gestión de proyectos.”, “Sin duda es lo más importante, me han ayudado a desarrollarme y desenvolverme mejor en trabajos en equipo”, “Estas asignaturas te dan algunas bases que, si las sabes explotar, se valoran mucho en el mundo profesional: trabajar en equipo, aprender a desarrollar con metodologías ágiles, etc.”

A la pregunta de qué cambiarían de las asignaturas de proyectos. Los comentarios se pueden agrupar así:

- Proyecto de 1º. Es la asignatura de proyectos peor valorada. Nos proponen ligarla más a las asignaturas tradicionales del curso y no darla tan pautada.

- Gestión de los grupos. Nos proponen limitar el número de estudiantes a 3 o 4 por grupo. Alaban el uso de herramientas como *GitHub* y *Trello* pero indican que no se tienen en cuenta lo suficiente para la evaluación final. Indican que necesitan más formación para que ellos sepan dividir el trabajo desde el principio y evitar, tanto a los estudiantes que se apoderan del proyecto, como a aquellos que no intervienen de forma activa.
- Evaluación de los componentes del equipo. Este es, sin duda, el punto más crítico del análisis. Nos indican que la evaluación se realiza en base a rúbricas de coevaluación entre componentes del equipo y a *checkpoints* (evaluaciones individuales sobre el proyecto presentado). Dicen que ambas herramientas no son suficientes, en el primer caso porque por “miedo o bondad” no expresan la realidad y en el otro caso porque se explican el código, entre ellos, el día de antes y salen del paso con facilidad.
- Involucrar a más empresas. “En metodología no mejoraría nada, pero intentaría involucrar más a empresas y nuevas tecnologías, para que además sea, de alguna manera, una antesala a las prácticas, que los alumnos utilicen las nuevas tecnologías y las herramientas típicas del entorno profesional”

Por último, se les pidió que nos indicaron su grado de recomendación acerca de estudiar en una universidad donde la metodología utilizara este tipo de asignaturas y el resultado fue bastante unánime, el 80% lo recomendaría con un 9 o un 10 (en una escala del 1 al 10).

En cuanto al profesorado, de las reuniones de coordinación se identifican las siguientes consideraciones:

- Es necesario hacer una labor pedagógica con el estudiantado para que entiendan el carácter experiencial de estas asignaturas y que, de ese modo, adapten sus expectativas al diseño de estas, tanto en relación con lo que se espera que aprendan, como en lo que se refiere al papel del docente en ellas.
- Es crucial la coordinación con el profesorado de asignaturas más tradicionales cuyos aprendizajes se utilizan en las de proyectos. No sólo deben coordinarse los contenidos sino la planificación de la asignatura para que los y las estudiantes dispongan de los conocimientos necesarios a la hora de ponerlos en práctica.
- Es imprescindible complementar las asignaturas de proyectos con seminarios específicos para profundizar en temas concretos que no tienen tanto que ver con la materia en sí, sino con el proyecto propuesto. Esto es especialmente importante cuando el proyecto se ha propuesto en colaboración con una empresa.

5. Conclusiones

A raíz de los resultados tanto del análisis cuantitativo como del análisis cualitativo realizado se pueden extraer las siguientes conclusiones.

La introducción de la metodología de ABP a través de asignaturas de proyectos permite a los estudiantes un aprendizaje experiencial donde afianzar conocimientos teóricos aprendidos en otras asignaturas, además de desarrollar competencias transversales como el trabajo en equipo, la resolución de problemas, o la gestión de proyectos. A lo largo de los últimos años, se han introducido planes de mejora anualmente para mejorar el rendimiento académico, la satisfacción y la motivación de los estudiantes.

Se ha mejorado la motivación de los estudiantes de primero evitando así las tasas de abandono que se obtenían. Prueba de ello son las gráficas “no presentados por tipo de asignatura” que ponen en evidencia un decremento de 10 puntos porcentuales en el principal síntoma del estudiante que abandona con posterioridad la titulación.

Derivado de las entrevistas se pone de manifiesto que las y los egresados perciben que han desarrollado sus competencias transversales haciendo especial mención al trabajo en equipo, la planificación y gestión de proyectos y la toma de decisiones.

Se considera que se ha desarrollado un conocimiento más profundo de las competencias técnicas en base a:

- La gráfica de aprobados en asignaturas tradicionales ha evolucionado al alza durante los años de implantación de la metodología ABP, llegándose a incrementar en 10 puntos porcentuales. Para obtener esta conclusión hemos detraído los resultados de los años de pandemia que deberán analizarse cuando podamos disponer de un alcance mayor.
- Los resultados de las entrevistas realizadas donde lo exponen claramente.

Las entrevistas evidencian que las y los egresados perciben el acercamiento al mundo profesional, en especial en el uso de herramientas utilizadas en el entorno laboral, en la gestión de proyectos y en *soft skills* como trabajo en equipo y capacidad de decisión.

La mejora de la satisfacción del estudiantado queda evidenciada tanto en el análisis cualitativo como en la gráfica de “satisfacción con lo aprendido” del análisis cuantitativo.

Se deben realizar mejoras en el proyecto de 1º, la gestión de los equipos y la evaluación individual de los componentes del grupo.

Referencias

- [1] IngerBertel Askehave et al., “Digital Transformation at Aalborg University - Interdisciplinary Problem,” *Adv. Eng. Educ.*, vol. 9, no. 4, 2021.
- [2] Rubén Béjar, Francisco J. Lopez-Pellicer, Javier Nogueras-Iso, and F. Javier Zarazaga-Soria, “Autenticidad y aprendizaje basado en proyectos en una asignatura sobre diseño de software,” *Actas Jenui*, vol. 3, pp. 87–94, 2018.
- [3] Benjamin S. Bloom, Max D. Engelhart, Edward J. Furst, Walker. H. Hill, and David R. Krathwohl, “Taxonomy of Educational Objective,” *Taxon. Educ. Object.*, pp. 62–197, 1956.
- [4] Phyllis C. Blumenfeld, Elliot Soloway, Ronald W. Marx, Joseph S. Krajcik, Mark Guzdial, and Annemarie Palincsar, “Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning,” *Educational Psychologist*, vol. 26, no. 3–4. pp. 369–398, 1991
- [5] José Miguel Cañete Valdeón and Octavio Martín Díaz, “Una Experiencia en el diseño y la impartición de una asignatura en torno a la metodología del aprendizaje basado en proyectos,” *Actas Jenui*, pp. 8–10, 2009.
- [6] Óscar Cánovas Reverte, Imanol Usandizaga Lombana, and Rafael Molina-Carmona, “Aprendizaje Basado en Proyectos entre asignaturas : tres experiencias , muchas preguntas y algunas respuestas,” *Actas Jenui*, vol. 4, pp. 79–86, 2019.
- [7] C. L. Chiang and H. Lee, “The Effect of Project-Based Learning on Learning Motivation and Problem-Solving Ability of Vocational High School Students,” *Int. J. Inf. Educ. Technol.*, vol. 6, no. 9, pp. 709–712, 2016
- [8] Clive L. Dym, Alice M. Agogino, Ozgur Eris, Daniel D. Frey, and Larry J. Leifer, “Engineering design thinking, teaching, and learning,” *IEEE Eng. Manag. Rev.*, vol. 34, no. 1, pp. 65–90, 2006
- [9] Francisco J. Gallego-Durán and Faraón Llorens Largo, “¿Aprendizaje basado en proyectos? ¿Pero si mi carrera no es técnica!,” *Actas Jenui*, 2007.
- [10] María José García García, Juan José Escribano Otero, and Ma Cruz Gaya López, “Experiencia de aplicación de ABP al Grado de Ingeniería Informática,” *Actas Jenui*, pp. 125–132, 2014.
- [11] Pengyue Guo, Nadira Saab, Lysanne S. Post, and Wilfried Admiraal, “A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures,” *Int. J. Educ. Res.*, vol. 102, no. November 2019, p. 101586, 2020, doi: 10.1016/j.ijer.2020.101586.
- [12] Finn Kjersdam and Stig Enemark, “The Aalborg Experiment: project innovation in university education,” Aalborg Univ. Press, 1994.
- [13] David A. Kolb, “Experiential Learning: Experience as The Source of Learning and Development,” Prentice Hall, Inc., no. 1984, pp. 20–38, 1984.
- [14] Joseph Krajcik and Phyllis Blumenfeld, “Project-Based Learning,” in *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, R. Sawyer, Ed. Cambridge University Press, 2014, pp. 275–297.
- [15] Patricio Letelier and Héctor Cornide, “Evaluación de equipos de trabajo en el marco de Aprendizaje Basado en Proyectos y Métodos Ágiles,” *Actas Jenui*, vol. 5, pp. 165–172, 2020.
- [16] Antonio Martí Campoy, José Carlos Campelo Rivadulla, and Rafael Ors Carot, “Experiencias en innovación docente: aspectos positivos y negativos de un caso real,” *Actas Jenui*, pp. 289–296, 2004.
- [17] Rafael Molina-Carmona, Carlos Villagrà-Arnedo, Francisco Gallego-Durán, and Faraón Llorens-Largo, “Convencido del Aprendizaje Basado en Proyectos, ¿por dónde empiezo?,” *Actas Jenui*, vol. 5, pp. 117–124, 2020.
- [18] Ana Carla Bittencourt Reis, Sanderson César Macêdo Barbalho, and Alline Christine Diniz Zanette, “A bibliometric and classification study of Project-based Learning in Engineering Education,” *Production*, vol. 27, no. Special Issue, pp. 0–16, 2017
- [19] Namsoo Shin, Jonathan Bowers, Joseph Krajcik, and Daniel Damelin, “Promoting computational thinking through project-based learning,” *Discip. Interdiscip. Sci. Educ. Res.*, vol. 3, no. 1, 2021
- [20] María José Terrón-López, María José García-García, Paloma Julia Velasco-Quintana, Jared Ocampo, María Reyes Vigil Montaña, and María Cruz Gaya-López, “Implementation of a project-based engineering school: increasing student motivation and relevant learning,” *Eur. J. Eng. Educ.*, vol. 42, no. 6, pp. 618–631, 2017
- [21] María José Terrón-López, Paloma Julia Velasco-Quintana, María José García-García, and Jared R. Ocampo, “Students’ and teachers’ perceptions: initial achievements of a Project-Based Engineering School,” *Eur. J. Eng. Educ.*, vol. 42, no. 6, pp. 1113–1127, 2017