

Mejora de los Resultados de Aprendizaje en Ingeniería del Software: Metodologías Activas Soportadas por el Campus Virtual

A. García-Holgado, *Miembro, IEEE*, A. Vázquez-Ingelmo, F. J. García-Peñalvo, *Miembro, IEEE*, M. J. Rodríguez-Conde

Title— Improvement of learning outcomes in software engineering: active methodologies supported through the virtual campus

Abstract— There are some subjects that are seen as a challenge by both students and teachers. One of these subjects is Software Engineering, where the novelty of its concepts and the need of applying abstract thinking need major efforts to understand new paradigms of design and development of information systems. Due to these difficulties, students face the subject with low motivation. The present work describes a series of teaching methodology changes carried out during the last three academic years, specially the implementation carried out during the 2017-18 year. The analysis of the results shows a high correlation between the students' participation and the success ratio of the subject by comparing the results obtained by students studying the active methodology in 2017-18 and the results for the academic year 2013-14.

Index Terms— Active methodology, collaborative learning, virtual campus, software engineering, PBL, technological ecosystem.

I. INTRODUCCIÓN

La materia de Ingeniería del Software se imparte en la Universidad de Salamanca como parte del plan de estudios de las titulaciones de informática desde 1989 hasta la actualidad. En particular, la materia de Ingeniería del Software en el Grado en Ingeniería Informática en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca se organiza en tres asignaturas obligatorias: Ingeniería del Software I (2º curso), Ingeniería del Software II (3º curso) y Gestión de Proyectos (4º curso).

La primera asignatura que aborda la Ingeniería del Software [1] se imparte en el segundo semestre del segundo curso del Grado, y tiene el doble objetivo de introducir los

fundamentos de la materia, así como los modelos y métodos propios de la Ingeniería de Requisitos [2].

Los estudiantes cursan la asignatura después de haber adquirido habilidades de programación a través de tres asignaturas en las que se introduce desde la programación funcional hasta la orientación a objetos. La forma de abordar el desarrollo de productos software en la materia de Ingeniería del Software es diferente a las habilidades que los estudiantes adquieren en los semestres previos. El mayor nivel de abstracción requerido por la Ingeniería de Requisitos junto a la novedad de los conceptos, son un obstáculo para aquellos que cursan la materia por primera vez.

La motivación de los estudiantes a la hora de cursar Ingeniería del Software I es baja, lo cual se ve reflejado en la falta de asistencia a las clases presenciales, así como en el bajo número de estudiantes que supera la asignatura. Estos problemas afectan al rendimiento de los estudiantes en las siguientes asignaturas asociadas a la materia. Es importante que los estudiantes adquieran las competencias instrumentales y sistémicas relacionadas con los procesos de Ingeniería del Software, así como las habilidades interpersonales tales como la resolución de problemas, el trabajo colaborativo o el compromiso con el trabajo.

El uso de metodologías activas permite incrementar la motivación de los estudiantes y facilitar el desarrollo de competencias fundamentales, tal y como ha sido probado en diferentes contextos educativos, desde educación infantil hasta educación terciaria [3-5].

Con el fin de aumentar la tasa de éxito en Ingeniería del Software I y lograr que los estudiantes participen en el proceso de aprendizaje, se ha rediseñado la asignatura para introducir el aprendizaje activo [6, 7] en el aula con el campus virtual como soporte [8, 9]. En particular, se ha implementado a través de aprendizaje autónomo, aprendizaje colaborativo con algunas técnicas de aprendizaje cooperativo en cuestiones puntuales, un enfoque de clase invertida para la parte más teórica y aprendizaje basado en proyectos (ABP) [10].

El aprendizaje activo pone al estudiante en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, de tal forma que el profesor se convierte en un guía, un mediador, que procura al estudiante unas pautas para que se produzca el aprendizaje. Entre sus características se encuentra la mejora en el nivel de atención de los estudiantes, una mejor comprensión de los conceptos de la asignatura, así como el fomento de los procesos de retroalimentación entre docentes

A. García-Holgado, Grupo de Investigación GRIAL, Departamento de Informática y Automática, Universidad de Salamanca, Salamanca, España (aliciagh@usal.es)

(<https://orcid.org/0000-0002-8221-0161>)

A. Vázquez-Ingelmo, Grupo de Investigación GRIAL, Universidad de Salamanca, Salamanca, España (andreaavazquez@usal.es)

(<https://orcid.org/0000-0002-7284-5593>)

F.J. García-Peñalvo, Grupo de Investigación GRIAL, Departamento de Informática y Automática, Universidad de Salamanca, Salamanca, España (fgarcia@usal.es)

(<https://orcid.org/0000-0001-9987-5584>)

M.J. Rodríguez-Conde, Grupo de Investigación GRIAL, Universidad de Salamanca, Salamanca, España (mjrconde@usal.es)

(<https://orcid.org/0000-0002-2509-1901>)

y estudiantes. Este tipo de aprendizaje abarca un conjunto de métodos que permiten desarrollar estrategias en las que el estudiante, además de actuar, reflexiona sobre la acción desarrollada [11, 12].

El objetivo del presente trabajo es presentar el rediseño llevada a cabo en la asignatura Ingeniería del Software I y describir los principales resultados obtenidos durante el curso 2017-18 en el grupo de estudiantes que optaron por la modalidad basada en aprendizaje activo. Para poder analizar el impacto del cambio metodológico, se presenta un análisis comparativo con los resultados de aprendizaje del curso 2013-14, año académico en el que los mismos docentes impartieron la asignatura aplicando una metodología tradicional.

El objetivo último del estudio es mejorar el rediseño de la asignatura en los próximos cursos con el fin de extraer una serie de guías y herramientas para que la experiencia pueda ser replicada en otras universidades. El presente trabajo presenta una extensión de la comunicación realizada en las Jornadas Internacionales de Campus Virtuales 2019 (Popayán, Colombia) [13].

El resto del trabajo se organiza como sigue. La sección 2 describe trabajos relacionados con la introducción de metodologías activas en estudios de ingeniería informática. En la sección 3 se describe la situación de partida, es decir, cómo se afrontaba la asignatura antes de introducir los cambios. La sección 4 presenta las actividades y acciones ejecutadas para rediseñar la asignatura. La sección 5 detalla el rol del campus virtual en el rediseño de la asignatura. La sección 6 analiza los resultados obtenidos tras aplicar los cambios metodológicos, seguida de las secciones 7 y 8, donde dichos resultados se discuten y se alcanzan una serie de conclusiones, respectivamente.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Existen muchos trabajos en la literatura que presentan la introducción exitosa del aprendizaje colaborativo en estudios de ingeniería informática. En particular, existe un gran número de trabajos en torno a la introducción de técnicas de aprendizaje colaborativo en la enseñanza de la programación, de acuerdo con la revisión sistemática realizada en [14].

El aprendizaje basado en proyectos también aparece en la literatura asociada a la educación en ingeniería del software como una forma de acercar la realidad empresarial al contexto del aula [15, 16]. Por otro lado, [17, 18] plantean el uso de portafolios para facilitar la implementación del ABP. Otros trabajos, como [19-21], abordan el enfoque activo a través de la gamificación de los procesos de enseñanza-aprendizaje, con especial hincapié en juegos basados en roles donde los estudiantes deben desempeñar diferentes roles a lo largo del desarrollo del proyecto [22].

Cabe también destacar el enfoque de clase invertida en el contexto de ingeniería del software planteado en [23, 24], así como propuestas que plantean un enfoque holístico en el que se desarrollan proyectos multidisciplinarios en estudios de ingeniería informática [25]. Sin embargo, la mayor parte de los trabajos encontrados plantean la incorporación de una de las técnicas de aprendizaje activo, pero no se han encontrado propuestas que implemente una combinación de métodos y técnicas como el que se propone en el presente

trabajo.

Así mismo, en cuanto al uso de la tecnología como soporte para la implementación de metodologías activas, [18] destaca la posibilidad de incorporar el campus virtual como un elemento de soporte aunque en la propuesta descrita no lo incorpora. No se han encontrado trabajos en los que se detalle el uso del campus en conjunción con alguna de las metodologías activas utilizadas para mejorar los resultados de aprendizaje en la materia de Ingeniería del Software.

III. SITUACIÓN DE PARTIDA

Ingeniería del Software I es una asignatura de evaluación continua cuyo esquema de evaluación se basa en el desarrollo de tres talleres prácticos, dos pruebas parciales y un proyecto final.

La calificación final de la asignatura se compone de tres partes: la nota de evaluación continua (25%), la nota del proyecto final (35%) y la nota del examen final (40%). A su vez, la nota de evaluación continua se compone de la nota correspondiente a participar de forma activa en las sesiones presenciales, la nota por tomar un papel activo en los talleres de prácticas y la nota de los ejercicios de modelado recogidos a lo largo de la asignatura.

Las sesiones presenciales se dividen en teóricas y prácticas. Todas las sesiones siguen un modelo académico-expositivo, excepto dos sesiones dedicadas a pruebas parciales y tres sesiones prácticas – los talleres – que utilizan el modelo de resolución de problemas; en ellas se trabaja la solución de modelado de un problema planteado previamente y que los estudiantes tienen que resolver en grupos antes de la sesión.

Respecto al proyecto final, a mediados del semestre se proporcionan los requisitos básicos del sistema que los estudiantes deben modelar. Los estudiantes trabajan en grupos de 2-3 estudiantes para realizar la elicitación de requisitos y el modelo de análisis. El trabajo se realiza en horas no lectivas y los estudiantes cuentan con el apoyo de tutorías con los docentes para resolver las posibles dudas. El proyecto se entrega impreso al final del curso y todos los miembros del grupo obtienen la misma calificación.

Por último, los estudiantes que aprueban el proyecto final mantienen la nota para cursos posteriores en caso de no superar la asignatura. Así mismo, la nota de evaluación continua se mantiene para años posteriores.

IV. REDISEÑO DE LA ASIGNATURA

La evaluación continua es parte de los procesos de evaluación de los estudios de grado dentro del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) aunque no todos los estudiantes pueden seguir este tipo de evaluación, bien por el solapamiento de horarios con asignaturas de otros cursos o por cuestiones laborales. Por este motivo, a la hora de introducir el aprendizaje activo en Ingeniería del Software I se ha tenido en cuenta la situación de los estudiantes que no cursan la asignatura por primera vez.

Se han definido dos modalidades - A y B - para cursar la asignatura, de tal forma que todos los estudiantes deben seleccionar una de estas modalidades a comienzo del semestre. Por un lado, la modalidad A tiene un enfoque más

tradicional hacia una evaluación final, diseñada para aquellos estudiantes que han asistido previamente a las sesiones presenciales o que no pueden asistir a las mismas por razones laborales o solapamiento con otras asignaturas. En esta modalidad los estudiantes no pueden optar a la evaluación continua, pero pueden asistir a las sesiones

presenciales y realizar las pruebas parciales. Además, deben entregar el proyecto final y defenderlo en grupo. Para calcular su calificación final se tiene en cuenta la nota de evaluación continua obtenida en cursos previos o un 0 en caso de elegir la modalidad A durante el primer año que se cursa la asignatura.

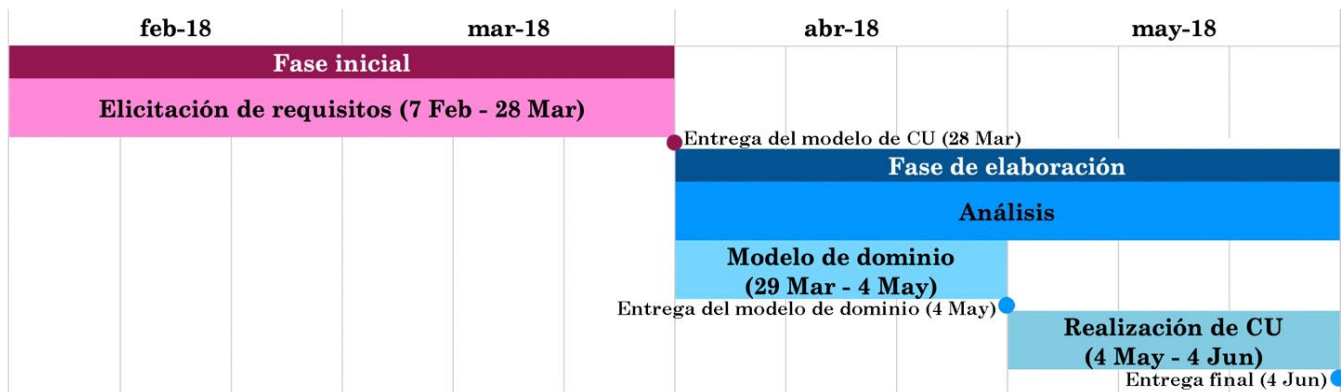


Fig. 1. Diagrama de Gantt utilizado en el curso 2017-18

Por otro lado, la modalidad B, aprendizaje activo, se centra en un enfoque de evaluación continua basado en el aprendizaje activo a través del aprendizaje autónomo, el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje basado en proyectos. La Ingeniería del Software se centra en el proceso de desarrollo de proyectos software, por lo que el enfoque basado en proyectos como modelo de enseñanza-aprendizaje permite que los estudiantes trabajen de manera activa, planeen, implementen y evalúan el proceso de desarrollo software a través de su un proyecto que podría tener aplicación en el mundo real más allá del aula de clase [26, 27].

El hilo conductor de la modalidad B es el desarrollo del proyecto final junto con los contenidos teóricos y prácticos que se necesitan para llevarlo a cabo. Las clases presenciales se estructuran siguiendo los hitos del proceso de ingeniería del software (Fig. 1), en vez del temario estructurado. Se trata de un enfoque activo guiado por los hitos del proceso software.

El aprendizaje colaborativo se pone en práctica a través del grupo colaborativo. Los estudiantes se auto organizan en grupos de 2-3 personas. Durante las clases presenciales, la mayor parte del tiempo se dedica a trabajo en grupo donde los docentes desempeñan el rol de facilitadores a través de la resolución de dudas y la orientación, tanto para mejorar las dinámicas dentro de cada grupo de trabajo como para guiar en la implementación del proceso de ingeniería de software. Cada grupo es responsable de distribuir los roles de sus integrantes y organizar el trabajo que realiza cada uno, de tal forma que estas decisiones quedarán reflejadas en el documento del proyecto final. Por otro lado, en el aprendizaje colaborativo hay un riesgo potencial a que la participación individual se diluya, pudiendo dar lugar a

problemas de trabajo en equipo. Por este motivo, el enfoque activo incorpora el uso de técnicas de aprendizaje cooperativa al inicio de cada hito [28, 29].

Así mismo, la modalidad B puede considerarse un tipo de aula invertida [30, 31]; las clases presenciales se preparan fuera del aula y hay una actitud más activa en el aula. Implica asistir y participar en clases de teoría y práctica y realizar ejercicios, talleres, presentaciones orales, entregas parciales del proyecto final, etc. Aunque varía en función del calendario académico, durante el curso 2017-18 hubo 47 sesiones presenciales, de las cuales 20 se centraron en contenidos teóricos con participación activa de los estudiantes (42,55%), 8 siguieron el modelo de resolución de problemas (17,02%), 17 estuvieron destinadas al trabajo colaborativo dentro del aula (36,17%) y 2 fueron pruebas parciales individuales (4,26%).

Además, los estudiantes que cursan la modalidad B tienen que asistir al 75% de las sesiones presenciales, en caso de superar el 25% permitido perderán la evaluación continua y pasan a modalidad A.

Ambas modalidades implican diferentes procesos de trabajo por parte del alumnado. La Fig. 2, realizada con un Modelo y Notación de Procesos de Negocio (BPMN, siglas en inglés de *Business Process Model and Notation*), representa de forma resumida los principales procesos de trabajo y aprendizaje tanto en la modalidad A como en la modalidad B. Aunque cada modalidad implica algunos procesos paralelos, como la recogida de ejercicios o la realización de las pruebas de teoría, se ha evitado su representación para facilitar la lectura del modelo propuesto y poder observar las principales diferencias entre ambas modalidades.

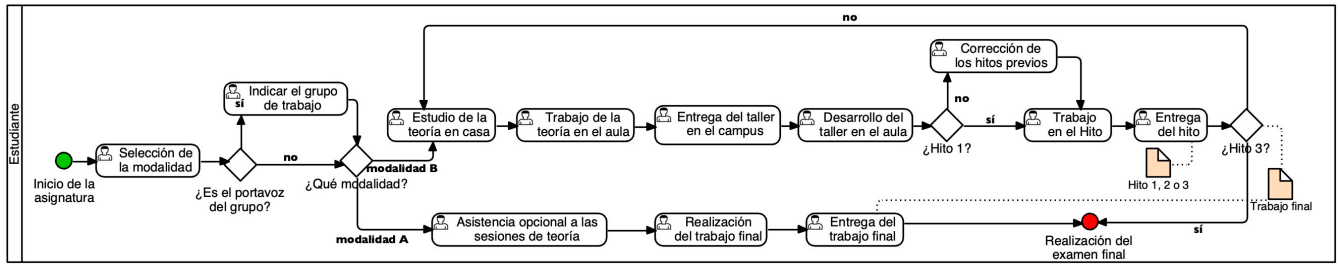


Fig. 2. Diagrama de procesos de negocio que representa los principales procesos asociados al estudiante durante el desarrollo de la asignatura

En cuanto a otra de las novedades introducidas en ambas modalidades, se encuentra el enunciado del proyecto final. Como se ha explicado en la sección 2, anteriormente se proporcionaban como parte del enunciado unos requisitos básicos que el sistema a analizar y documentar debía cumplir. Tras el cambio metodológico, el enunciado del proyecto pasa a tener un carácter mucho más flexible; tan solo se proporciona un objetivo a partir del cual los estudiantes pueden diseñar cualquier clase de solución software que permita alcanzarlo. Por ejemplo, durante el curso 2017-18 el objetivo fijado ha sido: *Modelar una aplicación (web o móvil) cuyo tema central sea la mujer y la niña en la Ciencia y la Tecnología con el fin de reducir la brecha de género en el ámbito científico y tecnológico. La funcionalidad de la herramienta no debe reducirse a recopilar y mostrar información relacionada con la temática, sino que debe enfocarse en trabajar algún aspecto relacionado con la misma.*

Junto al objetivo se aporta información adicional sobre el dominio del problema, para que los estudiantes puedan contextualizar mejor sus soluciones y plantear soluciones creativas e innovadoras. El objetivo de este cambio es lograr una mayor implicación de los estudiantes a la hora de desarrollar el proyecto. Para facilitar el proceso de toma de decisiones que debe tener lugar durante el inicio del proyecto, en la primera sesión presencial de trabajo en grupo se implementa una adaptación de la técnica lápices al centro para que determinen los objetivos funcionales de su propuesta.

En el caso del proyecto final, los estudiantes que cursan la modalidad B siguen un modelo iterativo e incremental compuesto por entregas parciales del proyecto a lo largo del curso, acorde a los hitos del proceso software. Se trata de una forma de guiar el trabajo colaborativo, marcando objetivos parciales que en su conjunto permitan alcanzar el objetivo final. En el caso de la modalidad A, los estudiantes realizan una única entrega a final de curso.

Aunque las tareas de ingeniería planteadas en el proyecto final sean las mismas que las planteadas en cursos anteriores, esta nueva forma de organizar el trabajo siguiendo un modelo de entregas parciales, así como la incorporación de una memoria técnica, acercan a los estudiantes a un contexto real de ingeniería del software.

Respecto a la evaluación del trabajo colaborativo, se mantienen las tres categorías de evaluación, aunque se incorpora un mayor número de elementos que impactan en la evaluación, tal y como se describe en la sección 5.3: la nota de evaluación continua (25%), la nota del proyecto final (35%) y la nota del examen final (40%).

Con objeto de facilitar el trabajo colaborativo, y siguiendo las indicaciones de [32], los miembros del grupo acumulan

el puntaje en forma individual y grupal a lo largo del desarrollo del proyecto final, de tal forma que todos los miembros del grupo se preocupen por el aprendizaje de todos, pues el éxito colectivo dependerá del éxito individual. En particular, la nota obtenida en el proyecto final se compone de la suma ponderada de la media de las calificaciones obtenidas en los tres hitos (90%) y la media de la coevaluación (10%), la calificación asignada por cada uno de los compañeros del grupo respecto al trabajo realizado durante la elaboración del proyecto.

V. EL CAMPUS VIRTUAL

El cambio metodológico se sustenta sobre el ecosistema tecnológico proporcionado por la Universidad de Salamanca [33, 34]. En particular, en el campus virtual institucional (<https://studium.usal.es>), basado en Moodle 3.1, combinado con las cuentas institucionales que permiten utilizar Google Drive. La integración de ambas herramientas, aunque esté soportada por la versión de Moodle utilizada, se realiza únicamente a nivel de gestión de usuarios. En cuanto a los componentes del propio campus virtual, se encuentran activadas las actividades y tareas propias de la versión, así como una integración con el sistema de gestión de usuarios de la Universidad de tal forma que el docente tiene acceso a sus listados de estudiantes para darles acceso automáticamente a su espacio de la asignatura. Entre las herramientas utilizadas dentro del espacio virtual de la asignatura cabe destacar las actividades Consulta, Foro y Tarea, así como el uso de restricciones de acceso en los recursos para guiar el seguimiento de la asignatura. La Fig. 3 muestra la arquitectura del ecosistema tecnológico con los principales componentes que permiten la implementación de la metodología.

A pesar de que el campus se utilizaba antes del cambio metodológico, su uso se reducía a repositorio digital, directamente relacionado con el método académico-expositivo utilizado. Por otro lado, con la incorporación del conjunto de metodologías activas, el campus virtual forma parte del desarrollo de la asignatura desde que comienza el semestre. Es importante tener presente que el uso del campus en sí mismo, como elemento tecnológico, no garantiza ningún aprendizaje, su validez educativa reside en el uso que se haga de la misma en el contexto de la asignatura en conjunción con los métodos y técnicas implementados [35].

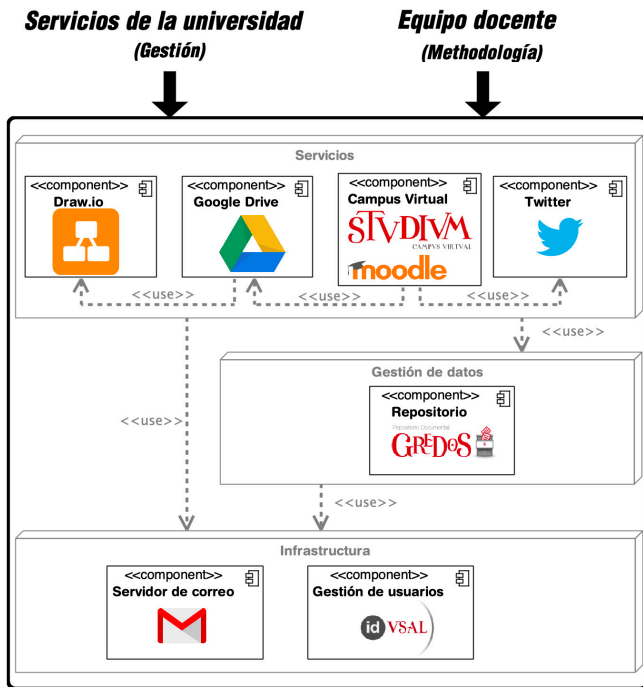


Fig. 3. Principales componentes del ecosistema tecnológico involucrados en la implantación de la metodología. Basado en [36].

En primer lugar, la elección de la modalidad metodológica se realiza a través de una encuesta en el campus virtual, de tal forma que la elección de cada estudiante queda registrada. Aunque esta elección podría solicitarse de forma presencial, se realiza a través del campus para que los estudiantes interactúen con el espacio virtual, así como para que quede constancia de la elección realizada y evitar posibles problemas futuros, ya que esta elección influye en la evaluación final de los estudiantes, en tanto en cuando “desactiva” la posibilidad de evaluación continua a aquellos que eligen la modalidad A.

En segundo lugar, toda la estructura de la asignatura, tanto para la modalidad A como para la B, se realiza en el propio campus. Cada modalidad tiene su espacio personalizado, aunque aquellos que siguen la modalidad tradicional pueden ver el avance y los contenidos de la modalidad continua con objeto de facilitarles el seguimiento de la asignatura a pesar de que no puedan asistir a las sesiones presenciales (principal motivo por el que eligen la modalidad A).

El formato de curso configurado es el estándar de Moodle, por temas, pero en vez de utilizar la numeración tradicional, se usa cada bloque para organizar el contenido en base al avance de la asignatura, de tal forma que el campus virtual sirve de guía del proceso de enseñanza-aprendizaje. En particular, el espacio dedicado a la modalidad B se organiza en base a los hitos del proyecto y los contenidos se hacen visibles a medida que avanza la asignatura.

La Fig. 4 muestra un resumen de la estructura del curso. En el bloque “General” se ubica el sumario de la asignatura y los foros, concretamente un foro para avisos, ya que toda la comunicación con los estudiantes se realiza a través del campus, y un foro para dudas, cuyo uso es mínimo ya que durante las sesiones presenciales se dispone de mucho tiempo para la resolución de dudas. Respecto al bloque “Antes de comenzar”, contiene la encuesta de modalidad,

así como los enlaces a los instrumentos utilizados para evaluar el cambio metodológico.

Aunque en las sesiones presenciales se hace hincapié en aquellos contenidos útiles para el proyecto final, el temario completo continúa estando disponible en el campus virtual para su consulta y estudio bajo el bloque “Temario”.

Respecto al bloque “Modalidad A”, se proporciona la información básica para seguir la modalidad, así como la información relativa al proyecto final – enunciado, rúbricas de evaluación y una tarea de entrega para el proyecto. En cuanto a los bloques asociados a la modalidad B, corresponden a cada uno de los hitos del proceso de desarrollo software y contienen un conjunto de materiales que permiten sustentar el enfoque de clase invertida, de tal forma que los estudiantes localizan en esos espacios el material y las actividades asociadas que deben trabajar antes de las sesiones presenciales.

Hay que destacar que la gestión de los talleres, sesiones de resolución de problemas en las que los grupos de estudiantes presentan y defiende su propuesta de modelado en UML, se realiza también a través del campus, tanto el enunciado, como el aviso de cuándo se llevará a cabo el taller y la entrega de la solución propuesta se realizan en el espacio virtual.

General
Antes de comenzar
Temario
MODALIDAD B: ENFOQUE DE EVALUACIÓN CONTINUA
Fase de inicio: elicitación de requisitos
Fase de elaboración: modelo de dominio
Fase de elaboración: realización de casos de uso
MODALIDAD A: ENFOQUE DE EVALUACIÓN FINAL

Fig. 4. Captura de pantalla resumen de la organización de la asignatura en el campus virtual

Por otro lado, el campus virtual se combina con el uso de espacios compartidos en Google Drive que facilitan el seguimiento del proyecto final. Al comienzo del curso los docentes crean una carpeta para cada grupo de trabajo y se le dan permisos de edición a los estudiantes del grupo. Los estudiantes utilizan el espacio en Drive como espacio de trabajo colaborativo, de tal forma que el docente puede consultar los documentos de trabajo cuando un grupo le plantea sus dudas. Para cada entrega parcial, que se realiza al final de cada fase como se indica en la Fig. 1, los docentes crean una carpeta con el número de hito, de tal forma que los estudiantes deben meter en dicha carpeta la versión de la memoria del proyecto que corresponda con el hito solicitado. En la Fig. 5 se muestra un ejemplo de estructura de carpetas utilizada durante el curso 2017-18.

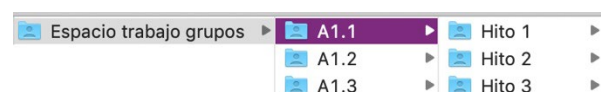


Fig. 5. Captura de pantalla de la estructura de carpetas en Google Drive

El uso de Google Drive permite no solo a los estudiantes, sino a los docentes realizar un seguimiento del progreso y de la colaboración entre los componentes de cada uno de los equipos. Para fomentar esta colaboración, la memoria del proyecto se debe realizar en un documento de Google Docs, de tal forma que los docentes durante las sesiones presenciales de trabajo en grupo consultan de forma aleatoria el historial de cambios del documento para comprobar la participación de los diferentes miembros del grupo. Además, los diagramas UML que forman parte de la práctica se comparten a través de este espacio. Aunque no se obliga a utilizar una herramienta CASE concreta, se aconseja el uso de Draw.io que permite integración con Google Drive bajo el nombre de diagrams.net, además de disponer de licencia para Visual Paradigm.

Así mismo, los docentes rellenan una rúbrica por cada uno de los hitos entregados, de tal forma que en la semana posterior a la entrega el grupo dispone de retroalimentación sobre los aspectos que debe mejorar, lo que les permite corregir e incorporar los cambios en la siguiente entrega. El único hito cuya nota es definitiva es el hito 3, ya que corresponde con la entrega final. Además, la rúbrica se acompaña de comentarios detallados sobre el documento PDF entregado. El objetivo es lograr un proceso iterativo e incremental, donde la rúbrica representa, en cierta medida, la respuesta del cliente y de los jefes del proyecto. Para la gestión de las rúbricas se utiliza un documento en Google Sheets por cada grupo, y una hoja de cálculo por cada hito, de tal que los estudiantes pueden consultarla de forma inmediata.

VI. ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA

A. Participantes

Los estudiantes se dividen en dos grupos durante los cuatro años del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Salamanca, Grupo A (apellidos A - H) y Grupo B (apellidos I - Z). La experiencia se ha llevado a cabo en el Grupo A. Este grupo experimental tiene 57 estudiantes matriculados, de los cuales 50 están inscritos en la materia por primera vez (87,72%) y 7 es la tercera vez que se matriculan (12,28%). Solo 9 estudiantes son mujeres (15,79%) y 48 estudiantes son hombres (84,21%). La mayoría de ellos tienen 20 años y todos están en el grupo de edad comprendido entre 20 y 30 años.

Respecto a la modalidad elegida, 10 estudiantes (17,54%) cursaron la asignatura en modalidad A, concretamente todos los estudiantes de tercera matrícula y 3 estudiantes de primer año. El resto de los estudiantes, 47, eligió la modalidad B (82,46%).

B. Procedimiento

Para evaluar el impacto del cambio metodológico se han realizado dos recogidas de datos. El objetivo de ambas recogidas de datos es evaluar el impacto del rediseño de la asignatura desde diferentes enfoques. Aunque el presente trabajo se centra en el análisis comparativo de los resultados de aprendizaje respecto al curso 2013-14 en el que se utilizaba una metodología tradicional, se considera relevante presentar todos los instrumentos utilizados.

Se han diseñado dos instrumentos para recopilar la información. El primer instrumento está formado por un

conjunto de preguntas sociodemográficas (sexo, año de nacimiento, curso más alto en el que está matriculado el estudiante, elección del título - primera opción, segunda opción, etc. -, nivel de estudios de la madre, nivel de estudios del padre, nota de entrada en la universidad - EvAU -, otra vía de acceso a la universidad, promedio de notas del expediente académico, número de matrículas en la asignatura, estudios medios o superiores cursados previamente, satisfacción con el Grado de Ingeniería Informática) y el cuestionario CEVEAPEU (Cuestionario para la Evaluación de las Estrategias de Aprendizaje en Estudiantes Universitarios) [37]. Se trata de un cuestionario de 88 ítems elaborado y validado por investigadores de la Universidad de Valencia con el objetivo de proporcionar un instrumento más completo que los utilizados clásicamente para la evaluación de estrategias de aprendizaje [38-41].

El segundo instrumento es un cuestionario de satisfacción para obtener la opinión de los estudiantes sobre el rediseño de la asignatura. Los autores han adaptado el cuestionario de satisfacción publicado como anexo en la tesis doctoral "Evaluación del impacto de una metodología docente, basada en el aprendizaje activo del estudiante, en computación en ingenierías" de González Rogado [42]. El cuestionario se compone de 1 pregunta de selección múltiple sobre la percepción del grado de profundidad en el estudio del contenido (Q3), 1 pregunta para indicar las horas dedicadas al estudio y trabajo en la asignatura (Q8), 2 preguntas abiertas para recoger los aspectos positivos y negativos del desarrollo de la asignatura (Q9 y Q10), y 6 preguntas de escala Likert para medir el grado de satisfacción general con la carrera (Q1), la metodología de trabajo personal (Q2), la percepción sobre la metodología experimental (Q4), la satisfacción general con la asignatura (Q5), la utilidad de los diferentes métodos y herramientas para el estudio de la asignatura (Q6), y valoración dentro de la asignatura (Q7). Este instrumento se aplicó al finalizar las sesiones presenciales, antes de realizar el examen final.

Para relacionar los resultados de ambos instrumentos, se incluyó un identificador único en cada instrumento. El estudiante debe restar su NIF/NIE a la fecha de nacimiento. Por ejemplo, si el estudiante nació el 01/01/1998 y tiene el número de documento de identidad 12345678C, su identificador único es 12233680. Los docentes tienen acceso al NIF, pero no a la fecha de nacimiento, esto garantiza el anonimato de los datos recopilados.

Ambos instrumentos se han implementado utilizando Google Forms. Se puede acceder a la definición de los instrumentos en el siguiente informe técnico [43].

La primera recogida de datos, durante los primeros 10 días del segundo semestre, se centró en detectar las estrategias de aprendizaje utilizando el primer instrumento descrito anteriormente. La segunda recogida de datos al finalizar las sesiones presenciales se centró en la satisfacción de los estudiantes y los resultados de aprendizaje recogidos mediante una variable compleja cuyos detalles se describen a continuación. La participación de los estudiantes en cada una de las recogidas de datos fue totalmente voluntaria.

C. Resultados de aprendizaje

Los resultados de aprendizaje se recogen durante todo el

curso en una hoja de cálculo en Google Sheets compartida entre los docentes a través de Google Drive. Los resultados de aprendizaje son una variable compleja, compuesta de una serie de medidas tanto cualitativas como cuantitativas. A través de estas medidas se reflejan los resultados de las

diversas actividades de la asignatura para cada uno de los estudiantes: test parciales, talleres, proyecto final, exámenes, participación, etc. La variable está compuesta por un total de 27 ítems de evaluación.

TABLA 1
ÍTEMES DE EVALUACIÓN RECOGIDOS DURANTE EL CURSO

Ítem	Rango	Descripción
Faltas de asistencia	0 – 47	Número de veces que ha faltado a las sesiones presenciales
Participation	-	Comentarios sobre la participación en las sesiones presenciales
Nota de participación	0 – 1	Nota correspondiente a la participación en las sesiones presenciales
Taller 1	0 – 1.25	Nota obtenida durante la participación o presentación de su solución en el primer taller
Taller 2	0 – 1.25	Nota obtenida durante la participación o presentación de su solución en el segundo taller
Taller 3	0 – 1.25	Nota obtenida durante la participación o presentación de su solución en el tercer taller
Informe del taller	0 – 1	Nota obtenida tras entregar un informe del taller resuelto previamente en clase
Ejercicio continua 1	0 – 10	Nota obtenida en el primer ejercicio de UML recogido como parte de la evaluación continua
Ejercicio continua 2	0 – 10	Nota obtenida en el segundo ejercicio de UML recogido como parte de la evaluación continua
Total evaluación continua	0 – 10	Suma de: taller 1, taller 2 y taller 3 hasta un máximo de 1,25 puntos; informe del taller; participación; y la media de los ejercicios de continua 1 y 2
Hito 1	0 – 10	Resultados de la rúbrica de evaluación del hito 1 del proyecto final
Hito 2	0 – 10	Resultados de la rúbrica de evaluación del hito 2 del proyecto final
Hito 3	0 – 10	Resultados de la rúbrica de evaluación del hito 3 del proyecto final
Coevaluación 1	0 – 10	Calificación asignada por uno de los compañeros del grupo respecto al trabajo realizado durante la elaboración del proyecto
Coevaluación 2	0 – 10	Calificación asignada por el compañero restante del grupo respecto al trabajo realizado durante la elaboración del proyecto
Total proyecto	0 – 10	Suma ponderada de la media de las calificaciones obtenidas en los tres hitos (90%) y la media de la coevaluación (10%)
Prueba parcial 1	0 – 10	Nota de la primera prueba parcial sobre conceptos teóricos y prácticos
Prueba parcial 2	0 – 10	Nota de la segunda prueba parcial sobre conceptos teóricos y prácticos
Total pruebas parciales	0 – 10	Media de las calificaciones obtenidas en las pruebas parciales
Examen final (teoría) C1	0 – 10	Nota obtenida en la parte teórica del examen final (Primera convocatoria)
Examen final (práctica) C1	0 – 10	Nota obtenida en la parte práctica del examen final (Primera convocatoria)
Total examen final C1	0 – 10	Media de la parte teórica y la parte práctica del examen final (Primera convocatoria)
Nota final C1	0 – 10	Suma ponderada de la nota de evaluación continua (25%), la nota del Proyecto final (35%) y la nota del examen final (40%) y una parte subjetiva sujeta a la participación en el aula, el interés etc. (Primera convocatoria)

Como datos identificativos se recoge de cada estudiante el nombre y apellidos, el DNI, el email, el número de veces que se ha matriculado en la asignatura, la modalidad elegida (A o B) y el grupo de trabajo al que pertenece.

De los 27 ítems de evaluación, 23 son compartidos por todos los estudiantes, mientras que los 4 restantes se refieren a las calificaciones de segunda convocatoria, por lo que solo son utilizados para aquellos estudiantes que no superen la asignatura en la primera convocatoria. La descripción detallada de los 23 ítems comunes a todos los estudiantes puede consultarse en la Tabla 1.

D. Análisis y resultados

El principal objetivo del trabajo reside en el análisis de los resultados de aprendizaje en el curso 2017-18 respecto a los resultados del curso 2013-14. Además, el análisis comparativo se complementa con los resultados del cuestionario de satisfacción y con las medidas cualitativas recogidas mediante el método observacional.

Se han comparado los principales ítems de evaluación con los mismos ítems recogidos durante el curso 2013-14, dado que en dicho curso los mismos docentes impartieron la asignatura y aplicaron una metodología tradicional. En el curso 2013-14 $n=79$ y en 2017-18 $n=47$, ya que se han tenido en cuenta únicamente los estudiantes de la modalidad B. Todos los estudiantes de la muestra del curso 2017-18 cursan la asignatura por primera vez. La Tabla 2 muestra un resumen de las calificaciones obtenidas.

Se puede observar el impacto del aprendizaje activo en las calificaciones asociados al trabajo final, obteniendo un 100% de presentados en 2017-18 y un mayor porcentaje de sobresalientes respecto a 2013-14 (Fig. 6). Respecto a las calificaciones finales, estas muestran el incremento en la tasa de éxito en la asignatura (Fig. 7).

Así mismo, cabe destacar que en la modalidad A, aunque no es objeto directo de este análisis, tan solo 1 estudiante de 10 superó la asignatura. Por otro lado, la nota de evaluación continua muestra algo de mejora respecto a 2013-14, aunque esta no es tan evidente como en los ítems previos (Fig. 8).

Finalmente, se puede afirmar que el rediseño de la asignatura no ha influido notablemente en las calificaciones del examen final (Fig. 9).

Respecto a la satisfacción de los estudiantes, la respuesta al cuestionario se realizó de forma voluntaria una vez finalizadas las sesiones presenciales y antes del examen final. Se obtuvieron 9 respuestas, lo que supone una representación del 19.15% respecto al total de estudiantes que cursaron la modalidad B. Aunque el número de respuestas no permite generalizar los resultados en el contexto de la asignatura, cabe destacar el alto grado de satisfacción mostrado, tal y como se puede observar en la Tabla 3.

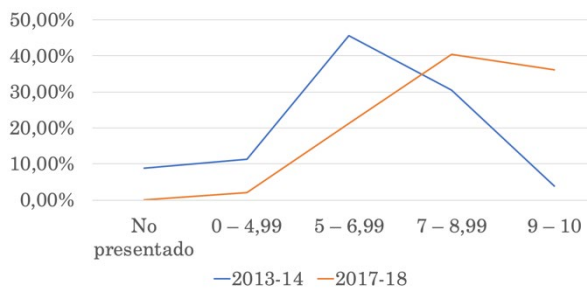


Fig. 6. Comparativa de la distribución porcentual en las notas del proyecto final

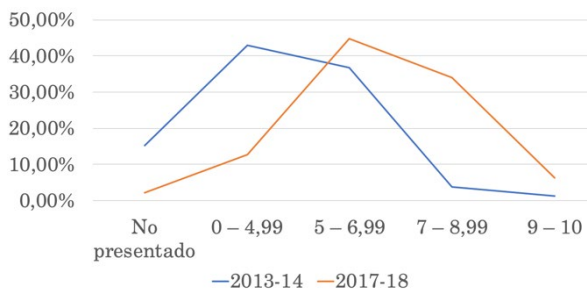


Fig. 7. Comparativa de la distribución porcentual en las calificaciones finales.

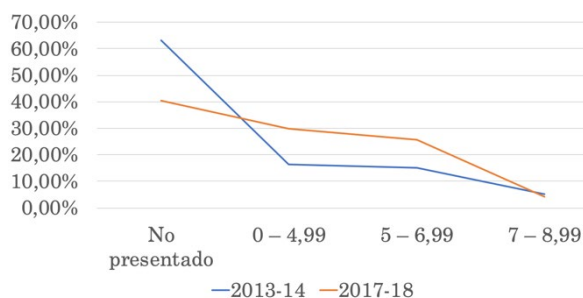


Fig. 8. Comparativa de la distribución porcentual en las notas de evaluación continua

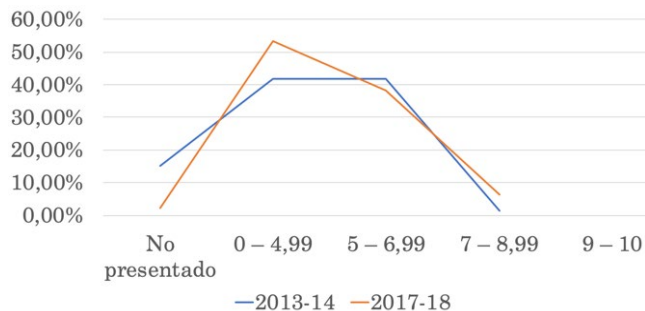


Fig. 9. Comparativa de la distribución porcentual en las calificaciones del examen final.

TABLA 2
RESUMEN DE LAS CALIFICACIONES EN EL CURSO 2013-14 (N=79) Y EL CURSO 2017-18 (N=47)

Calificaciones	Ev. continua		Trabajo final		Examen final		Total	
	2013-14	2017-18	2013-14	2017-18	2013-14	2017-18	2013-14	2017-18
9 – 10	4 (5,06%)	2 (4,25%)	3 (-3,80%)	17 (36,17%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (1,26%)	3 (6,38%)
7 – 8,99	12 (15,19%)	12 (25,53%)	24 (30,38%)	19 (40,42%)	1 (1,27%)	3 (6,38%)	3 (-3,80%)	16 (34,04%)
5 – 6,99	13 (16,46%)	14 (29,79%)	36 (45,57%)	10 (21,28%)	33 (41,77%)	18 (38,3%)	29 (36,71%)	21 (44,68%)
0 – 4,99	50 (63,29%)	19 (40,43%)	9 (11,39%)	1 (2,13%)	33 (41,77%)	25 (53,19%)	34 (43,04%)	6 (12,77%)
No presentado	-	-	7 (8,86%)	0 (0%)	12 (-15,19%)	1 (2,13%)	12 (15,19%)	1 (2,13%)
Total	79	47	79	47	79	47	79	47

TABLA 3
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LAS PREGUNTAS ASOCIADAS A LA SATISFACCIÓN DE LOS EN EL CURSO 2017-18 (N=9)

Preguntas	N	Min	Max	Md	Std desv.
Q1. Grado de satisfacción general con la carrera					
1.1. Contenido de la carrera	9	3	4	3,56	,527
1.2. Metodología empleada por los profesores para aprender las asignaturas	9	3	5	3,78	,667
1.3. Sistema de evaluación	9	3	5	3,56	,726
1.4. La atención en las tutorías del profesorado	9	3	5	4,33	,707
1.5. El grado de esfuerzo que tienes que invertir	9	3	5	4,11	,928
1.6. Cumplimiento de expectativas hacia la carrera	9	3	5	3,78	,833
1.7. La relación con los profesores, en general	9	3	5	3,89	,782
1.8. La relación con los compañeros, en general	9	3	5	4,22	,667
1.9. Globalmente, el grado de satisfacción hacia la carrera que has elegido	9	3	5	3,89	,782
Q2. Metodología de trabajo personal					
2.1. He comprendido los objetivos de esta asignatura	9	4	5	4,11	,333
2.2. Considero que el contenido de esta asignatura es útil como futuro profesional de Ingeniería	9	2	5	4,11	1,054
2.3. He consultado los apuntes y el material complementario en profundidad	9	2	5	3,33	1,118
2.4. El contenido de esta asignatura es difícil	9	2	4	3,00	,866
2.5. La asistencia a las clases ayuda comprender los contenidos	9	1	5	3,89	1,269
2.6. El enfoque activo me ha permitido asentar mejor los contenidos	9	3	5	4,56	,726
Q4. Percepción sobre la metodología experimental					
4.1. Esta metodología de aprendizaje me ha servido para comprender mejor el contenido	9	2	5	4,22	1,093
4.2. Me han resultado fácil las actividades	9	2	5	3,44	,882
4.3. Hemos tenido suficiente tiempo para trabajar en esta asignatura	9	2	5	3,67	1,000
4.4. El/la profesor/a me ha ayudado a comprender el contenido	9	3	5	4,56	,726
4.5. Creo que esta metodología me ha permitido lograr los objetivos de aprendizaje	9	2	5	4,11	1,054
4.6. La realización de ejercicios prácticos en clase me ayuda a aprender de una manera más ágil	9	2	5	4,33	1,000
4.7. Me ha gustado este sistema como ayuda para el aprendizaje	9	1	5	4,22	1,302
4.8. Me siento satisfecho del trabajo realizado en equipo	9	4	5	4,67	,500
4.9. Tengo la percepción de haber aprendido a trabajar en equipo, después de esta experiencia	9	3	5	4,11	,928
Q5. Satisfacción general					
5.1. Me he sentido satisfecho realizando esta signatura	9	3	5	4,22	,833
5.2. Creo que he aprendido más que si solo hubiera estudiado por mi cuenta estos contenidos	9	1	5	4,11	1,364
5.3. Recomendaría este tipo de metodología en otras materias	9	2	5	4,44	1,014
Q6. Utilidad para el estudio de la asignatura					
6.1. Información de la asignatura en la Guía Académica	9	2	5	3,89	,928
6.2. Campus Virtual	9	2	5	3,67	1,118

6.3. Hashtag de la asignatura en Twitter	9	1	3	2,22	,833
6.4. Tutorías presenciales	9	2	5	3,33	,866
6.5. Tutorías virtuales	9	1	5	2,89	1,364
Q7. Valoración dentro de la asignatura					
7.1. Trabajo en grupo	9	3	5	4,22	,667
7.2. Aprendizaje mediante exposiciones públicas	9	2	5	4,22	1,093
7.3. Aprendizaje mediante talleres	9	3	5	4,67	,707

En primer lugar, en cuanto al grado de satisfacción general se parte de un alto grado de satisfacción respecto a la asignatura de Ingeniería del Software I (Q5), siendo esta mayor que la satisfacción con la carrera elegida de acuerdo con los valores medios obtenidos (Q1).

Respecto a la metodología activa, todos los participantes consideran que el enfoque activo les ha permitido asentar mejor los conocimientos (Q2.6) y la mayoría recomendaría la aplicación de este enfoque en otras asignaturas (Q5.3). Sobre la percepción de la metodología (Q4), en general la valoración es positiva, aunque se obtienen valores más bajos en torno al tiempo disponible para trabajar la asignatura (Q4.3) y la dificultad de las actividades planteadas (Q4.2). Así mismo, cabe destacar el alto grado de satisfacción con el aprendizaje colaborativo (Q7).

En lo que respecta al uso del campus virtual, de acuerdo con los valores mostrados en la Tabla 3, la satisfacción es positiva. 6 estudiantes indican que fue útil o muy útil para el estudio de la asignatura (66,67%), 1 indica que no influyó ni positiva ni negativamente (11,11%) y 2 estudiantes no está de acuerdo como que fuera útil (22,22%).

En cuanto a las tutorías virtuales, en donde se enmarca el foro de dudas habilitado en el campus virtual, tan solo 2 estudiantes lo han encontrado útil (22,22%), frente a 3 que no están de acuerdo ni en desacuerdo con su utilidad (33,33%), y 5 estudiantes que lo han encontrado poco o nada útil (55,56%). Estos resultados se pueden deber al poco uso que se le ha dado al foro de dudas, ya que, a pesar de incentivar su uso, la gran cantidad de tiempo disponible durante las sesiones presenciales de trabajo en grupo ha reducido prácticamente a cero el número de tutorías presenciales o de preguntas por medios asíncronos.

Respecto a los comentarios recibidos, todos destacan el planteamiento del proyecto final y la evaluación continua del mismo como uno de los puntos fuertes. Por otro lado, como puntos débiles se han recibido dos comentarios sobre las pruebas parciales, uno sobre los contenidos en sí mismos y otro indicando que el número mínimo de páginas de la memoria técnica del proyecto es elevado (5 páginas).

VII. DISCUSIÓN

En general, los resultados derivados del cambio metodológico pueden considerarse muy satisfactorios. El aspecto de evaluación en el que se observa un mayor impacto es en el proyecto final, ya que la introducción de metodologías activas ha afectado directamente a la forma de afrontarlo. El aprendizaje colaborativo ha tenido lugar en mayor o menor medida en todos los grupos de trabajo. La introducción de Google Drive ha permitido realizar el seguimiento de la actividad de los estudiantes en cada uno de los proyectos, aunque no es posible aportar datos debido al alto número de registro y a la imposibilidad de descargarlos. Así mismo, ha servido como soporte para realizar las diversas entregas del proyecto, proporcionando a

los estudiantes un espacio colaborativo donde poder almacenar y observar el avance del proyecto.

Sin embargo, aunque la interacción ha sido alta, gran parte de esta ha tenido lugar durante el trabajo en grupo en el horario lectivo. Gracias a los datos recogidos mediante el método observacional en la variable de participación (Tabla 1) y la descripción de la organización del trabajo en cada equipo, se puede afirmar que gran parte del trabajo fuera del aula era realizado de forma individual y posteriormente utilizaban las sesiones presenciales para poner en común los avances, resolver dudas y definir los siguientes pasos. De esta forma, los componentes del grupo colaboran presencialmente en el trabajo, no siéndoles necesarias herramientas colaborativas para llevar a cabo la documentación y el análisis.

Por otra parte, esta presencialidad puede ser otra de las razones por las que las tutorías virtuales no se han encontrado útiles. La mayoría de los estudiantes aprovecha las clases presenciales, los talleres y demás sesiones para resolver las diversas dudas que se les van planteando, por lo que no tienen necesidad posterior de resolver dudas en los foros habilitados para ello o a través del correo electrónico.

Sin embargo, la mayor parte de los estudiantes ha valorado positivamente el campus virtual, donde podían ir accediendo a los diversos contenidos a medida que avanzaba la asignatura, en conjunción con el modelo dirigido por hitos propios del proceso de ingeniería del software. Por otro lado, el campus virtual ha servido como medio para proporcionar los contenidos y materiales que sustentan la aproximación al enfoque de clase invertida, pero, de acuerdo con los resultados de satisfacción, los estudiantes indican que podrían haber consultado con mayor profundidad los apuntes y materiales complementarios.

En cuanto a los resultados de aprendizaje, se puede observar mayor impacto en las calificaciones asociadas al trabajo final, donde no sólo se ha obtenido un mayor número de aprobados, sino también un mayor porcentaje de sobresalientes respecto al curso 2013-14, año en el que los mismos docentes que han implantado la presente metodología activa impartieron la asignatura a través del método tradicional descrito en la sección II.

Las calificaciones finales muestran también un incremento en la tasa de éxito de la asignatura. Cabe destacar, aunque no sea el objeto principal de estudio de este trabajo, que entre los estudiantes que cursaron la asignatura en la modalidad A, solo uno superó la asignatura.

Respecto a la incorporación de la metodología activa, a pesar de que no haya una muestra significativa de respuestas al cuestionario de satisfacción, los estudiantes se han mostrado satisfechos con la nueva metodología. Aunque es la primera vez que los participantes cursan la asignatura, su percepción se basa en las experiencias previas a lo largo de la carrera, donde existe un alto grado de clases con enfoque académico-expositivo.

Los estudiantes, además, se han involucrado activamente participando en las diversas actividades y resolviendo las dudas que les han ido surgiendo, lo cual, a parte de aumentar la tasa de éxito, también es un aspecto relevante.

Uno de los factores cruciales para la implantación de la presente metodología ha sido el compromiso de los docentes de la asignatura. El cambio metodológico no ha requerido solamente una modificación de los materiales, sino también una mayor involucración de los docentes en las actividades propuestas. Por ejemplo, el proyecto final guiado por hitos requiere que cada entrega sea corregida rápidamente para que los estudiantes puedan tener en cuenta sus errores y evitar que no sean arrastrados durante el resto de hitos.

Las metodologías activas pueden traer grandes beneficios, pero es necesario tener en cuenta el aumento de carga docente que pueden suponer, dado que el compromiso de los docentes es esencial para que su implantación sea satisfactoria.

VIII. LIMITACIONES

Existen una serie de factores que han limitado el presente estudio. Entre ellos, el reducido número de estudiantes que completaron el cuestionario de satisfacción mencionado anteriormente. Aumentar esta muestra habría permitido un análisis más profundo en lo que se refiere al impacto del nuevo enfoque soportado por el campus virtual.

Sin embargo, como se ha comentado en la discusión, aun aumentando el tamaño de la muestra, las respuestas asociadas a interacción asíncrona a través de los foros del campus podrían verse igualmente sesgadas debido al enfoque activo y la presencialidad de las sesiones, donde la mayoría de las dudas se resuelven durante el desarrollo de las clases.

La configuración concreta de Moodle sobre la que se soporta el campus, además, limitó las acciones que podían realizarse para involucrar más a los estudiantes a través del campus virtual. Uno de los aspectos que podrían haber complementado y beneficiado a este enfoque activo es el uso de insignias digitales que permitiesen incorporar también gamificar el curso. Sin embargo, el uso de insignias no se encontraba habilitado, por lo que se propone como una línea de trabajo futura para mejorar la experiencia de los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

IX. CONCLUSIONES

La baja motivación de los estudiantes que se enfrentan a la asignatura de Ingeniería del Software I, junto con el elevado número de estudiantes que no superan la asignatura, ha impulsado la incorporación de estrategias de aprendizaje activo.

El principal objetivo de la experiencia reside en el incremento de la tasa de éxito de los estudiantes, así como aumentar su participación en el proceso de aprendizaje durante el curso.

Tras pilotar el rediseño de la asignatura los tres últimos cursos académicos, donde se impulsó el aprendizaje autónomo, el aprendizaje colaborativo, se introdujo el ABP y se planteó un enfoque de clase invertida para la parte más teórica, se puede afirmar que los resultados de la experiencia son positivos, tal y como muestra el análisis comparativo de

los resultados de aprendizaje con el curso 2013-14.

Es importante poner de manifiesto que el campus virtual se utilizaba antes de llevar a cabo el cambio metodológico, pero, debido al enfoque tradicional, el campus servía únicamente como repositorio digital para los contenidos de la asignatura, sin facilitar ningún tipo de interacción con los estudiantes, ni utilizarse como medio para desarrollar ningún tipo de actividad.

El ecosistema tecnológico de la universidad, a través del campus virtual y el espacio en Google Drive, ha permitido coordinar y gestionar la implementación del cambio metodológico, de tal forma que toda la estructura de las clases presenciales, así como el desarrollo del proyecto, ha estado guiado desde el campus virtual.

No obstante, es necesario seguir probando el rediseño en los próximos cursos con el fin de refinar las medidas implementadas y extraer una serie de guías y herramientas para que la experiencia pueda ser extrapolable a otras asignaturas de Ingeniería del software.

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

- [1] Universidad de Salamanca. "Guía Académica de la asignatura Ingeniería de Software I. Curso 2017-2018." Universidad de Salamanca. <https://guias.usal.es/node/17089> (accessed Octubre, 2020).
- [2] F. J. García-Peñalvo, *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, 2018.
- [3] R. M. Felder and R. Brent, "Active learning: An introduction," *ASQ Higher Education Brief*, vol. 2, no. 4, pp. 1-5, 2009. [Online]. Available: <http://bit.ly/365UNgC>.
- [4] G. Novak, E. Patterson, A. Gavrín, and W. Christian, "Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology Prentice Hall," *New Jersey*, 1999.
- [5] J. Benegas, M. C. Pérez de Landazábal, and J. Otero, *El aprendizaje activo de la física básica universitaria*. Andavira, 2013.
- [6] A. Martínez *et al.*, "Introducción de Metodologías Activas en el Aprendizaje de la Informática: Experiencia del Grupo GREIDI," in *Actas XII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUJ)*, 2006, pp. 347-354.
- [7] V. M. F. Fonseca and J. Gómez, "Applying Active Methodologies for Teaching Software Engineering in Computer Engineering," *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 12, no. 3, pp. 147-155, 2017, doi: 10.1109/RITA.2017.2738178.
- [8] M. Coccoli, L. Stanganelli, and P. Maresca, "Computer Supported Collaborative Learning in software engineering," in *2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 4-6 April 2011, pp. 990-995, doi: 10.1109/EDUCON.2011.5773267.
- [9] M. L. Carrión Pastor, "Ventajas del uso de la tecnología en el aprendizaje colaborativo," *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 41, no. 4, pp. 1-10, 2007, doi: 10.35362/rie4142447.
- [10] J. Thomas, "A review of research on project-based learning," The Autodesk Foundation, San Rafael, CA, USA, 2000. [Online]. Available: <http://www.autodesk.com/foundation>
- [11] L. D. Fink, *Creating significant learning experiences*. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass, 2003.
- [12] M. J. Oltra Mestre, C. García Palao, M. L. Flor Peris, and M. Boronat Navarro, "Aprendizaje activo y desempeño del estudiante: diseño de un curso de dirección de la producción," *Working Papers on*

- Operations Management*, vol. 3, no. 2, pp. 84-100, 2012, doi: 10.4995/wpom.v3i2.1102.
- [13] A. García-Holgado, F. J. García-Peñalvo, M. J. Rodríguez-Conde, and A. Vázquez-Ingelmo, "El campus virtual como soporte para implementar una metodología activa para mejorar la tasa de éxito en la materia de Ingeniería del Software," in *Libro de Actas IX Jornadas Internacionales de Campuses Virtuales (11-13 de septiembre de 2019, Popayán, Colombia)*, C. A. Collazos Ordóñez, C. S. González González, A. Infante Moro, and J. C. Infante Moro Eds. Huelva, España: United Academic Journals, 2019, pp. 10-14.
- [14] O. Revelo-Sánchez, C. A. Collazos-Ordóñez, and J. A. Jiménez-Toledo, "El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática de literatura " *Tecnológicas*, vol. 21, no. 41, pp. 115-134, 2018, doi: 10.22430/22565337.731.
- [15] M. Daun, A. Salmon, T. Weyer, K. Pohl, and B. Tenbergen, "Project-Based Learning with Examples from Industry in University Courses: An Experience Report from an Undergraduate Requirements Engineering Course," in *2016 IEEE 29th International Conference on Software Engineering Education and Training (CSEET)*, 2016, pp. 184-193, doi: 10.1109/CSEET.2016.15.
- [16] F. Llopis and F. G. Guerrero, "Introducing competitiveness and industry involvement as learning tools," in *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 17-20 April 2018 2018, pp. 298-307, doi: 10.1109/EDUCON.2018.8363243.
- [17] J. A. Macias, "Enhancing Project-Based Learning in Software Engineering Lab Teaching Through an E-Portfolio Approach," *IEEE Transactions on Education*, vol. 55, no. 4, pp. 502-507, 2012, doi: 10.1109/TE.2012.2191787.
- [18] P. Sánchez and C. Blanco, "Implantación de una metodología de aprendizaje basada en proyectos para una asignatura de Ingeniería del Software," in *Actas de las XVIII Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI)*, 2012, pp. 41-48.
- [19] C. J. Villagrà Arnedo, F. J. Gallego Durán, R. Molina Carmona, F. Llorens Largo, M. A. Lozano Ortega, and M. L. Sempere Tortosa, "ABPgame+ o cómo hacer del último curso de ingeniería una primera experiencia profesional," in *XII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. El reconocimiento docente: innovar e investigar con criterios de calidad*, M. T. Tortosa Ybáñez, J. D. Álvarez Teruel, and N. Pellín Buades Eds., 2014, pp. 1384-1399.
- [20] Mauricio R. de A. Souza, L. Veado, R. T. Moreira, E. Figueiredo, and H. Costa, "A systematic mapping study on game-related methods for software engineering education," *Information and Software Technology*, vol. 95, pp. 201-218, 2018/03/01/ 2018, doi: 10.1016/j.infsof.2017.09.014.
- [21] M. M. Alhammad and A. M. Moreno, "Gamification in software engineering education: A systematic mapping," *Journal of Systems and Software*, vol. 141, pp. 131-150, 2018/07/01/ 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.03.065>.
- [22] B. Warin, O. Talbi, C. Kolski, and F. Hoogstoel, "Multi-Role Project (MRP): A New Project-Based Learning Method for STEM," *IEEE Transactions on Education*, vol. 59, no. 2, pp. 137-146, 2016, doi: 10.1109/TE.2015.2462809.
- [23] E. M. Choi, "Applying Inverted Classroom to Software Engineering Education," *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, vol. 3, no. 2, pp. 121-125, 2013, doi: 10.7763/IJEEEE.2013.V3.205.
- [24] G. C. Gannod, J. E. Burge, and M. T. Helmick, "Using the Inverted Classroom to Teach Software Engineering," in *Proceedings of the 30th international conference on Software engineering*, 2008, pp. 777-786.
- [25] R. Lacuesta, G. Palacios, and L. Fernández, "Active learning through problem based learning methodology in engineering education," in *2009 39th IEEE Frontiers in Education Conference*, 2009, pp. 1-6, doi: 10.1109/FIE.2009.5350502.
- [26] J. E. Mills and D. F. Treagust, "Engineering education—Is problem-based or project-based learning the answer," *Australasian J. of Engng. Educ.*, vol. 3, no. 2, pp. 2-16, 2003. [Online]. Available: http://www.aace.com.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf.
- [27] S. Bell, "Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future," *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, vol. 83, no. 2, pp. 39-43, 2010/01/29 2010, doi: 10.1080/00098650903505415.
- [28] N. Soundarajan, S. Joshi, and R. Ramnath, "Collaborative and Cooperative-Learning in Software Engineering Courses," in *2015 IEEE/ACM 37th IEEE International Conference on Software Engineering*, 16-24 May 2015 2015, vol. 2, pp. 319-322, doi: 10.1109/ICSE.2015.164.
- [29] Z. C. Avalos, "Metodología del aprendizaje cooperativo en la enseñanza de la Ingeniería de Software," *Investigación Educativa*, vol. 13, no. 23, pp. 83-100, 2009.
- [30] J. Bergmann and A. Sams, *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. USA: International Society for Technology in Education, 2012.
- [31] P. N. Kiat and Y. T. Kwong, "The flipped classroom experience," in *2014 IEEE 27th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEET)*, 23-25 April 2014 2014, pp. 39-43, doi: 10.1109/CSEET.2014.6816779.
- [32] M. E. Calzadilla, "Aprendizaje colaborativo y tecnologías de la información y la comunicación," *Revista Iberoamericana De Educación*, vol. 29, no. 1, pp. 1-10, 2002, doi: 10.35362/rie2912868.
- [33] A. García-Holgado and F. J. García-Peñalvo, "The evolution of the technological ecosystems: an architectural proposal to enhancing learning processes," in *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality (TEEM'13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)*. New York: ACM, 2013, pp. 565-571.
- [34] A. García-Holgado, "Análisis de integración de soluciones basadas en software como servicio para la implantación de ecosistemas tecnológicos educativos," PhD, Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento, University of Salamanca, Salamanca, Spain, 2018. [Online]. Available: <http://bit.ly/2xtlkFV>
- [35] B. Manzano García, "El desarrollo de la competencia digital en la normativa curricular española," *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, no. 1, pp. 828-850, 2015.
- [36] A. García-Holgado and F. J. García-Peñalvo, "Architectural pattern to improve the definition and implementation of eLearning ecosystems," *Science of Computer Programming*, vol. 129, pp. 20-34, 2016, doi: 10.1016/j.scico.2016.03.010.
- [37] B. Gargallo, J. M. Suárez-Rodríguez, and C. Pérez-Pérez, "El cuestionario CEVEAPEU. Un instrumento para la evaluación de las estrategias de aprendizaje de los estudiantes universitarios," *RELIEVE*, vol. 15, no. 2, pp. 1-31, 2009. [Online]. Available: https://www.uv.es/relieve/v15n2/RELIEVEv15n2_5.htm.
- [38] J. M. Román and S. Gallego, *ACRA: Escalas de estrategias de aprendizaje*. Madrid: TEA ediciones, 1994.
- [39] C. E. Weinstein and D. R. Palmer, *LASSI user's manual: For those administering the Learning and Study Strategies Inventory*. Clearwater, FL: H&H and Publishing Company, 2002.
- [40] C. R. Montero, J. T. Figueroa, and M. González, "Validación preliminar del CEAM II (Cuestionario de Estrategias de Aprendizaje y Motivación II)," *Psicológica: Revista de metodología y psicología experimental*, vol. 16, no. 3, pp. 347-366, 1995. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10171/19176>.
- [41] P. R. Pintrich, D. A. Smith, T. Garcia, and W. J. McKeachie, "Reliability and predictive validity of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)," *Educational and psychological measurement*, vol. 53, no. 3, pp. 801-813, 1993, doi: 10.1177/0013164493053003024.
- [42] A. B. González Rogado, "Evaluación del impacto de una metodología docente, basada en el aprendizaje activo del estudiante, en computación en ingenierías," Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2012. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10366/121366>
- [43] M. J. Rodríguez-Conde, F. J. García-Peñalvo, and A. García-Holgado, "Pretest y postest para evaluar la implementación de una metodología activa en la docencia de Ingeniería del Software," Grupo GRIAL, Salamanca, Spain, Technical Report GRIAL-TR-2017-007, 2017. [Online]. Available: <http://bit.ly/2khn8yi>



Alicia García-Holgado es Ingeniería en Informática (2011), Master en Sistemas Inteligentes (2013) y Doctora (2018) por la Universidad de Salamanca, España. Es miembro del Grupo de Investigación GRIAL de la Universidad de Salamanca desde 2009. Sus principales líneas de investigación están relacionadas con el desarrollo de ecosistemas tecnológicos para la gestión del conocimiento y los procesos de aprendizaje en contextos heterogéneos, y la brecha de género en el ámbito tecnológico. Ha participado en numerosos proyectos de I+D nacionales e internacionales. Además, cuenta con más de 50 publicaciones internacionales tanto en revistas como en congresos científicos, muchas de ellas indexadas en ISI-JCR y SCOPUS. Es miembro de IEEE (Women in Engineering, Education Society y Computer Society), ACM (y ACM-W) y AMIT (Asociación Española de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas). (e-mail: aliciagh@usal.es)



Andrea Vázquez-Ingelmo received the bachelor's degree in computer engineering from the University of Salamanca, Salamanca, in 2016 and the master's degree in computer engineering from the same university in 2018. She is a member of the Research Group of Interaction and eLearning (GRIAL), where she is pursuing her PhD degree in computer sciences. Her area of research is related to human-computer interaction, software engineering, information visualization and machine learning applications.



Francisco J. García-Peñalvo es licenciado en Informática por la Universidad de Salamanca y la Universidad de Valladolid, y Doctor por la Universidad de Salamanca (USAL). Es Catedrático de Universidad del Departamento de Informática y Automática de la Universidad de Salamanca. Además, es Profesor Distinguido de la Escuela de Humanidades y Educación del Tecnológico de Monterrey, México. Desde 2006 es el director del Grupo de Investigación GRIAL. Es director de la Unidad de Investigación Consolidada de la Junta de Castilla y León (UIC 81). Fue Vicedecano de Innovación y Nuevas Tecnologías de la Facultad de Ciencias de la USAL entre 2004 y 2007 y Vicerrector de Innovación Tecnológica de esta Universidad entre 2007 y 2009. Actualmente es el Coordinador del Programa de Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento de la USAL. Es miembro de IEEE (Education Society y Computer Society) y de ACM. (e-mail: fgarcia@usal.es)



Mª José Rodríguez Conde s Full Professor of the University of Salamanca in Research Methodology and Evaluation in Education. Currently she is the Vice-Rector for Teaching and Educational Innovation, ex-director of the Institute of Education Sciences (IUCE). She teaches Statistical analysis of data in the Bachelor of Education Program Methodology for Assessing the Degree of Education. She teaches courses in the Master, online Master and Doctorate in Educational Research and Evaluation (University of Salamanca, University of Cádiz, Córdoba University and the Pontifical University of Salamanca). He has extensive experience in statistical analysis of social data (SPSS statistical program) and e-Learning and the author of over fifty research articles on education and social sciences. She directs and carries out research in several projects of regional, national and international levels