



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de las pruebas del software (PINN-19-A-021)

Convocatoria de los Proyectos de Innovación Docente 2019

Raquel Blanco Aguirre – rblanco@uniovi.es – Departamento de Informática
María José Suárez Cabal – cabal@uniovi.es – Departamento de Informática
Pablo Javier Tuya González – tuya@uniovi.es – Departamento de Informática

Palabras clave: *Aprendizaje basado en problemas, método de siete pasos, pruebas de software, calidad del software, motivación.*

Tipo de proyecto

Tipo A (PINN-19-A)	X
--------------------	---

Tipo B (PINN-19-B)	
--------------------	--

En este apartado decir el tipo de proyecto (Tipo A o Tipo B) y únicamente en caso de ser de tipo B, describir las ampliaciones y novedades con respecto a los proyectos anteriores de los cuales es continuación y la referencia al proyecto previo.

Resumen

La asignatura Calidad, Validación y Verificación del Software, de cuarto curso del Grado de Ingeniería Informática del Software, cuenta entre sus objetivos que el alumnado sea capaz de diseñar y llevar a cabo controles eficientes y efectivos de validación, verificación y calidad de un sistema software mediante las pruebas de software, así como analizar estadísticamente la densidad de defectos y probabilidad de fallos. Asimismo, pretende que el alumnado adquiera una serie de competencias de gran relevancia para el desempeño de su profesión, como las relacionadas con la capacidad de análisis y síntesis, la capacidad de trabajar de forma autónoma y autoevaluarse, la habilidad de trabajar en equipo y la motivación por la calidad, entre otras. Este proyecto de innovación docente desarrolla una experiencia de enseñanza-aprendizaje utilizando el método Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el cual se llevó a cabo durante las sesiones de prácticas, con el fin de mejorar la adquisición de competencias por parte del estudiantado al tener que hacer frente a la resolución de problemas que se pueden encontrar en un entorno laboral. Asimismo, pretendía alentar al alumnado a involucrarse activamente en su propio proceso de aprendizaje, mientras tomaba conciencia de



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

la importancia de la calidad en los sistemas software. Los resultados del proyecto muestran que el empleo del aprendizaje basado en problemas hace que el alumnado se sienta satisfecho y motivado con el reto que supone enfrentarse a problemas del mundo real, y facilita la adquisición de las competencias planteadas en la asignatura.

1 Contribución del proyecto a la consecución de los objetivos específicos y de los objetivos de la convocatoria

1.1 Objetivos específicos del proyecto conseguidos

En este proyecto de innovación docente se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- **Uso del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de las pruebas del software.** Este objetivo se ha cumplido plenamente, puesto que la enseñanza del diseño e implementación de pruebas de software durante las sesiones de prácticas se realizó utilizando el método Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).
- **Incremento de la asistencia a clases presenciales y participación activa del alumnado en el aprendizaje.** La media del porcentaje de asistencia a las clases de prácticas ha sido alta (86%). Además, el alumnado participó activamente en su aprendizaje, trabajando con sus compañeros para resolver los problemas propuestos, planteando preguntas al profesorado y discutiendo distintas soluciones ante todo el aula. Por ello, se considera que este objetivo también ha sido plenamente conseguido.
- **Aproximación al mundo laboral con problemas reales, potenciando el trabajo en equipo.** El alumnado trabajó en equipo en los distintos problemas planteados en el curso, donde compartieron conocimiento, discutieron ideas y proporcionaron realimentación a los miembros de su equipo. Además, los problemas en los que trabajaron fueron tomados del mundo real. El alcance de cada uno de ellos fue adaptado al tiempo que el alumnado disponía para resolverlo. Por tanto, este objetivo también ha sido plenamente conseguido.

1.2 Objetivos de la convocatoria a los que se dirigía el proyecto conseguidos

Los objetivos específicos anteriormente indicados están relacionados con los siguientes objetivos de la convocatoria:

- **Potenciar nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje que contribuyan al desarrollo de la función docente en las que los aspectos tecnológicos no sean determinantes.** El eje fundamental del desarrollo de la función docente fue la utilización del método ABP. El Campus Virtual y la herramienta SQLTest (GIIS, 2020), desarrollada por el Grupo de Investigación en Ingeniería del Software de la Universidad de Oviedo, fueron utilizados como mecanismos de apoyo para facilitar la entrega de las soluciones del alumnado, la obtención de resultados y la retroalimentación. La experiencia docente también se podría haber llevado a cabo sin dichos mecanismos, aunque de forma más laboriosa.
- **Potenciar acciones que consigan incentivar la asistencia del alumnado a las clases presenciales y captar su atención.** El planteamiento de problemas de índole real incentivó al alumnado a asistir a clase y a participar en su resolución. Como se ha



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

indicado previamente, el porcentaje de asistencia a las clases de prácticas fue alta. Asimismo, el profesorado observó una participación muy activa del alumnado con el fin de resolver los problemas propuestos.

- ***Desarrollar metodologías de enseñanza-aprendizaje de carácter práctico y relacionado con una futura incorporación del alumnado al mundo laboral.*** La experiencia diseñada es de carácter enteramente práctico y trabajó competencias de gran relevancia para la incorporación del alumnado al mundo laboral. El alumnado resolvió problemas que se pueden encontrar en entornos reales de pruebas de software. Además, al hacer frente a dichos problemas y tener que trabajar en equipo, ha adquirido competencias como la identificación de problemas relevantes en su ámbito profesional, el pensamiento crítico, la toma de decisiones y el trabajo colaborativo, entre otras. Todas estas competencias son de gran relevancia para el desempeño futuro de su profesión.

En base a lo indicado para cada uno de los objetivos previos, se puede observar que todos ellos han sido cumplidos.

2 Contribución del proyecto al plan estratégico de la Universidad y repercusiones en la docencia

2.1 Alineamiento del Proyecto de Innovación Docente con el Plan Estratégico 2018-2022 de la Universidad de Oviedo en materia docente

Este proyecto se encuentra alineado con las siguientes acciones estratégicas en formación, actividad docente y empleabilidad enmarcadas dentro del Plan Estratégico de la Universidad de Oviedo:

- ***FAE 5: Puesta en marcha de un programa de actualización en métodos educativos.*** El presente proyecto desarrolló una experiencia de aprendizaje basada en el método docente ABP, la cual fue llevada a cabo de forma satisfactoria y será empleada en los posteriores cursos académicos.
- ***FAE 6: Puesta en marcha de un programa de herramientas digitales para la enseñanza.*** Este proyecto pretendía aumentar los procesos formativos online en la enseñanza presencial y mejorar la calidad de las actividades formativas online. Para ello, durante la implantación del mismo, se empleó la herramienta SQLTest (GIIS, 2020). En dicha herramienta, el alumnado introdujo los casos de prueba de cada uno de los problemas planteados y evaluó su eficacia automáticamente. Asimismo, SQLTest proporcionó al alumnado una retroalimentación para permitirle mejorar su solución original.
- ***FAE 7: Puesta en marcha de un programa para la financiación de proyectos de innovación docente.*** Dentro de esta acción estratégica se encuentra la mejora de los resultados académicos del alumnado y el aumento del número de experiencias innovadoras formativas. Este proyecto se encuentra totalmente alineado con estas acciones y los resultados del mismo muestran que la incorporación de la experiencia basada en ABP ha permitido que el alumnado haya obtenido un buen rendimiento académico.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

- **FAE 14: Programa de formación transversal para el estudiantado.** Este proyecto permitió trabajar competencias transversales y extracurriculares de gran relevancia para el alumnado, de cara a su futura incorporación al mundo laboral. Entre dichas competencias se encuentran la capacidad de autoevaluarse, dirigir su propio aprendizaje, tomar decisiones, diseñar soluciones creativas a los problemas planteados, trabajar en equipo y comunicar sus ideas de forma efectiva.

2.2 Grado de consecución de las repercusiones esperadas del proyecto

Con el presente proyecto se pretendía no solo satisfacer los objetivos descritos en la Sección 1, sino también valorar la aplicación del método ABP para extender su uso a otras asignaturas relacionadas con la Ingeniería del Software. Tras observar los buenos resultados obtenidos, consideramos que este método docente puede aportar experiencias muy positivas en asignaturas de tercer y cuarto curso de los grados en Ingeniería Informática y se está valorando su aplicación. Además, se va a continuar aplicando esta propuesta metodológica en los próximos cursos de la asignatura implicada en este proyecto.

Asimismo, el proyecto pretendía emplear aplicaciones avanzadas al servicio de la propuesta metodológica. Así, se empleó la herramienta SQLTest para permitir la autoevaluación y la mejora en el aprendizaje del alumnado.

Por otro lado, se está preparando un artículo que describe la experiencia docente llevada a cabo y presenta los resultados obtenidos en la misma, el cual será enviado a uno de los congresos de innovación docente que se celebrarán en 2020.

3 Memoria del Proyecto

3.1 Marco Teórico del Proyecto

El aprendizaje basado en problemas (ABP) (Barrows y Tamblyn, 1980) es un método didáctico activo donde el alumnado construye su propio conocimiento en base a la resolución de problemas, similares a los que se podrá encontrar en su futuro ejercicio laboral. El problema al que se enfrenta el alumnado dirige todo el proceso de adquisición de conocimientos y competencias. En el proceso de enseñanza-aprendizaje, el alumnado, distribuido en equipos pequeños, tiene el papel protagonista y debe dirigir su propio aprendizaje mediante el análisis y comprensión del problema a resolver, la identificación y búsqueda de la información que le permita hacer frente al mismo, la colaboración y discusión de propuestas con los miembros de su equipo y la evaluación crítica de los resultados. En todo este proceso, el profesorado actúa como orientador, guiando al alumnado, y facilitador de los problemas a resolver.

El diseño de los problemas es un punto clave de ABP y para su formulación se deben considerar tres variables: relevancia, cobertura y complejidad (Retrepo, 2005). La relevancia hace referencia a que el problema debe contemplar escenarios y problemáticas importantes para el alumnado y el desempeño futuro de su profesión. La cobertura se refiere a que el



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

problema debe alentar al alumnado a buscar, descubrir y analizar la información necesaria para afrontarlo y ofrecer soluciones. Por último, la complejidad hace referencia a que el problema no tenga una solución única y que deban intervenir varias áreas de conocimiento para abordarlo.

Mediante la utilización de ABP se pretende, entre otras cosas, generar un conocimiento de mayor calidad, proporcionando herramientas para aprender a pensar, el desarrollo de habilidades y la formación en competencias. Diversos autores han señalado que ABP potencia la adquisición de competencias como la identificación de problemas relevantes en su ámbito profesional, la habilidad para llevar a cabo un aprendizaje autodirigido y una autoevaluación, el pensamiento crítico, la toma de decisiones y el trabajo colaborativo (Font Ribas, 2004) (Prieto Navarro, 2006). Todas estas competencias se encuentran en consonancia con las de la asignatura Calidad, Validación y Verificación del Software.

ABP, surgido como propuesta metodológica para el aprendizaje de disciplinas relacionadas con la rama médica en la Universidad de McMaster (Canadá), ha sido utilizado en múltiples experiencias docentes en el ámbito de la ingeniería del software (Brodie, Zhou y Gibbons, 2008), (Richardson y Delaney, 2009), (dos Santos, Monte y Rodrigues, 2013), (Dolog, L. Thomsen y B. Thomsen, 2016) y las pruebas de software (Richardson, Reid, Seidman, Pattinson y Delaney, 2011), (Cheiran, Rodrigues, Carvalho y da Silva, 2017), (Andrade, Neves y Delamaro, 2019), (Clarke et al., 2019). Inspirándose en los resultados favorables de dichas experiencias, este proyecto propuso el uso y adaptación del método ABP a la enseñanza y aprendizaje del diseño e implementación de pruebas de software.

3.2 Metodología utilizada

La experiencia de enseñanza-aprendizaje diseñada se llevó a cabo durante las sesiones de prácticas, así como durante sesiones de trabajo no presencial y sesiones de trabajo on-line.

El profesorado preparó varios problemas de índole real que fueron resueltos por el alumnado, distribuido en equipos de tamaño reducido, a lo largo del semestre. Para la resolución de cada uno de los problemas, se adaptó el método de los 7 pasos (Moust, Bouhuijs y Schmidt, 2007), los cuales se describen a continuación:

1. **Aclarar conceptos y términos:** una vez que el profesorado presenta el problema a resolver, el alumnado lee el problema con objeto de identificar los conceptos que pueden resultar complejos o difíciles de comprender. Posteriormente, el profesorado clarificará todos los conceptos y términos relacionados con la naturaleza del problema que hayan resultado confusos, con el fin de que todo el alumnado comprenda su significado.
2. **Definir el problema:** el alumnado trabaja de forma colaborativa en su equipo para definir el problema que deben resolver.
3. **Analizar el problema:** cada miembro del equipo de trabajo pone en común los conocimientos que posee sobre el problema y plantea cómo dichos conocimientos podrían ser utilizados para resolverlo.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

4. **Organizar el conocimiento:** el alumnado discute las aportaciones de cada miembro del equipo y se organizan y anotan las soluciones propuestas.
5. **Formular objetivos de aprendizaje:** el alumnado identifica en qué aspectos del problema debe profundizar más, con el objeto de aportar una mejor solución al mismo. En base a ello, se consensuan y formulan los objetivos de aprendizaje que guiarán el siguiente paso.
6. **Investigar individualmente:** el alumnado busca y analiza, de forma individual, la información necesaria para alcanzar los objetivos de aprendizaje formulados en el paso anterior.
7. **Sintetizar la información recogida y probar su aplicación:** cada miembro del equipo comparte la información recogida y el conocimiento adquirido. El equipo discute y valora todas las aportaciones hechas y resuelve el problema en base a las mismas.

3.2.1 Plan de Trabajo desarrollado

Para llevar a cabo este proyecto, se establecieron las siguientes fases:

1. Preparación de los problemas y la infraestructura necesaria
2. Elaboración de la encuesta de satisfacción
3. Implantación de la experiencia de enseñanza-aprendizaje en el aula
4. Realización de la encuesta de satisfacción
5. Análisis de los resultados obtenidos

A continuación, se describen las tareas asociadas a cada una de estas fases.

Preparación de los problemas y la infraestructura necesaria

En primer lugar, se definieron los objetivos de aprendizaje relativos al diseño e implementación de pruebas de software, así como las competencias a adquirir con cada uno de los problemas, teniendo en cuenta los contenidos previos impartidos en las clases de teoría de la asignatura. Posteriormente, se seleccionaron dominios de problemas relevantes y extendidos en el desarrollo de productos software.

A continuación, se diseñaron de los problemas a resolver de acuerdo a las variables relevancia, cobertura y complejidad:

- **Relevancia:** problemas que se han extraído de sistemas reales que el alumnado puede encontrar en el mundo laboral.
- **Cobertura:** problemas en los que el alumnado debe seleccionar y aplicar las técnicas más adecuadas vistas en las clases de teoría para el diseño y la implementación de las pruebas.
- **Complejidad:** problemas de complejidad creciente a medida que el curso avanza, todos ellos con varias soluciones posibles. El tiempo disponible para resolver cada problema se estableció en base a la complejidad del mismo.

Seguidamente, se elaboraron los enunciados a entregar al alumnado, en los cuales se detallaron las especificaciones de las aplicaciones a probar definidas en los problemas diseñados. Tras ello, se implementaron dos versiones de cada aplicación: (a) versión sin



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

defectos, donde el alumnado puede observar la salida correcta; (b) versión con defectos inyectados, para que el alumnado pueda evaluar la eficacia de sus casos de prueba. Por último, se crearon y configuraron en la herramienta SQLTest los ejercicios correspondientes a los problemas diseñados, haciendo uso de las dos versiones implementadas para cada uno.

Elaboración de la encuesta de satisfacción

Con objeto de observar y analizar la satisfacción del alumnado con la experiencia de enseñanza-aprendizaje diseñada, se elaboró una encuesta de 8 preguntas, a las que el alumnado debería contestar con valores entre 0 y 10 (0: valoración mínima; 10: valoración máxima). Las preguntas son las siguientes:

1. **Seminario:** Valora de forma general las sesiones de prácticas de seminario.
2. **Laboratorio:** Valora de forma general las sesiones de prácticas de laboratorio.
3. **Dominio de los problemas:** Valora el grado en el que consideras que el dominio de los problemas es interesante.
4. **Complejidad de los problemas:** Valora el grado en el que consideras que la complejidad de los problemas es adecuada.
5. **Retroalimentación:** Valora la retroalimentación obtenida mientras se realizaba cada ejercicio.
6. **Aprendido:** Valora lo aprendido durante el desarrollo de los ejercicios.
7. **Actitud de las profesoras:** Valora la actitud e implicación de las profesoras.
8. **Metodología:** Valora los aspectos metodológicos seguidos en las prácticas.

Los aspectos que se perseguía valorar con las preguntas, desde el punto de vista del alumnado, son los siguientes:

- Visión general de las prácticas, distinguiendo entre prácticas de seminario y de laboratorio (preguntas 1 y 2).
- Problemas propuestos para resolver, atendiendo al interés que suscita el dominio o su temática y a la adecuación del grado de complejidad de la solución (preguntas 3 y 4).
- Grado de aprendizaje, teniendo en cuenta la retroalimentación recibida por parte del profesorado y lo aprendido en cada problema propuesto (preguntas 5 y 6).
- Actitud para facilitar el aprendizaje e implicación del profesorado durante la búsqueda de la solución de los problemas propuestos (pregunta 7).
- Metodología seguida en las prácticas (pregunta 8).

Una vez diseñada la encuesta, esta fue introducida en el Campus Virtual para su posterior realización por parte del alumnado.

Implantación de la experiencia de enseñanza-aprendizaje en el aula

Al comienzo de la primera sesión de prácticas de la asignatura, el profesorado explicó al alumnado los fundamentos del método ABP y cómo se iba a desarrollar la experiencia de enseñanza-aprendizaje tanto en el aula como fuera de ella. Asimismo, se les indicó que debían



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

formar equipos de trabajo de 3 o 4 miembros. La formación de los equipos se dejó a elección del alumnado.

A lo largo de las sesiones de prácticas, se fueron presentando los problemas a resolver y el alumnado trabajó en ellos, tanto de forma presencial en el aula, como de forma autónoma y on-line fuera de la misma, siempre bajo la guía y supervisión del profesorado.

Realización de la encuesta de satisfacción

Al comienzo de la última sesión de prácticas del curso, se presentó al alumnado la encuesta de satisfacción preparada y se destinaron unos minutos a responderla en el Campus Virtual. Dicha encuesta era totalmente anónima y voluntaria.

Análisis de los resultados obtenidos

Tras la finalización del semestre, y una vez recopiladas las anotaciones hechas por el profesorado durante el curso, las calificaciones y las observaciones del alumnado, se ha procedido a analizar el resultado de la experiencia de enseñanza-aprendizaje en base a los indicadores planteados en el proyecto, así como a la elaboración de la presente memoria.

3.2.2 Descripción de la Metodología

La adaptación del método de los 7 pasos llevada a cabo para la resolución de cada problema planteado al alumnado se muestra en la Figura 1. A continuación, se describe cómo se implementó en las sesiones de prácticas presenciales y durante el trabajo no presencial y on-line del alumnado.

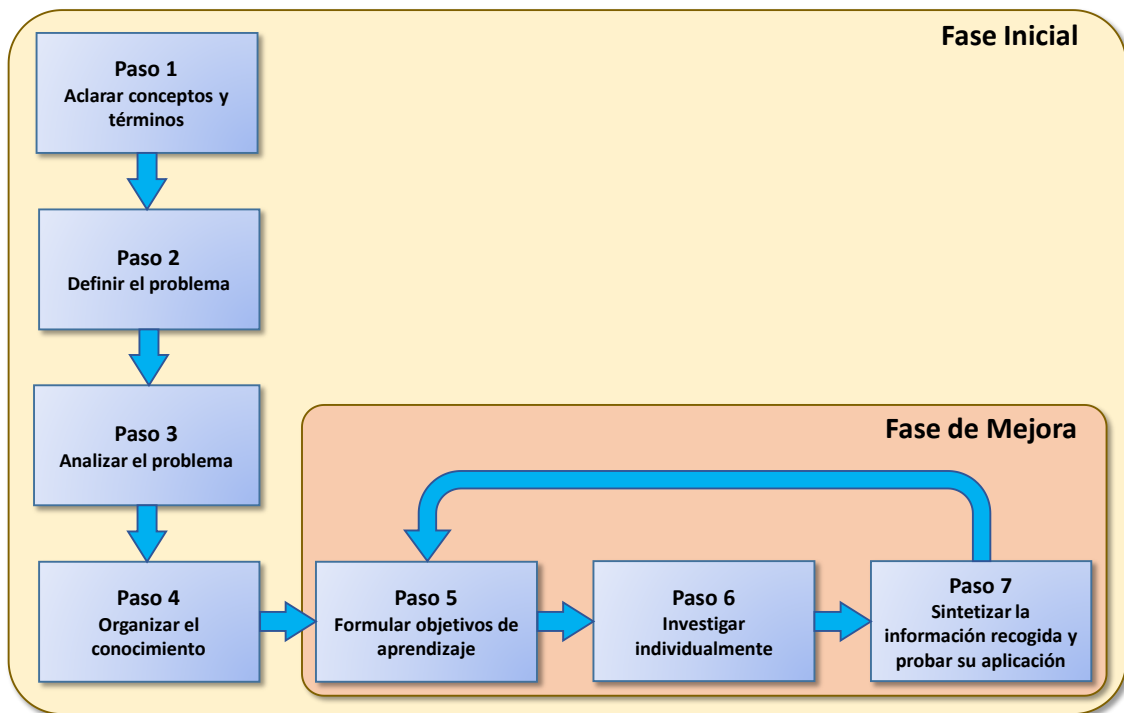


Figura 1. Adaptación del método de los 7 pasos

El trabajo con cada problema constaba de dos fases, denominadas “**fase inicial**” y “**fase de mejora**”. La fase inicial de cada problema comenzaba con una sesión presencial, donde el profesorado planteaba el mismo y aclaraba los términos que resultaban confusos al alumnado (paso 1). Además, se indicaba el número de sesiones presenciales destinadas a trabajar en dicho problema y el tiempo total disponible para finalizarlo de forma no presencial y on-line.

Seguidamente, en el aula, el alumnado comenzaba a trabajar en equipo de forma autónoma analizando el problema, planteando y discutiendo ideas para abordarlo basándose en el conocimiento ya adquirido sobre el ámbito del problema y las técnicas y métodos de prueba que podían resultar útiles, y formulando los nuevos objetivos de aprendizaje que eran necesarios, todo ello bajo la supervisión del profesorado (pasos 2 a 5).

Durante el tiempo no presencial hasta la siguiente sesión de clase, el alumnado buscaba de forma individual la información necesaria para adquirir los nuevos conocimientos identificados en la sesión presencial y trabajaba en equipo para discutir su idoneidad en el diseño e implementación de las pruebas (pasos 6 y 7).

De vuelta a la sesión presencial, y bajo la guía del profesor, el alumnado seguía discutiendo la aplicabilidad del conocimiento adquirido al problema propuesto y generaba una aproximación a la solución del mismo (paso 7).

Antes de terminar la sesión presencial, el alumnado formulaba nuevos objetivos de aprendizaje (paso 5), iniciando así un nuevo ciclo de trabajo y aprendizaje con el fin de



completar y/o mejorar la solución que estaban diseñando. Nuevamente, de forma no presencial, el alumnado buscaba y analizaba la información necesaria para avanzar en su aprendizaje de técnicas y métodos de prueba (paso 6) y continuaba trabajando en la elaboración de su solución, tanto de forma no presencial como de forma presencial en la siguiente sesión de prácticas (paso 7). Este ciclo, se alargaba una semana más en los problemas más complejos.

Una vez elaborada la solución al problema, el alumnado trabajaba de forma on-line utilizando la herramienta SQLTest para introducir los casos de prueba del sistema que se planteó como problema y evaluaba automáticamente la eficacia de su solución, midiendo el número de defectos que dicha solución permitía detectar. Con esta evaluación terminaba la fase inicial.

Nuevamente de vuelta al aula, se exponían y discutían distintas soluciones, con el fin de otorgar la retroalimentación final y compartir conocimiento. A continuación, comenzaba la fase de mejora del problema. A partir de la retroalimentación recibida en el aula y la proporcionada por la herramienta SQLTest, el alumnado iniciaba un ciclo de trabajo on-line, que abarcaba los pasos 5, 6 y 7, para mejorar su solución. Por su parte, el profesorado observaba el trabajo on-line del alumnado desde la propia herramienta.

3.3 Resultados alcanzados

3.3.1 Valoración de indicadores

Con el presente proyecto de innovación docente se pretendía aumentar la asistencia del alumnado a clase, mejorar su adquisición de conocimientos y la participación activa en su propio proceso de enseñanza-aprendizaje, así como mejorar su grado de satisfacción al cursar la asignatura. Para valorar los resultados obtenidos, se ha hecho uso de los indicadores que figuran en la Tabla 1. Para cada indicador, se muestra su modo de evaluación y los rangos fijados durante el planteamiento del proyecto. Asimismo, en color azul, se resalta el resultado obtenido.

Nº	Indicador	Modo de evaluación	Rangos fijados y obtenidos
1	Nº de asistentes a clase	% de asistencia del alumnado a clase	<30% → bajo 30%-60% → aceptable ≥60% → bueno (86%)
2	Nº de problemas resueltos con éxito	% de problemas resueltos satisfactoriamente	<50% → bajo 50%-70% → aceptable ≥70% → bueno (72%)
3	Eficacia de las soluciones propuestas	Media de la eficacia de las soluciones (valorado entre 0 y 100)	<50 → bajo 50-70 → aceptable ≥70 → bueno (86)
4	Grado de satisfacción del alumnado	Media de las encuestas realizadas al final de curso (valorado entre 0 y 10)	<4 → bajo 4-6 → aceptable ≥6 → bueno (7,17)

Tabla 1. Indicadores, con su modo de evaluación, rangos fijados y obtenidos



A continuación, se realiza la valoración de los indicadores propuestos.

Asistencia a clase

El profesorado elaboró unas listas de asistencia, donde figuraba el nombre del alumno y la fecha de la sesión presencial. Estas listas se distribuían en el aula al comienzo de la sesión presencial y el alumnado firmada su asistencia a la misma. Una vez finalizadas las sesiones presenciales, el profesorado recopiló todas las listas de asistencia para analizar la misma.

En los indicadores, se proponía como bueno el rango de asistencia a clase superior o igual al 60%. De los 103 alumnos matriculados en la asignatura, el 86% asistió a las clases de prácticas de media, por tanto, se ha superado en más de 20 puntos el umbral a partir del cual se consideraba como bueno.

Como información adicional, en la Tabla 2 se muestra el número de alumnos y el porcentaje respecto del número de matriculados que asistieron a menos del 50% de las clases, y a rangos de 10 en 10, hasta el 100% de las clases.

Rangos de asistencia	NºAlumnos Asistentes	%Alumnos por rangos
menos 50%	6	6%
50% - 59%	7	7%
60% - 69%	2	2%
70% - 79%	7	7%
80% - 89%	13	13%
90% - 99%	28	27%
100%	40	39%

Tabla 2. Rangos de asistencia y alumnos asistentes a las clases de prácticas

Los datos de la Tabla 2 se muestran en el gráfico de la Figura 2, donde se puede observar claramente que sólo el 6% de los alumnos asistieron a menos del 50% de las clases, es decir, el 94% asistieron a la mitad de las clases de prácticas. Además, dos tercios de los alumnos (66%) asistieron a más del 90% de las clases.

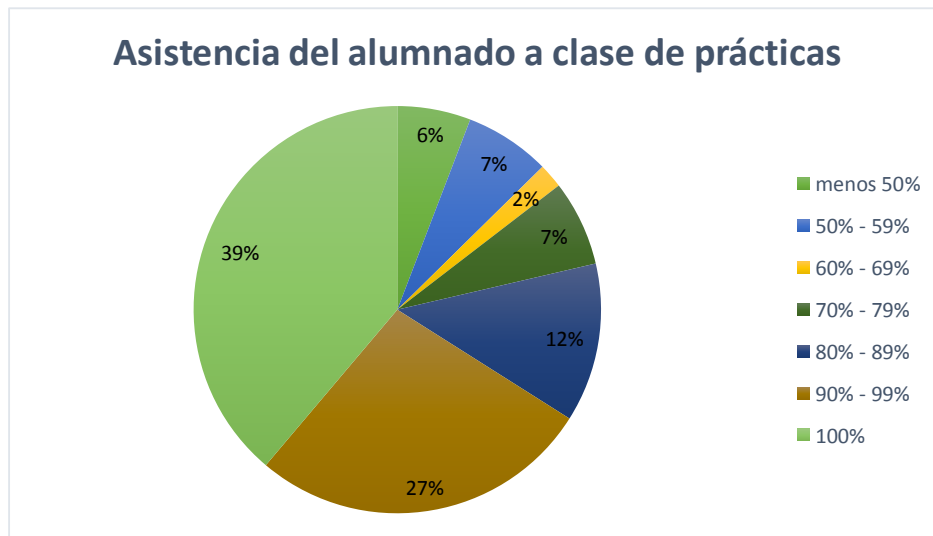


Figura 2. Porcentajes de asistencia a las clases de prácticas

Problemas resueltos con éxito

En el contexto de este indicador, un problema está caracterizado por el enunciado del problema a resolver y por el equipo que lo debe resolver. Un problema resuelto con éxito es aquel cuya solución entregada por un equipo obtiene una calificación igual o superior a 5.

El alumnado entregó sus soluciones a través del Campus Virtual y de la herramienta SQLTest y el profesorado evaluó dichas entregas. En la Tabla 3 se muestra el porcentaje de problemas resueltos con éxito (calificación de la solución al problema igual o superior a 5). Adicionalmente, se muestra el porcentaje de problemas que obtuvieron una calificación igual o superior a 7, con el fin de analizar también los problemas que fueron resueltos de forma notablemente exitosa. El porcentaje de problemas resueltos con éxito ha sido el 72%, por lo que, de acuerdo al rango fijado para este indicador, el resultado ha sido bueno. Además, el porcentaje de problemas resueltos con notable éxito está próximo al 50%.

Calificación de la solución al problema	Problemas resueltos
Igual o superior a 5	72%
Igual o superior a 7	48%

Tabla 3. Problemas resueltos con éxito y con notable éxito

Con objeto de observar la incidencia de la asistencia a clase en la resolución de los problemas con éxito, se han obtenido los porcentajes de problemas resueltos con éxito (calificación de la solución igual o superior a 5) y con notable éxito (calificación de la solución igual o superior a 7), considerando el alumnado que asistió a menos del 50% de las clases y a ratios superiores, llegando al 100% de las clases. La Tabla 4 muestra esta información. Se puede observar que, considerando únicamente al alumnado que asistió a menos del 50% de las clases, solamente el 42% de los problemas en los que trabajaron fueron resueltos con éxito. En cambio, cuando el porcentaje de asistencia se incrementa, también lo hace el porcentaje de problemas resueltos



con éxito. Así, considerando únicamente al alumnado que asistió como mínimo al 50% de las clases, el porcentaje de éxito es del 73% y dicho porcentaje sube al 82% cuando se considera solamente al alumnado que asistió al 100% de las clases. Este efecto se observa también para los problemas resueltos con notable éxito, obteniendo porcentajes iguales o superiores al 50%.

Asistencia	Problemas resueltos con éxito	Problemas resueltos con notable éxito
< 50%	42%	8%
>= 50%	73%	50%
>= 60%	76%	52%
>= 70%	75%	52%
>= 80%	76%	54%
>= 90%	80%	56%
100%	82%	58%

Tabla 4. Problemas resueltos con éxito según la asistencia del alumnado a clase

Eficacia de las soluciones propuestas

Para recoger la información que permita valorar este indicador, se ha utilizado la herramienta SQLTest, donde el alumnado introdujo los casos de prueba de sus soluciones, tanto en la fase inicial como en la de mejora. SQLTest calcula de forma automática la eficacia de dichos casos de prueba, indicando un valor en el rango 0-100.

Para valorar este indicador, se considera la eficacia de las soluciones del alumnado una vez completado todo el proceso de trabajo que conlleva cada problema, es decir, la eficacia tras la fase de mejora de cada uno de ellos. La media de la eficacia obtenida ha sido 86, valor situado dentro del rango propuesto como bueno para este indicador.

Adicionalmente, se ha obtenido la media de la eficacia de las soluciones en la fase inicial, con objeto de analizar la repercusión de las retroalimentaciones recibidas. La media obtenida ha sido 47, por lo que se observa que las retroalimentaciones fueron muy positivas.

Satisfacción del alumnado

Como se comentó previamente, en la última sesión de prácticas de la asignatura, se llevó a cabo una encuesta para medir el grado de satisfacción del alumnado.

En la encuesta participaron 65 alumnos, lo que supone el 67% del alumnado que asistió regularmente a las clases de prácticas (considerando "asistencia regular" la asistencia a, al menos, el 50% de las clases; en este caso fueron 97 alumnos). Los resultados obtenidos para cada pregunta se muestran en la Figura 3.

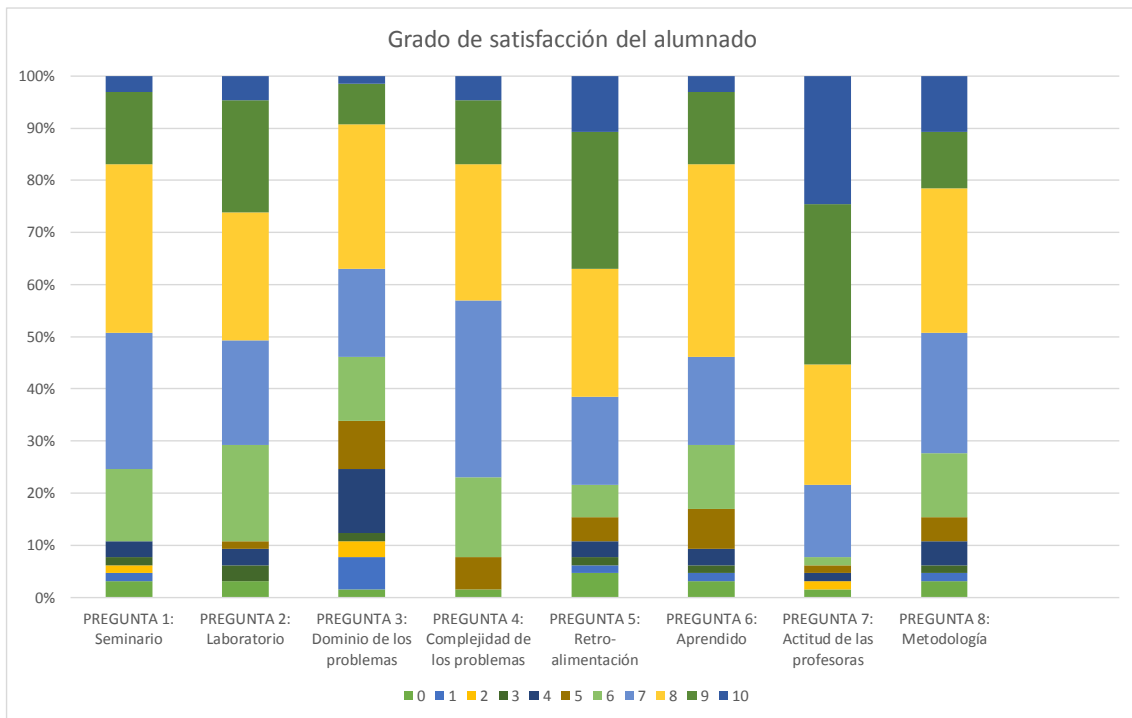


Figura 3. Grado de satisfacción del alumnado

La media de las valoraciones para todas las preguntas, así como la media global (7,17) es superior a 6, rango fijado en la tabla de indicadores como bueno.

Las preguntas 1 y 2, relativas a la valoración general de las prácticas, tienen una valoración de 7,02 y 7,17 respectivamente. Se puede considerar que la valoración es positiva.

La pregunta 3, encaminada a determinar el interés del alumnado por los dominios de los problemas propuestos, tiene una valoración de 6,11, que, si bien está situada dentro del rango bueno de este indicador, es la más baja de la encuesta.

Respecto a la pregunta 4, dirigida a conocer cómo el alumnado ve la complejidad de los problemas propuestos, tiene un valor de 7,26, lo que indica que la complejidad es adecuada y valorada positivamente. Además, cabe destacar que, las respuestas comprendidas entre 1 y 4 (complejidad poco adecuada) no han sido contestadas por ninguno de los alumnos.

La pregunta 5, sobre la retroalimentación obtenida durante la búsqueda de la solución para cada problema, tiene una valoración de 7,37; y la pregunta 6, sobre lo aprendido en cada uno de ellos tiene un valor de 7,0. En ambos casos, las repuestas indican que el alumnado percibe que están aprendiendo con la resolución de los problemas planteados.

La pregunta 7, acerca de la actitud del profesorado, es valorada con 8,31, el valor medio más alto obtenido en la encuesta. Esto indica que el alumnado aprecia y valora positivamente la



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

actitud del profesorado para ayudarles en la búsqueda de la solución a los problemas propuestos.

Por último, la pregunta 8, sobre la metodología utilizada, es valorada con 7,09. Se puede considerar que la valoración del alumnado sobre la forma de trabajo en las clases prácticas es positiva.

3.3.2 Observaciones más importantes sobre la experiencia.

La implantación de la propuesta metodológica basada en ABP tuvo una acogida muy positiva por parte del alumnado, como queda plasmado en el resultado de la encuesta de satisfacción, donde se ha obtenido una valoración media de 7,17.

El profesorado asesoraba y guiaba a cada equipo de trabajo durante las clases, y se observó que el hecho de trabajar en equipos pequeños ayudaba al alumnado a expresar sus ideas y a ser más comunicativo con el profesorado.

Asimismo, el alumnado consideró muy positivo el enfrentarse a problemas de índole real, a pesar de las dificultades que surgieron a la hora de comprender algunos de los dominios de los problemas, las cuales fueron solventadas durante las clases. El alumnado asistió en un alto porcentaje a clase (el 85% asistió al menos al 70% de las clases y el 66% asistió al menos al 90%) y participó activamente en la resolución de los problemas planteados, lo que llevó a alcanzar una tasa de éxito en dicha resolución del 72%.

Desde el punto de vista del profesorado, la experiencia también se valora muy positivamente, pues permite interactuar de forma más directa con el alumnado al tener que tutorizar todo el desarrollo de las soluciones a los problemas planteados. De esta forma, se mejora todo el procedimiento de enseñanza y aprendizaje, haciéndolo más dinámico y personalizado a las necesidades de cada equipo de trabajo. Además, el profesorado puede evaluar de forma más concisa la adquisición de competencias por parte del alumnado.

3.3.3 Conclusiones, discusión y valoración global del proyecto

El proyecto de innovación docente descrito en esta memoria ha utilizado el método el ABP con objeto de mejorar la adquisición de conocimientos de la materia impartida en la asignatura Calidad, Validación y Verificación del Software, y de mejorar la adquisición de las competencias vinculadas a la misma, las cuales son muy relevantes para la futura incorporación del alumnado al mundo laboral. Para ello, se diseñaron un conjunto de problemas retadores de diseño e implementación de pruebas de software basados en sistemas que se pueden encontrar en el mundo real, los cuales fueron resueltos por el alumnado en las clases de prácticas.

La valoración general del proyecto es muy positiva, tanto desde el punto de vista del alumnado como del profesorado. Uno de los puntos fuertes de este proyecto es el grado de satisfacción alcanzado por el alumnado, lo que hizo que asistiese mayoritariamente a clase y se involucrase



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

activamente en su propio proceso de enseñanza-aprendizaje. El alumnado se sintió cómodo trabajando de acuerdo a la metodología seguida, y valoró muy positivamente la implicación y actitud del profesorado.

Asimismo, el hecho de trabajar en equipo y contar con la guía y la retroalimentación personalizada del profesorado es otro de los factores favorables del proyecto, puesto que gracias a ello el alumnado comprende mejor los conceptos relacionados con las pruebas del software y aprende a aplicarlos más adecuadamente.

Por otro lado, tener que enfrentarse a la resolución de problemas de índole real, acerca y prepara al alumnado para el ámbito profesional. Gracias a ello, han adquirido competencias de gran relevancia para su futuro, como la capacidad de análisis, el pensamiento crítico, la toma de decisiones y la creatividad a la hora de aportar soluciones. Todo ello supone otro de los puntos fuertes del proyecto, que además se encuentra alineado con las observaciones de las experiencias llevadas a cabo por los autores citados en la Sección 3.1.

Otra consecuencia muy relevante del hecho de trabajar con problemas de índole real es la nueva percepción que el alumnado adquiere sobre la importancia de las pruebas del software y su concienciación con la calidad, aspectos que no estaban arraigados antes de comenzar esta experiencia de enseñanza-aprendizaje.

Como aspecto a mejorar del proyecto, se encuentra la elección de los dominios de algunos de los problemas a resolver. El alumnado encontró complejo algunos de ellos y tuvo dificultades para comprender la temática del problema y el funcionamiento del producto software a probar. Es por ello que se deberían cambiar algunos de estos dominios, con el objetivo de que sean más atrayentes e interesantes desde el punto de vista del alumnado.

Otro aspecto a mejorar es el sistema de evaluación de las soluciones a los problemas planteados. Durante este proyecto, la evaluación fue realizada por el profesorado, pero sería interesante contar también con la autoevaluación del alumnado y la evaluación entre iguales, de manera que el alumnado tome conciencia de la calidad de sus soluciones y de las de sus compañeros.

4 Bibliografía

Andrade, S.A., Neves, V.O., Delamaro M.C. (2019). Software Testing Education: dreams and challenges when bringing academia and industry closer together. En *Proceedings of the XXXIII Brazilian Symposium on Software Engineering* (pp. 47-56).

Barrows, H.S., Tamblyn, R.M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. Springer Series on Medical Education. New York: Springer Publishing Company.

Brodie L., Zhou, H., Gibbons A. (2008). Steps in developing an advanced software engineering course using problem based learning. *Engineering Education*, 3(1), 2-12.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Cheiran, J.F.P., Rodrigues, E.M., Carvalho, E.L.S., da Silva, J.P.S. (2017). Problem-Based Learning to Align Theory and Practice in Software Testing Teaching. *En Proceedings of the 31st Brazilian Symposium on Software Engineering* (pp. 328–337).

Clarke, P.J., Davis, D.L., Buckley, I.A., Potvin, G., Thirunarayanan, M., Jones, E.L. (2019). An Approach to Integrating Learning and Engagement Strategies (LEs) into CS Class Activities. *En 2019 ASEE Annual Conference & Exposition*.

Dos Santos S.C., Monte, A.C., Rodrigues, A. (2013). A PBL Approach to Process Management Applied to Software Engineering Education. *En 2013 IEEE Frontiers in Education Conference* (pp. 741-747).

Dolog, P., Thomsen, L.L., Thomsen, B. (2016). Assessing problem-based learning in a software engineering curriculum using Bloom's taxonomy and the IEEE software engineering body of knowledge. *ACM Transactions on Computing Education*, 16(3), 1-41.

Font Ribas, A. (2004). Líneas maestras del aprendizaje por problemas. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 18(1), 79-95.

GIIS (2020). SQLTest [Aplicación web]. Recuperado de <https://in2test.lsi.uniovi.es/sqltestt/>

Moust, J.H.C., Bouhuijs, P.A.J., Schmidt, H.G. (2007). *El aprendizaje basado en problemas: Guía del estudiante*. Colección Aprendizaje y Docencia Universitaria. Cuenca: Publicaciones de la Universidad de Castilla La Mancha.

Prieto Navarro, L. (2006). Aprendizaje activo en el aula universitaria: El caso del aprendizaje basado en problemas. *Miscelánea Comillas*, 64(125), 173-196.

Restrepo Gómez, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, 8, 9-19.

Richardson I., Delaney Y. (2009). Problem Based Learning in the Software Engineering Classroom. *En 22nd Conference on Software Engineering Education and Training* (pp. 174-181).

Richardson, I., Reid, L., Seidman, S.B., Pattinson, B, Delaney, Y. (2011). Educating software engineers of the future: Software quality research through problem-based learning. *En 24th IEEE-CS Conference on Software Engineering Education and Training* (pp. 91-100).