

El campus virtual como soporte para implementar una metodología activa para mejorar la tasa de éxito en la materia de Ingeniería del Software

Alicia García-Holgado
Dpto. Informática y Automática
Grupo de Investigación GRIAL, IUCE
Universidad de Salamanca
Salamanca, España
0000-0001-9663-1103

Francisco J. García-Peñalvo
Dpto. Informática y Automática
Grupo de Investigación GRIAL, IUCE
Universidad de Salamanca
Salamanca, España
0000-0001-9987-5584

M^a José Rodríguez-Conde
Dpto. Didáctica, Organización y Métodos de Investigación
Grupo de Investigación GRIAL, IUCE
Universidad de Salamanca
Salamanca, España
0000-0002-2509-1901

Andrea Vázquez-Ingelmo
Dpto. Informática y Automática
Grupo de Investigación GRIAL, IUCE
Universidad de Salamanca
Salamanca, España
0000-0002-7284-5593

Resumen— Las materias relacionadas con la Ingeniería del Software en los estudios universitarios de informática y, más concretamente, aquellas impartidas en los primeros cursos, suponen un reto tanto para docentes como estudiantes. La novedad de los conceptos y la necesidad de desarrollar el pensamiento abstracto para adquirir las diferentes competencias de la materia plantea la necesidad de llevar a cabo cambios significativos en la metodología docente utilizada. El presente trabajo presenta un cambio metodológico llevado a cabo durante los últimos tres cursos académicos y, en particular, la implementación llevada a cabo durante el curso 2017-18 con objeto de aumentar la tasa de éxito de una asignatura de Ingeniería del Software y lograr que los alumnos participen en el proceso de aprendizaje. El análisis de los resultados obtenidos muestra una fuerte correlación entre la participación de los alumnos y la tasa de éxito en la asignatura.

Palabras clave— Ingeniería del software, aprendizaje activo, análisis cuantitativo, estilos de aprendizaje, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje colaborativo, Moodle

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 (2^o curso), Ingeniería del Software II (3^{er} curso) y Gestión de Proyectos (4^o 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 y de introducir 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 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 entender la materia.

La motivación de los alumnos 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 alumnos que supera la asignatura. Estos problemas afectan al rendimiento de los alumnos 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 en el aula con el campus virtual como soporte. En particular, se ha implementado a través de aprendizaje autónomo, aprendizaje colaborativo con algunas técnicas de aprendizaje cooperativo en cuestiones puntuales y aprendizaje basado en proyectos (ABP) [6].

Existen muchos trabajos en la literatura que presentan la introducción exitosa del ABP en estudios de ingeniería, como por ejemplo [7, 8] o en [9] donde se analiza el desarrollo de proyectos multidisciplinares en estudios de ingeniería informática; así como las diversas experiencias introduciendo aprendizaje activo presentadas en [10]. Sin embargo, la mayor parte de los estudios plantean el uso de ABP para llevar a cabo el desarrollo completo de un producto software y el campus virtual no desempeña un papel fundamental en su implementación.

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. 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.

II. SITUACIÓN DE PARTIDA

Ingeniería del Software I es una asignatura de evaluación continua cuyo esquema de evaluación se basa en el desarrollo de talleres prácticos, 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 alumnos 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 alumnos deben modelar. Los alumnos trabajan en grupos de 2-3 alumnos para realizar la elicitación de requisitos y el modelo de análisis. El trabajo se realiza en horas no lectivas y los alumnos cuentan con el apoyo de tutorías con los docentes para resolver las posibles dudas. El trabajo se entrega impreso al final del curso y todos los miembros del grupo obtienen la misma calificación.

Por último, los alumnos que aprueban el trabajo 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.

III. 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 alumnos pueden seguir este tipo de evaluación, bien por el solapamiento de horarios con asignaturas de otros cursos o por motivos 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 alumnos 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 alumnos 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 alumnos 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.

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. El hilo conductor 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.



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

Durante las clases presenciales, la mayor parte del tiempo se dedica a trabajo en grupo con el apoyo de los docentes para resolver preguntas o para orientar sobre el proceso de ingeniería de software. La modalidad B puede considerarse un tipo de aula invertida [11, 12]; 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 alumnos (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 (4,26%).

Además, los alumnos 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.

IV. EL CAMPUS VIRTUAL

El cambio metodológico se sustenta sobre el ecosistema tecnológico proporcionado por la Universidad de Salamanca. 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 ese soportada por la versión de Moodle utilizada, no se encuentra disponible en el ecosistema de la universidad por lo que se realiza de forma manual.

El campus virtual forma parte del desarrollo de la asignatura desde que comienza el curso. 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. En particular, el espacio dedicado a la modalidad B se organiza en base a los hitos del proyecto y los contenidos se van haciendo visibles a medida que avanza la asignatura.

La Fig. 2 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.

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. 2. Vista resumen de la organización de la asignatura en el campus virtual

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 B” y “Modalidad A”, se proporciona la información básica para seguir la modalidad, así como la información relativa al proyecto final – enunciado, rúbricas de evaluación y en el caso de la modalidad A también se habilita una tarea de entrega. En cuanto a los bloques asociados a cada fase de la modalidad B, se hacen visibles a medida que se inicia cada fase y contienen tres secciones: soporte técnico, soporte teórico y taller para afianzar los conocimientos prácticos. 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.

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 da acceso de edición a los estudiantes del grupo. Los estudiantes pueden y deben utilizar el espacio en Drive como espacio de trabajo colaborativo, de tal forma que el docente puede consultar el documento 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 alumnos deben meter en dicha carpeta la versión del documento que corresponda con el hito solicitado. En la Fig. 3 se muestra un ejemplo de estructura de carpetas utilizada durante el curso 2017-18.

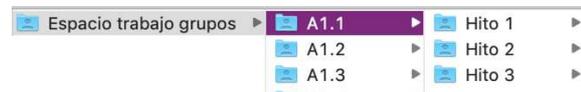


Fig. 3. Estructura de carpetas en Google Drive

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 hito, y una hoja de cálculo por cada grupo, de tal forma que una vez rellena se guarda en PDF y se sube a la carpeta de Drive correspondiente.

V. 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 alumnos 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 de 20 a 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 alumnos 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 respecto a los cursos previos donde se utilizaba una metodología tradicional.

Se han diseñado dos instrumentos para recopilar la información. El primer instrumento está formado por un conjunto de preguntas sociodemográficas y el cuestionario CEVEAPEU (Cuestionario para la Evaluación de las Estrategias de Aprendizaje en Estudiantes Universitarios) [13]. Este instrumento se aplicó al inicio y al final de la asignatura.

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 un cuestionario de satisfacción publicado como anexo en la tesis doctoral de González Rogado [14]. Este instrumento se aplicó al finalizar las sesiones presenciales, antes de realizar el examen final.

Ambos instrumentos se han implementado utilizando Google Forms. Se puede acceder a la definición de los instrumentos en el siguiente informe técnico [15].

C. Análisis y resultados

El análisis de los resultados se centra en la satisfacción de los estudiantes en relación con el cambio metodológico a pesar de que tan solo se obtuvieron 9 respuestas. Aunque el número de respuestas no permite generalizar los resultados en el contexto de la asignatura, cabe destacar el alto grado de satisfacción mostrado. En particular, en lo que respecta al uso del campus virtual, 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 cono 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 estar disponible, las dudas siempre se plantearon en las sesiones presenciales.

Finalmente, respecto a los resultados de aprendizaje, 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.

En primer lugar, la nota de evaluación continua muestra algo de mejora respecto a 2013-14 (Fig. 4), aunque el mayor cambio se ve reflejado en la nota de trabajo fin. En el curso 2017-18 se ha obtenido un 100% de trabajos presentados, así como un mayor porcentaje de sobresalientes respecto a 2013-14 (Fig. 5).

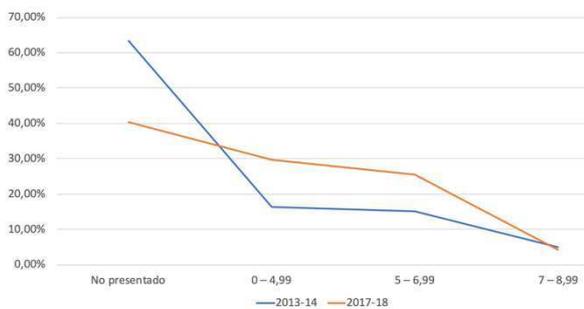


Fig. 4. Comparativa de la distribución porcentual en las notas de evaluación continua

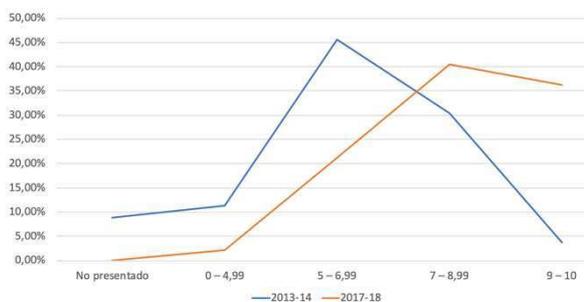


Fig. 5. Comparativa de la distribución porcentual en las notas del proyecto final

La mejora en la evaluación continua y el trabajo final ha influido directamente en las calificaciones finales. Estas

muestran el incremento en la tasa de éxito en la asignatura (Fig. 6).

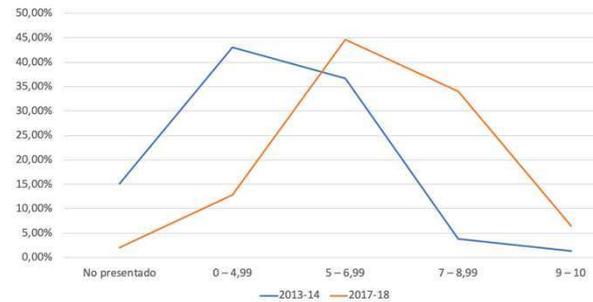


Fig. 6. Comparativa de la distribución porcentual en las calificaciones finales

VI. 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.

Tras pilotar el rediseño de la asignatura los tres últimos cursos académicos, donde se impulsó el aprendizaje autónomo, el aprendizaje colaborativo y se introdujo el ABP, se puede afirmar que los resultados de la experiencia son positivos, tal y como muestra el análisis comparativo con el curso 2013-14.

El campus virtual 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.

REFERENCES

- [1] Universidad de Salamanca. (2017). *Guía Académica de la asignatura Ingeniería de Software I. Curso 2017-2018*. Available: <https://guias.usal.es/node/17089>
- [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.
- [4] G. M. Novak, E. T. Patterson, A. D. Gavrín, and W. Christian, *Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology*. Prentice Hall, 1999.
- [5] J. Benegas, M. C. Pérez de Landazábal, and J. Otero, "El aprendizaje activo de la física básica universitaria." Santiago de Compostela, España: Andavira Editora, 2013.

- [6] J. Thomas, "A review of research on project-based learning," The Autodesk Foundation, San Rafael, CA, USA2000, Available: <http://www.autodesk.com/foundation>.
- [7] V. Estruch and J. Silva, "Aprendizaje basado en proyectos en la carrera de Ingeniería Informática," presented at the Actas de las XII Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI 2006, Deusto, Bilbao, 2006.
- [8] J. A. Macías, "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.
- [9] 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.
- [10] A. Martínez *et al.*, "Introducción de Metodologías Activas en el Aprendizaje de la Informática: Experiencia del Grupo GREIDI," presented at the Actas de las XII Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui 2006, Bilbao, 2006.
- [11] J. Bergmann and A. Sams, *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education, 2012.
- [12] P. N. Kiat and Y. T. Kwong, "The flipped classroom experience," in *2014 IEEE 27th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)*, 2014, pp. 39-43.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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, Available: <https://repositorio.grial.eu/handle/grial/1026>.