

Resultados preliminares tras tres años aplicando aprendizaje basado en proyectos en ingeniería del software

Preliminary results after three years applying project-based learning in software engineering

Andrea Vázquez-Ingelmo¹, Alicia García-Holgado¹, Francisco José García-Peñalvo¹, M^a José Rodríguez-Conde²
andreavazquez@usal.es, aliciagh@usal.es, fgarcia@usal.es, mjrconde@usal.es

¹Dpto. de Informática y Automática
Grupo de Investigación GRIAL
Instituto Universitario de Ciencias de la Educación
Universidad de Salamanca
Salamanca, España

²Dpto. de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación, Grupo de Investigación GRIAL
Instituto Universitario de Ciencias de la Educación
Universidad de Salamanca
Salamanca, España

Resumen- La materia de Ingeniería del *Software* forma parte de los planes de estudio de la mayor parte de los grados en Ingeniería Informática ofertados por las universidades españolas. En el contexto de la Universidad de Salamanca, la materia se imparte desde el segundo curso a través de tres asignaturas. Los estudiantes que cursan por primera vez la materia se enfrentan a una gran cantidad de conceptos nuevos, así como a la necesidad de desarrollar el pensamiento abstracto. Esta situación supone un desafío para los docentes de ingeniería del *software*. Con objeto de abordar la problemática y mejorar los resultados de aprendizaje, se ha planteado un cambio metodológico global basado en la incorporación del aprendizaje basado en proyectos como eje central, así como otras técnicas asociadas al aprendizaje activo. El presente trabajo describe el cambio metodológico y analiza los resultados obtenidos a lo largo de los últimos tres cursos académicos (2016-17, 2017-18, 2018-19).

Palabras clave: *metodología activa, aprendizaje basado en proyectos, ingeniería del software, estudio cuantitativo*

Abstract- The subject of Software Engineering is part of the curricula of most of the degrees in Computer Engineering offered by Spanish universities. In the context of the University of Salamanca, the topic is taught from the second year through three courses. Students who study the topic for the first time face a large number of new concepts, as well as the need to develop abstract thinking. This situation poses a challenge for software engineering teachers. In order to address the problem and improve learning outcomes, a global methodological change has been proposed based on the incorporation of project-based learning as the central axis, as well as other techniques associated with active learning. The work aims to describe the methodological change and analyzes the results obtained during the last three academic years (2016-17, 2017-18, 2018-19).

Keywords: *active methodology, project-based learning, software engineering, quantitative study*

1. INTRODUCCIÓN

La asignatura Ingeniería del *Software* se centra en la aplicación de enfoques sistemáticos al diseño, desarrollo, y

mantenimiento de *software*, estando presente en la mayoría de titulaciones de ingeniería informática.

En el contexto de la Universidad de Salamanca, donde la materia se imparte mediante tres asignaturas, la primera aproximación de los estudiantes a este campo se realiza en la asignatura Ingeniería del *Software* I (Universidad de Salamanca, 2017), durante el segundo semestre del segundo curso del Grado en Ingeniería Informática.

Dicha asignatura se centra en las primeras fases del ciclo de vida de los sistemas de información; concepción, elicitación de requisitos y análisis. A lo largo del curso, los estudiantes se deben enfrentar a problemas abstractos, introduciendo los modelos y métodos propios de la Ingeniería de Requisitos (García-Peñalvo, 2018).

Es esta necesidad de desarrollar un pensamiento abstracto para resolver dichos problemas lo que convierte la asignatura en un reto tanto para alumnos como para los docentes. Los alumnos deben asimilar gran cantidad de nuevos conceptos a la vez que los aplican en problemas muy distintos a los que se han enfrentado en asignaturas anteriores.

Debido a todos estos factores, la motivación de los estudiantes respecto a la asignatura puede verse comprometida, provocando problemas a la hora de superar la asignatura. Es tarea del docente aumentar el rendimiento y la tasa de éxito en la asignatura, introduciendo todos estos nuevos conceptos de manera que los alumnos no se sientan desalentados al enfrentarse a los nuevos desafíos que la asignatura plantea.

Para ello, se proponen una serie de cambios metodológicos que permitan mejorar el aprendizaje y resultados de la asignatura. Estos cambios involucran el uso de metodologías activas para alcanzar los anteriores objetivos.

Las metodologías activas permiten aumentar la implicación de los estudiantes y facilitar el proceso de aprendizaje de competencias fundamentales, tal y como se ha demostrado en diversos contextos académicos, desde educación infantil hasta

educación terciaria (Benegas, Pérez de Landazábal, & Otero, 2013; Felder & Brent, 2009; Novak, Patterson, Gavrín, & Christian, 1999).

Así pues, la asignatura Ingeniería del *Software* I ha sido rediseñada para aumentar la tasa de éxito y la implicación de los estudiantes en los procesos de aprendizaje. Específicamente, se ha introducido el aprendizaje activo, utilizando el campus virtual como apoyo, a través de diversos métodos, entre ellos: aprendizaje autónomo, aprendizaje colaborativo puntualmente complementado con técnicas de aprendizaje cooperativo y aprendizaje basado en proyectos (ABP) (Thomas, 2000).

El ABP ha sido anteriormente introducido de forma exitosa en estudios de ingeniería, como demuestran algunos trabajos en la literatura (Estruch & Silva, 2006; Macías, 2012). Este tipo de aprendizaje permite a los estudiantes enfrentarse a proyectos realistas e involucrarse en los mismos.

Este estudio presenta los resultados preliminares tras la aplicación del ABP durante tres cursos académicos en la asignatura Ingeniería del *Software* I de la Universidad de Salamanca, abarcando los cursos 2016-17, 2017-18 y 2018-19.

El resto del documento se organiza como sigue. La sección 2 describe el contexto de trabajo, detallando la planificación tradicional de la asignatura Ingeniería del *Software* I. La sección 3 describe la metodología, instrumentos y muestra del estudio, siguiendo con la sección 4, donde los resultados son presentados. Finalmente, las conclusiones derivadas de este trabajo son presentadas en la sección 5.

2. CONTEXTO

La asignatura Ingeniería del *Software* I cuenta con varios elementos de evaluación continua, principalmente prácticos. Entre ellos, una serie de talleres prácticos, pruebas parciales para evaluar conceptos teórico-prácticos y un proyecto final.

Para obtener la calificación final, se tiene en cuenta la ponderación de tres partes principales:

- Nota de evaluación continua (25%)
- Nota del proyecto final (35%)
- Nota del examen final (parte práctica y parte teórica) (40%)

Además, para superar la asignatura se deben cumplir una serie de requisitos en cada parte evaluada. En primer lugar, el proyecto final debe estar aprobado, es decir, tener al menos un 5 sobre 10. Por otro lado, en el examen final se debe alcanzar una nota mínima de un 4 tanto en la parte teórica como en la parte práctica.

La nota de evaluación continua se computa teniendo en cuenta la participación activa en las clases, la resolución activa de los ejercicios de modelado propuestos en los talleres prácticos y la nota de los ejercicios de modelado que son recogidos durante el semestre.

En cuanto a la planificación de la asignatura, las sesiones se clasifican en teóricas o prácticas. Durante las sesiones teóricas, los conceptos relacionados con la asignatura son expuestos. Por otra parte, las clases prácticas se centran en la resolución de problemas planteados con antelación, siendo los alumnos los encargados de presentar en grupo sus soluciones al resto de compañeros.

A mediados del semestre, se proporciona el enunciado del proyecto final en el que los alumnos deben trabajar hasta el final del curso. Este enunciado proporciona unos requisitos básicos de un sistema que los alumnos deben modelar utilizando las herramientas y métodos expuestos en las sesiones teóricas y prácticas.

Los estudiantes deben trabajar en grupos de 2-3 personas para documentar la elicitación de requisitos y modelo de análisis del sistema propuesto, siempre cumpliendo los requisitos básicos que propone el enunciado, durante horas no lectivas. Aunque el trabajo se realiza en horas no lectivas, los estudiantes cuentan con todo el apoyo de los docentes a través de tutorías en las que pueden resolver las dudas que surgen durante la realización del proyecto.

Este proyecto se entrega impreso al final de la asignatura, y la nota obtenida se aplica por igual a todos los integrantes del grupo de trabajo.

Si un alumno no supera la asignatura, pero sus calificaciones respecto al trabajo final o la evaluación continua han sido satisfactorias, se les permite mantener dichas notas para cursos posteriores.

3. DESCRIPCIÓN

A. Metodología activa

La implementación de la metodología activa se centra, principalmente, en cambiar los métodos tradicionales utilizados durante las sesiones de teoría, las cuales conforman la mayor parte de los créditos de la asignatura. Aunque el estudio de los contenidos teóricos es fundamental para poner en práctica los procesos de ingeniería del software, la adquisición de dichos conocimientos puede realizarse de diversas formas.

En este caso, la columna vertebral del cambio metodológico es el proyecto final, el cual guía la estructura de las sesiones presenciales siguiendo los hitos del proceso de ingeniería del software. Así pues, los alumnos van adquiriendo los conceptos teóricos mediante la puesta en práctica de estos a medida que avanza el curso.

El enunciado del proyecto plantea el contexto y una serie de objetivos generales que el sistema a modelar debe cumplir. Este enunciado es proporcionado a los estudiantes a principios de curso, una vez han adquirido una serie de conceptos básicos respecto a la asignatura. Son los propios estudiantes quienes deben completar la especificación de requisitos y desarrollar el modelo del sistema según su propio criterio, valorándose la originalidad de las soluciones propuestas y la correcta ejecución de los procesos de ingeniería.

El propio proyecto final sigue una estructura de entregas incrementales basada en hitos, de tal forma que los hitos se entregan a lo largo del curso como si de un proyecto real se tratara. En el primer hito los estudiantes deben entregar el catálogo de requisitos del sistema. En el segundo, el modelo de dominio y una breve memoria técnica, y en el tercer y último hito, el modelo de análisis completo. Los docentes desempeñan el papel de clientes, proporcionando retroalimentación a cada grupo durante la semana posterior a la entrega. Por otro lado, los estudiantes pueden corregir los problemas detectados por los clientes, lo que tendrá un impacto directo en la calificación obtenida en el hito correspondiente.

Una gran parte del trabajo asociado al proyecto se desarrolla durante las clases presenciales, dedicando parte de las sesiones de teoría a trabajo en grupo con el apoyo de los docentes, pudiendo resolver dudas para orientar a los estudiantes a lo largo de todo el proceso. El resto de las sesiones de teoría se centran en tratar los contenidos necesarios para el desarrollo del proyecto siguiendo un enfoque tipo aula invertida (Bergmann & Sams, 2012; Kiat & Kwong, 2014) con el apoyo del campus virtual institucional para guiar todo el proceso (García-Holgado, García-Peñalvo, Rodríguez Conde, & Vázquez-Ingelmo, 2019).

Dada la importancia de la participación en las sesiones presenciales, y teniendo en cuenta la importancia de la evaluación continua en los nuevos planes de estudios, el enfoque activo planteado implica asistir, al menos, al 75% de las sesiones, así como su participación en las mismas, tanto en las de teoría como en las de práctica.

Sin embargo, hay una porción de estudiantes que deben tenerse en cuenta. Estos alumnos son principalmente aquellos que, por incompatibilidad horaria u otras cuestiones, no pueden asistir a las sesiones de la asignatura y, por lo tanto, incumplirían con el requisito de asistir al 75% de clases.

Debido a esta situación y, para tener en cuenta las dificultades de estos alumnos, se añade una modalidad alternativa para cursar la asignatura. Así, se definen dos modalidades. Por una parte, la modalidad A, con un enfoque centrado en una evaluación final, donde los estudiantes que ya han cursado la asignatura previamente o que no pueden asistir a las sesiones presenciales, trabajan de forma autónoma. Por otra parte, la modalidad B, cuya metodología activa ha sido descrita al comienzo de esta sección.

Si un alumno que eligió en un primer momento la modalidad B falta a más de un 25% de las sesiones, perderá la evaluación continua y se le transferirá a la modalidad A. Aunque la asistencia no sea obligatoria, los alumnos que de la modalidad A pueden asistir a las sesiones presenciales cuando les sea posible.

En cuanto a la calificación final, tanto la modalidad A como la B han mantenido la misma ponderación descrita previamente – evaluación continua 25%, proyecto final 35% y examen final 40%. En la modalidad A los alumnos que la hayan elegido no están exentos de realizar el proyecto final (con excepción de aquellos que ya hayan cursado la asignatura y hayan decidido mantener las calificaciones de cursos previos). Respecto a la nota de evaluación continua, se sigue el mismo criterio, conservando la nota previa si el alumno ha cursado previamente la asignatura y ha decidido mantenerla, o bien obteniendo un 0 en caso de elegir la modalidad A sin haber cursado previamente la asignatura.

B. Instrumentos

Para poder evaluar el impacto de este cambio en el enfoque de la asignatura para mejorar las calificaciones y rendimiento de los alumnos, se han utilizado dos instrumentos. El objetivo es evaluar el impacto de la metodología activa frente a la metodología tradicional utilizada en los cursos académicos previos.

El primer instrumento se compone de una serie de preguntas socio-demográficas, incluyendo sexo, año de nacimiento, curso más alto en el que el estudiante está matriculado, nivel de

estudios de los padres, nota del examen de acceso a la universidad, número veces que el estudiante se ha matriculado en la asignatura, estudios superiores o de formación profesional previos, satisfacción con el grado, etc. Estas preguntas se complementan con el cuestionario CEVEAPEU (Cuestionario para la Evaluación de las Estrategias de Aprendizaje en Estudiantes Universitarios) (Gargallo, Suárez-Rodríguez, & Pérez-Pérez, 2009), compuesto de 88 ítems con el objetivo de evaluar estrategias de aprendizaje.

El segundo es un cuestionario centrado en obtener la satisfacción de los estudiantes sobre las nuevas medidas aplicadas. Este instrumento es una adaptación del cuestionario de satisfacción publicado como anexo en la tesis doctoral de González Rogado (2012).

Estos dos instrumentos se han implementado utilizando Google Forms. Ambos pueden consultarse en (Rodríguez-Conde, García-Peñalvo, & García-Holgado, 2017).

Por otro lado, también se ha recolectado información sobre sus resultados de aprendizaje. Estos resultados son variables complejas, compuestas de una serie de medidas cuantitativas y cualitativas respecto a los resultados de los diversos exámenes y actividades propuestas. Para facilitar la recogida de las medidas cualitativas, se han utilizado rúbricas de evaluación que permiten convertirlas en medidas cuantitativas.

Concretamente, se han utilizado 24 ítems durante el curso 2016-17 y 25 ítems en los cursos siguientes para medir los resultados de aprendizaje de la asignatura (Tabla 1). En particular, en el curso 2017-18 se incorporó un ítem para implementar un proceso de coevaluación entre los miembros de cada grupo.

Los ítems han sido ordenados y estructurados en una hoja de cálculo que permite su distribución entre los docentes involucrados en la asignatura. Cada una de las filas identifica a cada estudiante mediante su nombre, apellidos, género, NIF o NIE, correo electrónico, número de veces que el estudiante se ha matriculado en la asignatura, modalidad elegida (A o B) y un número que identifica su grupo de trabajo.

Los 25 ítems están asociados a las diferentes partes que se evalúan en la asignatura: evaluación continua (C1-C8), proyecto final (P1-P5) y examen (E1-E9). Por otro lado, A1 permite verificar la condición para mantenerse en la modalidad con enfoque activo, y F1 y F2 recogen la calificación final. Los primeros 21 ítems son definidos para todos los estudiantes, mientras que los 4 ítems finales (E7-E9, F2) solo son utilizados para aquellos estudiantes que no han superado la asignatura en la primera convocatoria, y que por lo tanto tienen una segunda convocatoria para superarla.

Tabla 1. Ítems de evaluación recogidos para cada estudiante

ID	Ítem	Rango	Descripción
A1	Faltas	0 – 47	Número de faltas de asistencia a las sesiones presenciales
C1	Participación	Texto	Comentarios por participar en las sesiones presenciales
C2	Taller 1	0 – 1,25	Calificación obtenida por participar o presentar su solución durante el primer taller
C3	Taller 2	0 – 1,25	Calificación obtenida por participar o presentar su solución durante el segundo taller
C4	Taller 3	0 – 1,25	Calificación obtenida por participar o presentar su solución durante el tercer taller

C5	Informe	0 – 1	Calificación por entregar el informe del taller presentado previamente en el aula
C6	Ejercicio 1	0 – 10	Calificación obtenida en el primer ejercicio UML como parte de la evaluación continua
C7	Ejercicio 2	0 – 10	Calificación obtenida en el segundo ejercicio UML como parte de la evaluación continua
C8	Evaluación continua	0 – 10	La suma de C2 a C5 (C2+C3+C4 <= 1,25) y la media de C6 y C7
P1	Hito 1	0 – 10	Resultado de la rúbrica para evaluar el hito 1 del proyecto final
P2	Hito 2	0 – 10	Resultado de la rúbrica para evaluar el hito 2 del proyecto final
P3	Hito 3	0 – 10	Resultado de la rúbrica para evaluar el hito 3 del proyecto final
P4	Coevaluación	0 – 10	Calificación asignada por los miembros del equipo
P5	Proyecto final	0 – 10	El 90% es la media de P1 a P3 y el 10% es P4
E1	Test 1	0 – 10	Calificación del primer examen parcial sobre conceptos teóricos
E2	Test 2	0 – 10	Calificación del segundo examen parcial sobre conceptos teóricos
E3	Parciales teoría	0 – 10	Calificación de los parciales de teoría. Media de E1 y E2
E4	Teoría examen Conv1	0 – 10	Calificación parte teórica en el examen final (primera convocatoria)
E5	Práctica examen Conv1	0 – 10	Calificación parte práctica en el examen final (primera convocatoria)
E6	Examen Conv1	0 – 10	Calificación del examen final. Media de E4 (o E3 si E3>=4) y E5 $25% * C8 + 35% * T4 + 40% * E5$
F1	Nota final Conv1	0 – 10	+ C1 + una parte subjetiva relacionada el esfuerzo del estudiante (primera convocatoria)
E7	Teoría examen Conv2	0 – 10	Calificación parte teórica en el examen final (segunda convocatoria)
E8	Práctica examen Conv2	0 – 10	Calificación parte práctica en el examen final (segunda convocatoria)
E9	Examen Conv2	0 – 10	Calificación del examen final. Media de E8 y E9
F2	Nota final Conv2	0 – 10	$25% * C8 + 35% * T4 + 40% * E10$ + una parte subjetiva relacionada con el esfuerzo del estudiante (segunda convocatoria)

C. Recolección y análisis de datos

Durante los cursos 2016-17, 2017-18 y 2018-19 se ha aplicado el instrumento de estilos de aprendizaje al inicio y al final de la asignatura. Así mismo, se ha recogido la satisfacción de los estudiantes al finalizar las sesiones presenciales y antes de realizar el examen final con el fin de evitar que la calificación

Tabla 3. Resultados descriptivos para estudiantes de primera matrícula y modalidad B (n=205)

	2013-14					2016-17					2017-18					2018-19				
	N	Min	Max	Med	Std.dev.	N	Min	Max	Med	Std.dev.	N	Min	Max	Med	Std.dev.	N	Min	Max	Med	Std.dev.
C6	37	,50	9,50	4,4324	2,91110	52	2,00	8,50	5,1442	1,50924	44	,00	8,50	3,5284	1,73391	44	,00	7,00	2,8068	2,32333
C7	21	3,00	8,50	5,8095	1,66190	59	,00	10,00	3,0381	2,30994	45	2,00	10,00	6,6778	1,78426	45	,00	9,00	2,6222	2,03144
C8	50	,00	9,25	3,2700	2,88285	60	,25	10,50	4,6830	2,18478	47	1,75	9,12	5,6977	1,86064	48	,00	8,75	3,0808	2,17649
E1	44	,00	8,67	3,3077	2,10859	60	,53	10,00	4,6537	1,98318	47	2,28	7,89	4,9957	1,61040	48	2,28	8,42	5,2565	1,64872
E2	21	-,89	6,22	3,6508	1,78688	48	1,17	9,33	4,3858	1,66947	43	,18	8,77	4,3177	1,79968	45	1,33	7,83	4,1629	1,64858
E3	50	,00	11,78	3,6775	3,18822	60	,26	9,66	4,0808	2,00104	47	1,14	7,54	4,4724	1,58667	48	1,14	7,71	4,5808	1,47378
P5	43	3,00	9,00	5,6977	1,73939	60	6,35	10,00	8,4380	,96421	47	2,00	10,00	8,1566	1,61107	48	3,18	9,60	7,9453	1,34377
F1	36	,00	7,85	2,9605	1,80796	58	2,12	9,00	4,8709	1,55147	46	2,36	7,89	4,7299	1,33784	47	1,09	8,14	4,3098	1,59355
F2	28	,63	5,70	3,1979	1,61872	20	1,47	6,00	4,1393	1,39567	18	2,53	5,85	4,4181	,92185	22	1,73	7,35	4,4301	1,31472

del examen influya en la percepción de los estudiantes en relación con las actividades desarrolladas durante el curso.

Además, se han recogido los resultados de aprendizaje con el fin de analizar el impacto de la metodología activa durante los tres cursos académicos, así como comparar con el curso académico 2013-14 donde los mismos docentes fueron encargados de impartir docencia en la asignatura.

Para analizar los datos se han procesado las hojas de cálculo en las que se han recogido los resultados de aprendizaje. Por otro lado, se han procesado las calificaciones del curso 2013-14 para poder realizar comparaciones. Durante el curso 2013-14 los ítems recogidos fueron C6-C8, P5, E1-E9 y F1-F2. Todos los datos se han agrupado en un único Excel que se ha importado en SPSS Statistics 25 (Licencia de la Universidad de Salamanca).

D. Muestra

En el Grado de Ingeniería Informática los estudiantes se organizan en dos grupos, A y B. La población del estudio está conformada por el grupo A. En cuanto a muestra, se ha tomado a los estudiantes que se han matriculado por primera vez en la asignatura y únicamente a aquellos que han cursado la modalidad B en los cursos 2016-17, 2017-18 y 2018-19, ya que es el subconjunto en el que se ha aplicado la metodología activa.

Tabla 2. Descripción de la muestra del estudio

	Muestra (Población)	Mujeres	Hombres
2013-14	50 (79)	10 (20,00%)	40 (80,00%)
2016-17	60 (72)	8 (13,33%)	52 (86,67%)
2017-18	47 (57)	8 (17,02%)	39 (82,98%)
2018-19	48 (59)	7 (14,58%)	41 (85,42%)
TOTAL	205 (267)	33 (16,10%)	172 (83,90%)

La Tabla 2 describe la muestra y sus principales características. Se puede observar que la proporción en relación con el género no es equitativa. Este hecho se debe a la brecha de género que existe en las áreas de ingeniería (ComunidadMujer, 2016; Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2016; TIMSS, 2015; UNESCO, 2016, 2017).

4. RESULTADOS

En primer lugar, se presenta la tabla de estadísticos descriptivos básicos por cada uno de los ítems que componen la calificación final organizados por curso académico. Las variables analizadas están comprendidas en un rango de 0-10 puntos, como suele ser habitual en el sistema de evaluación de estudiantes español.

En la Tabla 3 se puede observar que existen diferencias entre las medias en cada uno de los ítems analizados, pero es necesario determinar si las diferencias detectadas son significativas a nivel estadístico, es decir, si la incorporación del enfoque activo ha afectado a las calificaciones obtenidas por los estudiantes que cursan la asignatura por primera vez. Para determinar el tipo de prueba a utilizar, primero se ha llevado a cabo las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilks (Tabla 4). Todas las distribuciones correspondientes a los ítems de evaluación, a excepción de la calificación de los parciales de teoría (E3) siguen una distribución normal (n.s.,05), por lo que para comparar las medias de los diferentes cursos académicos se ha realizado un análisis de la varianza (ANOVA).

La Tabla 5 muestra el estadístico F con su nivel de significación entre grupos, lo que permite afirmar que existen diferencias significativas entre las medias de la evaluación continua (C6, C7, C8), el primer test parcial (E1), el proyecto final (P5) y los exámenes finales (F1, F2). Por otro lado, dado que el nivel de significación es mayor a .05, se acepta la igualdad de medias para el segundo test parcial (E2) y la nota media de los test (E3).

Tabla 4. Resultados de la prueba de normalidad para la distribución de las variables del estudio

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
C6	,109	47	,200*	,950	47	,042
C7	,100	47	,200*	,950	47	,044
C8	,122	47	,076	,970	47	,258
E1	,116	47	,138	,948	47	,037
E2	,083	47	,200*	,983	47	,701
E3	,129	47	,048	,936	47	,012
P5	,115	47	,152	,959	47	,095
F1	,117	47	,114	,933	47	,010
F2	,096	47	,200*	,970	47	,260

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Tabla 5. ANOVA para cada medida de rendimiento, en función de los cuatro años evaluados

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
C6	147,400	3	49,133	10,861	,000
C7	522,148	3	174,049	42,094	,000
C8	222,781	3	74,260	13,940	,000
E1	101,635	3	33,878	9,856	,000
E2	8,645	3	2,882	,979	,404
E3	24,931	3	8,310	1,754	,157
P5	217,394	3	72,465	36,402	,000
F1	91,869	3	30,623	12,482	,000
F2	25,537	3	8,512	4,511	,006

En aquellos casos en los que la diferencia entre las medias es significativa (n.s. .01) es necesario llevar a cabo comparaciones post-hoc. Mediante la prueba de Scheffé se ha determinado entre qué grupos concretos se dan las diferencias significativas (n.s. .01). En la Tabla 6 se muestran los resultados de la prueba cuando la categoría 1 de la variable 1 es el curso académico 2013-14. El nivel de significación muestra que existen diferencias significativas entre el curso 2013-14 y todos los cursos en los que se ha implementado el enfoque activo para el primer test parcial (E1), el proyecto final (P5) y el examen final de primera convocatoria (F1). En cambio, en la evaluación continua solo existen diferencias significativas entre el curso 2013-14 con 2016-17 y 2018-19 para el segundo ejercicio de

continua (C7); y con 2017-18 para la nota final de evaluación continua (C8).

En la Tabla 6 se ha incorporado el resultado de la prueba de tamaño del efecto (d de Cohen), con el objeto de medir la magnitud o tamaño del efecto, para aquellas diferencias de medias entre los cursos encontradas significativas. Se considera que valores inferiores a 0.2 indican un efecto de pequeño tamaño, 0.5 de magnitud media y 0.8 indica un efecto de alta magnitud. Como se observa en la Tabla 6, todas las diferencias estadísticamente significativas con respecto al curso 2013-14, además muestran un tamaño del efecto alto.

Tabla 6. Comparaciones múltiples mediante la prueba de Scheffé, con la prueba d de (Cohen, 1962)

(J)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Límite inferior	Límite superior	D (tamaño del efecto)	
C6	2016-17	-0,712	0,457	0,492	-2,003	0,580	
	2017-18	0,904	0,474	0,308	-0,435	2,243	
	2018-19	1,626	0,474	0,01	0,286	2,965	
C7	2016-17	2,771	0,517	0	1,312	4,231	1,377
	2017-18	-0,868	0,537	0,458	-2,386	0,650	
	2018-19	3,187	0,537	0	1,670	4,705	1,684
C8	2016-17	-1,413	0,442	0,019	-2,659	-0,167	
	2017-18	-2,428	0,469	0	-3,750	-1,106	-0,964
	2018-19	0,189	0,466	0,983	-1,126	1,504	
E1	2016-17	-1,346	0,368	0,005	-2,384	-0,308	-0,799
	2017-18	-1,688	0,389	0	-2,785	-0,591	-1,282
	2018-19	-1,949	0,387	0	-3,040	-0,858	-1,030
P5	2016-17	-2,740	0,282	0	-3,535	-1,945	-1,585
	2017-18	-2,459	0,298	0	-3,299	-1,619	-0,976
	2018-19	-2,248	0,296	0	-3,083	-1,412	-1,446
F1	2016-17	-1,910	0,332	0	-2,848	-0,973	-1,134
	2017-18	-1,769	0,349	0	-2,753	-0,786	-1,343
	2018-19	-1,349	0,347	0,002	-2,328	-0,371	-0,792
F2	2016-17	-0,941	0,402	0,149	-2,089	0,206	
	2017-18	-1,220	0,415	0,041	-2,404	-0,036	
	2018-19	-1,232	0,391	0,024	-2,349	-0,116	

I = 2013-14; J = 2016-17, 2017-18, 2018-19

La Figura 1 muestra las medias de cada uno de los ítems entre los que se han detectado diferencias significativas entre 2013-14 y al menos uno de los cursos en los que se ha aplicado el enfoque activo. Se puede observar como las medias son más altas en el primer test parcial de teoría (E1), el proyecto final (P5) y los exámenes finales (F1, F2) cuando se aplica el enfoque activo.

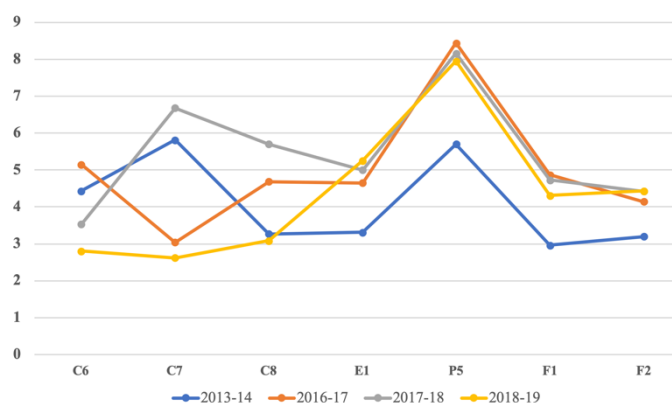


Figura 1. Medias de los ítems con diferencias significativas respecto al curso 2013-14

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La asignatura de Ingeniería del Software I presenta serios problemas de participación del alumnado en el proceso de aprendizaje, lo que afecta de forma directa a los resultados de aprendizaje. A pesar de utilizar técnicas activas en algunas sesiones de prácticas, la mayor parte de las sesiones teóricas siguen el método expositivo. Con objeto de mejorar esta situación se ha introducido un enfoque activo a través de diversos métodos, aunque principalmente se ha utilizado el ABP.

A través de un análisis comparativo entre el curso 2013-14 y los resultados recogidos durante los tres últimos cursos académicos en los que se ha aplicado el cambio metodológico (2016-17, 2017-18 y 2018-19), se puede concluir que en base a los datos recogidos el enfoque activo ha influido en lograr una mejora considerable en las calificaciones finales de la asignatura, con especial impacto en el proyecto final (35% de la calificación final) y el examen final, tanto en primera como en segunda convocatoria (40% de la calificación final).

Respecto a la evaluación continua, aunque se han detectado diferencias significativas entre el curso 2013-14 y algunos de los cursos en los que se ha aplicado el enfoque activo, estas diferencias no implican una mejora de los resultados, tal y como se puede ver en la Figura 1.

Así mismo, los resultados obtenidos permiten detectar las áreas de mejora en el cambio metodológico, de tal forma que en cursos futuros se establecerán cambios para lograr una mejora en la evaluación continua.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte de los proyectos de innovación y mejora docente “Implementación de una metodología activa en Ingeniería del Software I” (ID2017/009) y “Acciones a favor de la diversidad en el ámbito tecnológico. Experiencia piloto en una asignatura del Grado en Informática” (ID2018/076) financiados por la Universidad de Salamanca.

REFERENCIAS

- Benegas, J., Pérez de Landazábal, M., & Otero, J. (2013). *El aprendizaje activo de la física básica universitaria*: Andavira.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*: International Society for Technology in Education.
- Cohen, J. (1962). The statistical power of abnormal social psychological research: A review. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 65, 145-153.
- ComunidadMujer. (2016). *Informe GET 2016: la brecha persistente. Primer estudio sobre la desigualdad de género en el ciclo de vida. Una revisión de los últimos 25 años*. Retrieved from Chile: <http://bit.ly/2zvbyDP>
- Estruch, V., & Silva, J. (2006). Aprendizaje basado en proyectos en la carrera de Ingeniería Informática. *Actas de las XII Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI, 2006)*. Deusto, Bilbao, del, 12, 339-346.
- Felder, R. M., & Brent, R. (2009). Active learning: An introduction. *ASQ Higher Education Brief*, 2(4), 1-5.
- García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., Rodríguez Conde, M. J., & Vázquez-Ingelmo, A. (2019). El campus virtual como soporte para implementar una metodología activa para mejorar la tasa de éxito en la materia de Ingeniería del Software. In *Actas IX Jornadas Internacionales de Campus Virtuales, 11-13 Septiembre 2019*. Popayán, Colombia: Asociación Red Universitaria de Campus Virtuales (RUCV).
- García-Peñalvo, F. J. (2018). *Proyecto Docente e Investigador. Catedrático de Universidad. Perfil Docente: Ingeniería del Software y Gobierno de Tecnologías de la Información. Perfil Investigador: Tecnologías del Aprendizaje. Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial*. Salamanca, España: Departamento de Informática y Automática. Universidad de Salamanca.
- Gargallo, B., Suárez-Rodríguez, J. M., & Pérez-Pérez, C. (2009). El cuestionario CEVEAPEU. Un instrumento para la evaluación de las estrategias de aprendizaje de los estudiantes universitarios. *RELIEVE*, 15(2), 1-31.
- González Rogado, A. B. (2012). *Evaluación del impacto de una metodología docente, basada en el aprendizaje activo del estudiante, en computación en ingenierías*. Universidad de Salamanca, Salamanca, España. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10366/121366>
- Kiat, P. N., & Kwong, Y. T. (2014, 23-25 April 2014). *The flipped classroom experience*. Paper presented at the 2014 IEEE 27th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T).
- Macias, J. A. (2012). Enhancing project-based learning in software engineering lab teaching through an e-portfolio approach. *IEEE Transactions on Education*, 55(4), 502-507.
- Ministerio de Educación Cultura y Deporte. (2016). *Datos y cifras del sistema universitario español. Curso 2015/2016*. Retrieved from Madrid, Spain: <http://bit.ly/2lPgaRC>
- Novak, G., Patterson, E., Gavrín, A., & Christian, W. (1999). *Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology* Prentice Hall. New Jersey.
- Rodríguez-Conde, M. J., García-Peñalvo, F. J., & García-Holgado, A. (2017). *Pretest y postest para evaluar la implementación de una metodología activa en la docencia de Ingeniería del Software* (Technical Report GRIAL-TR-2017-007). Retrieved from Salamanca, Spain: <http://bit.ly/2khn8yi>
- Thomas, J. (2000). *A review of research on project-based learning*. Retrieved from San Rafael, CA, USA: <http://www.autodesk.com/foundation>
- TIMSS. (2015). *Trends in International Mathematics and Science Study*. Retrieved from <https://timssandpirls.bc.edu/timss2015/>
- UNESCO. (2016). *STEM and Gender Advancement (SAGA): improved measurement of gender equality in science, technology, engineering and mathematics*. Retrieved from <http://bit.ly/2m8oOds>
- UNESCO. (2017). *Cracking the code: girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)* (978-92-3-100233-5). Retrieved from <http://bit.ly/2k8nhns>
- Universidad de Salamanca. (2017). *Guía Académica de la asignatura Ingeniería de Software I. Curso 2017-2018*. Retrieved from <https://guias.usal.es/node/17089>