



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Del mundo real al virtual pasando por el laboratorio: metodología para la combinación del trabajo de campo, laboratorio y gabinete (PINN-19-A-048)

Convocatoria de los Proyectos de Innovación Docente 2019

Diego Baragaño Coto – diegobcoto@uniovi.es- Departamento de Explotación y Prospección de Minas, Universidad de Oviedo

José Luis Rodríguez Gallego – jgallego@uniovi.es- Departamento de Explotación y Prospección de Minas

Begoña Fernández Pérez – fernandezbegona@uniovi.es- Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica

Juan María Menéndez Aguado – maguado@uniovi.es- Departamento de Explotación y Prospección de Minas

Palabras clave: *design thinking, método de casos, prácticas de laboratorio*

Tipo de proyecto

Tipo A (PINN-19-A)	x
--------------------	---

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

Resumen / Abstract

La aplicación de nuevas metodologías de aprendizaje en materias relacionadas con la ingeniería es necesaria para que los estudiantes desarrollen sus habilidades transversales, como el trabajo en equipo, la creatividad, la resolución de problemas y el desarrollo del pensamiento científico. Por esta razón, la técnica denominada como Design Thinking se aplicó en la asignatura de Prospección de Recursos Mineros del grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos de la Universidad de Oviedo (España). Se ha propuesto a los estudiantes la ejecución de un estudio geoquímico en los alrededores de una mina de mercurio abandonada, abarcando desde la concepción del diseño del proyecto hasta la ejecución del muestreo y el tratamiento estadístico de los datos. Por lo tanto, las primeras dos fases de la metodología, empatizar y definir, fueron especificadas por el personal docente, y los estudiantes desarrollaron las siguientes fases: idea, prototipo y prueba. Los resultados revelaron que la satisfacción de los estudiantes con el módulo aumentó debido a la aplicación directa de los conocimientos adquiridos, el alcance del trabajo en equipo y la satisfacción de superar un desafío de ingeniería.



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. Indicar y valorar el grado de consecución de cada uno.

El presente proyecto ha contribuido a los siguientes objetivos específicos definidos en la convocatoria:

1. Desarrollar metodologías de enseñanza de carácter práctico

El empleo de la metodología Design Thinking fue adaptada al contexto de la asignatura con éxito, dando lugar a una metodología propia que puede emplearse a lo largo de los diferentes cursos académicos dentro del marco de esta asignatura (u otras de carácter similar). Tras la definición del caso práctico por parte del profesorado, los alumnos ejecutaron la fase de idea mediante el diseño de la campaña de muestreo, la fase de prototipo mediante la ejecución del muestreo, preparación y análisis de las muestras en el laboratorio, y por último la fase de prueba mediante la interpretación de los resultados. Adicionalmente, se realizaron varios ejercicios prácticos con el objetivo que los alumnos reconocieran los diferentes minerales y rocas más habituales para así partir de una base de conocimiento geológica necesaria. Estas actividades se llevaron a cabo mediante una metodología práctica, en la que se generaron fichas con imágenes de diferentes aplicaciones de las muestras rocosas disponibles en el laboratorio, y los alumnos debían identificar las muestras mediante el empleo de la información disponible online (a la que accedían con su teléfono móvil) y relacionar con las aplicaciones de dichas muestras en la vida real (véase aplicaciones industriales, ornamentales...). Este objetivo se ha logrado al 100%.

2. Potenciar la asistencia del alumnado a las clases

El empleo de las metodologías desarrolladas durante las clases permitió captar el interés de los alumnos, consiguiendo elevar la asistencia del alumnado a las clases en un 100% durante todas las sesiones. Este objetivo se ha logrado al 100%.

3. Potenciar nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje de una forma más práctica

El desarrollo de metodologías más prácticas, como el caso de la aplicación de Design Thinking, han permitido poner en valor el desarrollo de competencias transversales que no son posibles desarrollar mediante las desfasadas clases expositivas denominadas "lección magistral", en las cuales el alumnado no podía colaborar durante la sesión, sino solamente adoptar el papel de oyente. Este objetivo se ha logrado al 100%.

4. Desarrollar metodologías prácticas para motivar al alumnado

El carácter práctico del proyecto ha sido clave para la realización del mismo. Se han llevado a cabo actividades relacionadas con la carrera profesional que puede llevar a cabo un graduado de esta titulación en relación con la materia de la asignatura. De esta forma, se ha motivado al



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

alumnado ya que han puesto en valor la importancia de la impartición de esta asignatura para completar su formación. Este objetivo se ha logrado al 100%.

1.2 Objetivos de la convocatoria a los que se dirigía el proyecto conseguidos. Indicar valoración del grado de consecución.

El presente proyecto ha contribuido a los siguientes objetivos específicos definidos en la convocatoria:

Desarrollar metodologías de enseñanza-aprendizaje de carácter práctico y relacionado con una futura incorporación del alumnado al mundo laboral. Este objetivo se ha logrado al 100%.

Potenciar acciones que consigan incentivar la asistencia del alumnado a las clases y captar su atención. Este objetivo se ha logrado al 100%.

Potenciar nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje que contribuyan al desarrollo de la función docente en las que los aspectos tecnológicos no sean determinantes. Este objetivo se ha logrado al 100%.

Desarrollar metodologías para las clases teóricas de carácter expositivo que las hagan más atractivas y motivadoras para los estudiantes (dinámicas de grupo, gamificación, uso de dispositivos móviles etc.). Este objetivo se ha logrado al 100%.

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.

El proyecto ha contemplado las Acciones estratégicas en formación, actividad docente y empleabilidad (FAE), no teniendo incidencia directa sobre las Acciones estratégicas en investigación y transferencia (IT). Las contribuciones realizadas se realizaron sobre las siguientes FAE (ordenadas según el porcentaje de adecuación indicado en la solicitud):

FAE 14: Programa de formación transversal para el estudiantado

Mejorar las competencias transversales y extracurriculares del estudiantado (30%)

El desarrollo de las competencias transversales, véase trabajo de equipo, creatividad, etc., ha sido claramente incrementado y trabajado a lo largo del proyecto. Las actividades grupales han permitido el desarrollo de estas competencias por parte del alumnado, siempre fomentados por el profesorado a través de la propuesta de actividades en grupo y casos prácticos.

Esta acción ha sido completada al 100%.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

FAE 5: Puesta en marcha de un programa de actualización en métodos educativos

Extender nuevas técnicas docentes en los estudios de grado y máster de la Universidad (20%)

La aplicación de la metodología Design Thinking en el transcurso de la asignatura ha permitido de manera claramente práctica y aplicada facilitar el aprendizaje de materias del ámbito de la ingeniería por parte del alumnado.

Esta acción ha sido completada al 100%.

FAE 7: Puesta en marcha de un programa para la financiación de proyectos de innovación docente

Mejorar los resultados académicos de los estudiantes (10%)

La calificación promedio del alumnado se ha incrementado hasta una puntuación de 7.8 sobre 10, partiendo de una calificación promedio del alumnado en el curso académico anterior de 6.4 sobre 10.

Esta acción ha sido completada al 100%.

Incrementar la motivación del profesorado (10%)

El éxito del proyecto ha fomentado la motivación del profesorado, que ya ha comenzado a introducir actuaciones del proyecto en diversas asignaturas relacionadas con la ingeniería.

Esta acción se ha completado al 100%.

Aumentar el número de experiencias innovadoras formativas (10%)

La realización de salidas de campo, ejecución de un muestreo geoquímico, la preparación y análisis de muestras, la visita a un laboratorio de los Servicios Científico Técnico, entre otras actividades, ha permitido incrementar el número de experiencias innovadoras formativas respecto a cursos académicos anteriores.

Esta acción se ha completado al 100%.

FAE 15: Puesta en marcha de un observatorio de innovación docente y la orientación vocacional en colaboración con el gobierno del principado de Asturias

Identificar necesidades de formación, carencias y problemas que pueden conducir al fracaso de los alumnos (5%)

El desarrollo de un proyecto inminentemente práctico, ligado a la cercanía a la actividad profesional, ha puesto de manifiesto las necesidades de formación carencias de los alumnos. Se ha observado una falta de formación en materia de geología y herramientas GIS.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Esta acción se ha completado al 100%.

Reducir el fracaso escolar (5%)

El incremento de la calificación promedio de los estudiantes respecto al curso académico anterior y la asistencia del 100% del alumnado a todas las sesiones es una señal de reducción de fracaso escolar.

Esta acción se ha completado al 100%.

FAE 19: Mejora de la atención a los colectivos con necesidades específicas

Reducir la tasa de abandono universitario (5%)

La tasa de asistencia a las clases durante el curso académico anterior no era del 100%. Por ese motivo, se ha valorado que la implantación del proyecto de innovación con un punto de vista práctico podría evitar el absentismo en las aulas. Una vez finalizado este curso académico, se ha observado que la asistencia ha sido del 100% durante todas las clases. Además, el grado de satisfacción de los alumnos ha sido alto y muchos de ellos han mostrado interés en la asignatura a través de consultas para la realización de trabajos fin de grado relacionados con la materia. Entendemos que el aumento del interés y la participación en el aula es un paso para evitar la tasa de abandono universitario.

Esta acción se ha completado al 100%.

FAE 31: Puesta en marcha de un plan de formación en abierto a través de internet

Conseguir una utilización amplia de contenidos de calidad creados en la Universidad de Oviedo (5%)

Los contenidos generados en el campus virtual han sido visualizados y consultados por el 100% del alumnado. Además, la participación del alumnado en las tareas propuestas en el campus virtual ha sido completadas por todo el alumnado (a excepción del alumnado con evaluación diferenciada).

Esta acción ha sido completada al 100%.

2.2 Grado de consecución de las repercusiones esperadas del proyecto (en la docencia específica y en el entorno docente)

El grado de consecución de las repercusiones esperadas del proyecto fueron las siguientes:

Respecto al nivel de incidencia del proyecto en la docencia específicamente



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

El porcentaje de contenidos de la asignatura afectados por la innovación del proyecto se estimaba, y finalmente ha consistido, en un 50%, ya que la realización del proyecto ha puesto en práctica la mitad del temario de la asignatura.

Desde el punto de vista de la evaluación, el porcentaje que se ha valorado ha consistido en un 20% de la nota de la asignatura, desglosándose en un 10% de la puntuación en relación con las prácticas de laboratorio, y un 10% con las prácticas de aula.

Respecto al porcentaje de alumnos que han participado en la asignatura ha sido del 100%.

Repercusiones en el entorno docente

La participación en el proyecto de profesorado que imparte docencia en otras asignaturas ha permitido que, tras el éxito de esta actividad, se planteen implementar el proyecto en esas asignaturas. De hecho, ya se han implementado parcialmente algunas de las actividades desarrolladas en este proyecto en otras asignaturas.

La colaboración entre el profesorado de diferentes departamentos también ha puesto en valor la transversalidad del proyecto ejecutado, ya que se ha podido valorar desde el punto de vista de diferentes asignaturas, aunque todas ellas dentro de la rama de la ingeniería.

Respecto al uso de herramientas y aplicaciones tecnológicas, el empleo del móvil a la hora de realizar consultas en bases de datos geológicas ha sido desarrollada en el inicio del proyecto para facilitar la adquisición de conocimiento básico en materia de mineralogía por parte del alumnado. Además, el empleo de herramientas GIS ha sido ligeramente introducido a pesar de la complejidad que supone el empleo de un software especializado.

Finalmente, existe la posibilidad de dar continuidad al proyecto en cursos posteriores mediante la mejora de algunas de las sesiones o implementando otras herramientas similares al Design Thinking. La valoración positiva del alumnado también cuenta un papel importante a la hora de fomentar la continuidad del proyecto en próximos cursos.

3 Memoria del Proyecto

3.1 Marco Teórico del Proyecto

La transformación de la educación en las universidades europeas demanda el desarrollo de nuevas habilidades por parte de los estudiantes. Con este propósito en mente, se requieren cambios en el diseño de aprendizaje de habilidades, así como en el desarrollo de nuevos métodos y herramientas de aprendizaje (González et al. 2013; Olmos and Rodríguez 2020; Pallisera et al. 2010; Salaburu et al. 2011). Con respecto a la educación en ingeniería, la implementación de técnicas y métodos de enseñanza que permitan a los estudiantes alcanzar las habilidades necesarias para resolver problemas reales de ingeniería es de crucial importancia



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

(Perrenet et al. 2000; Ortega-Sánchez et al. 2018). Los enfoques clásicos, como la resolución de ejercicios numéricos, no son lo suficientemente eficientes como para fomentar el desarrollo de todas las habilidades necesarias para que los estudiantes resuelvan problemas reales de ingeniería (Viegas et al. 2016). Varias técnicas tienen como objetivo resolver este problema (Lynch et al. 2019), entre ellas, la metodología Design Thinking (DT) es una de las más populares.

Aunque Design Thinking apareció en 1960, es un método que ha surgido en los últimos años [8]. Aunque existen varias líneas de estudio, todas coinciden en un primer análisis exploratorio del problema, seguido de una convergencia en una solución alcanzada por el trabajo en equipo. Se requiere el desarrollo del trabajo en equipo y otras habilidades transversales para que los estudiantes obtengan las habilidades requeridas por el mercado laboral. De esta manera, muchos autores indican que, aunque la educación superior les proporciona conocimientos técnicos, los estudiantes deberían poder adquirir habilidades tales como la resolución de problemas, creatividad, comunicación y trabajo en equipo (Bilán et al. 2005; Passow and Passow 2017). Por lo tanto, el método DT ha sido considerado como una herramienta eficiente para resolver problemas de ingeniería y para la capacitación en gestión de proyectos (Garbuio et al. 2018).

Siguiendo las consideraciones anteriores, en este proyecto, se aplicó el método DT para proponer un problema real a los estudiantes relacionado con el alcance de la asignatura de Prospección de Recursos Mineros del grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos de la Universidad de Oviedo. El desarrollo de este proyecto promovió el uso de habilidades transversales como el trabajo en equipo y las herramientas de comunicación mediante las aplicaciones prácticas de los conocimientos teóricos explicados a lo largo de la asignatura, específicamente los temas mineros y ambientales.



3.2 Metodología utilizada

3.2.1 Plan de Trabajo desarrollado

El plan de trabajo se recoge en el siguiente cronograma:

Tabla 1: Cronograma del proyecto.

Mes	Actividad a desarrollar	Profesorado implicado
Septiembre	- Identificación de minerales y rocas mediante muestras de laboratorio	José Luis R. Gallego
Octubre	- Observación de muestras mediante microscopía óptica - Diseño del muestreo - Visita Unidad de Ensayos Medioambientales de los Servicios Científico Técnico de la Universidad de Oviedo	Diego Baragaño
Noviembre	- Ejecución del muestreo - Preparación de muestras - Evaluación preliminar del proyecto	Diego Baragaño José Luis R. Gallego Juan María Menéndez
Diciembre	- Análisis químico - Representación e interpretación de resultados	Begoña Fernández Diego Baragaño
Enero	- Evaluación del proyecto	Diego Baragaño

3.2.2 Descripción de la Metodología

Previamente al desarrollo de la actividad según la metodología DT, se realizaron varios ejercicios prácticos con el objetivo que los alumnos reconocieran los diferentes minerales y rocas más habituales para así partir de una base de conocimiento geológica necesaria. Estas actividades se llevaron a cabo mediante una metodología práctica, en la que se generaron fichas con imágenes de diferentes aplicaciones de las muestras rocosas disponibles en el laboratorio, y los alumnos debían identificar las muestras mediante el empleo de la información disponible online (a la que accedían con su teléfono móvil) y relacionar con las aplicaciones de dichas muestras en la vida real (véase aplicaciones industriales, ornamentales...). Adicionalmente, varias de las muestras han sido observadas al microscopio para completar la formación del alumnado.

Según Dorst (2011), la metodología DT consta de cinco etapas: empatía, definición, idea, prototipo y prueba. La primera y segunda etapa de DT están relacionadas con la comprensión del cliente y la definición del problema (Figura 1). Por lo tanto, el profesorado ha definido previamente estas etapas. El problema planteado consistió en la realización de un estudio ambiental en los alrededores de un área de minería de mercurio abandonada con el objetivo de delimitar el área afectada (principalmente por afección de arsénico, pero también por



mercurio). La mina La Soterraña fue una de las minas de mercurio más importantes ubicadas en Asturias (España) y las emisiones contaminantes y el vertido de residuos afectaron las áreas circundantes. Después del cierre de las instalaciones, no se realizaron mediciones de restauración.

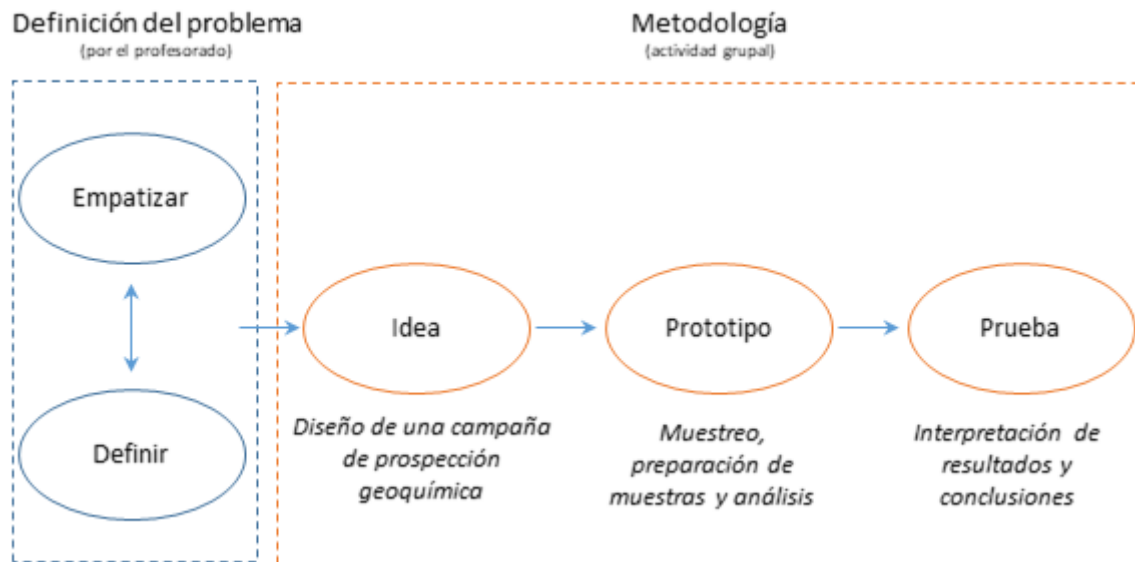


Figura 1. Metodología Design Thinking adaptada al trabajo desarrollado en este proyecto.

Las herramientas necesarias para el desarrollo del estudio se explicaron a los estudiantes en las primeras conferencias utilizando exposiciones teóricas y ejemplos de estudios de casos similares. Además, en la tercera etapa de la metodología DT (idea, Figura 1), los estudiantes se enfrentaron con el diseño de una campaña geoquímica en el área de estudio. Para facilitar el diseño, se proporcionó cartografía detallada del área a cada estudiante. Se pidió a los estudiantes que presentaran una propuesta individual. Estas propuestas fueron discutidas con los profesores y se definió y representó un enfoque final por medio de un Sistema de Información Geográfica (SIG). Esto también fue útil para introducir a los estudiantes en el uso de este tipo de software y bases de datos.

De forma complementaria, se realizó una visita a la unidad de Ensayos Medioambientales de los Servicios Científico Técnico de la Universidad de Oviedo, con el objetivo de transmitir a los alumnos los servicios disponibles que se pueden emplear dentro del marco de la asignatura y los equipos existentes para el correcto análisis de las muestras.

El paso prototipo se llevó a cabo por el cumplimiento específico de una campaña de muestreo (Figura 1). Se explicaron los métodos requeridos para el muestreo y los estudiantes tomaron las muestras mientras realizaban una encuesta en el sitio (Figura 2). Esta visita también se utilizó para comprender mejor el problema a escala real y también para explicar diferentes conceptos sobre seguridad y salud en el trabajo. Una vez que se tomaron todas las muestras, su



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

preparación se realizó en los laboratorios de la Universidad de Oviedo utilizando métodos estándar que se explicaron previamente y se mostraron a los estudiantes. Los estudiantes secaron las muestras al aire, las tamizaron, desechando tamaños de grano >2 mm y moliendo la fracción de suelo más fina. Finalmente, las muestras se analizaron en el laboratorio mediante un equipo portátil de fluorescencia de rayos X. En este último caso, los estudiantes también realizaron la preparación de las muestras, aunque los análisis fueron realizados por el supervisor de la instalación radiactiva de acuerdo con la legislación.



Figura 2: Imágenes de las instalaciones objeto de estudio por los estudiantes en la fase de prototipo.

Finalmente, la última etapa de DT consistió en interpretar los datos (prueba, Figura 1). Los estudiantes tuvieron que elaborar mapas geoquímicos con los datos analíticos y la ubicación geográfica, a fin de identificar las principales áreas afectadas por los contaminantes en estudio.

3.3 Resultados alcanzados

3.3.1 Valoración de indicadores

Uno de los indicadores empleados es el porcentaje de alumnos que superen (puntuación superior a 5) uno de los test llevados a cabo, en este caso el test empleado para identificación de muestras minerales y rocosas. La valoración de este indicador ha sido del 100%, ya que todos los alumnos han conseguido superar el test. Este indicador es muy relevante, ya que los conocimientos básicos sobre esta materia en cursos anteriores eran extremadamente baja. Para poder evaluar si ha existido una mejoría tras la aplicación de las prácticas implementadas, se ha realizado el test al inicio del curso, obteniendo una tasa de aprobados inferior al 50% (Figura 3). Por tanto, el empleo de esta metodología es claramente recomendable en este caso.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

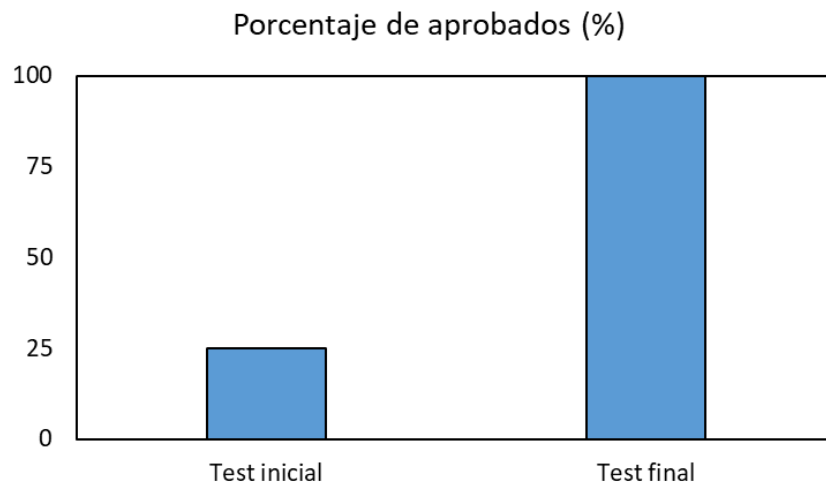


Figura 3: Porcentaje de aprobados al inicio de la actividad y al final de la misma.

Respecto al segundo indicador, se ha evaluado la calidad de la cartografía elaborado por el alumnado. En este caso se ha superado el rango fijado para este indicador. En la Figura 4 puede observarse la cartografía general diseñada en común por el alumnado y el profesorado para la ejecución del muestreo.

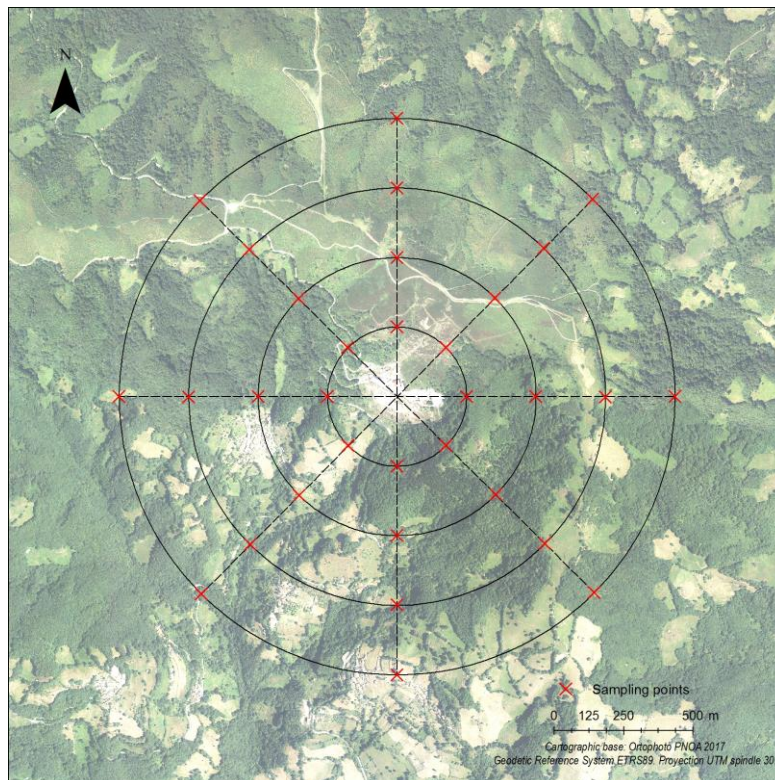


Figura 4: Cartografía generada en común entre el profesorado y el alumnado para la ejecución del muestreo.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Por último, para evaluar la satisfacción de los alumnos con el proyecto, utilizamos el método racional (cuestionarios), combinado con entrevistas personales, así como la observación del grado de participación de los estudiantes (medido por el número de sesiones de tutoría y correos electrónicos de tutoría). El nivel de satisfacción en el cuestionario varió de 0 a 10, evaluando la metodología de parámetros, encuesta de campo, aprendizaje de metodología de laboratorio y satisfacción general. En la Figura 6 se indica uno de los cuestionarios finales utilizados.

Respecto a las valoraciones, aunque la valoración general obtenida en el test final es de 10/10, se ha obtenido una valoración ligeramente inferior en las evaluaciones de metodología y laboratorio (9 y 9.2 sobre 10 respectivamente). Tras entrevistas con los alumnos, estos han puesto de manifiesto que el ligero descenso en las puntuaciones de estos apartados se debe a la complejidad del software GIS.

Finalmente, la calificación final promedio de la asignatura es de 7.8 (Figura 5), siendo más elevada que en el año anterior, durante el cual no se llevó a cabo el proyecto (con una calificación promedio de 6.4). Además, cabe resaltar que el número de emails y tutorías personales/grupales con los alumnos se ha incrementado respecto al curso académico anterior.

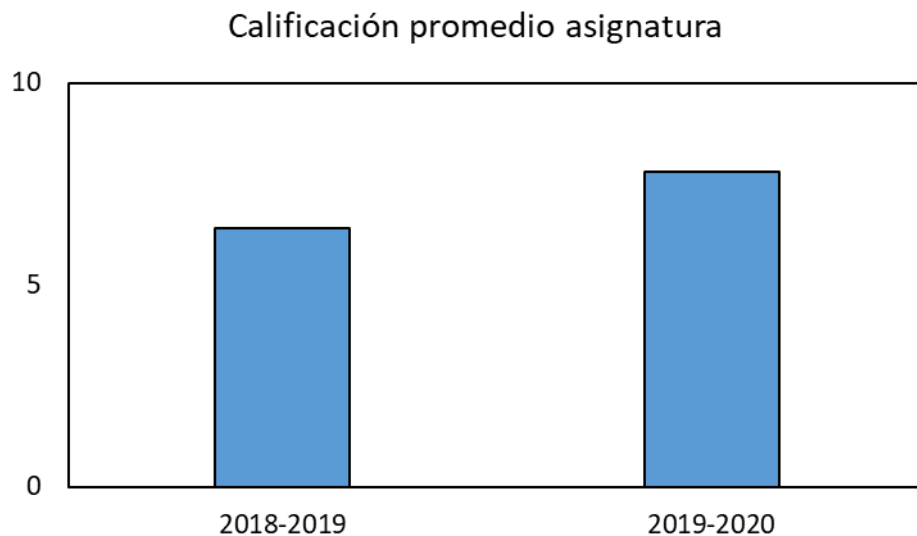


Figura 5: Valor promedio de las calificaciones de los alumnos en la asignatura en el curso académico anterior y el curso académico actual.



Tabla 2: Tabla resumen de la valoración de los indicadores empleados en la evaluación del proyecto.

Nº	Indicador	Modo de evaluación	Rangos fijados y obtenidos
1	Número de aprobados. Porcentaje de alumnos que superen la puntuación de 5	Se llevará a cabo un test para identificar rocas y minerales, tomando como indicador el número de muestras identificadas	Fijado: >70% Obtenido: 100%
2	Elaboración de cartografía temática. Porcentaje de alumnos que lo ejecuten correctamente	Se tomará como indicador la calidad de la cartografía elaborada y su correspondencia con los mapas correctos	Fijado: >60% Obtenido: 75%
3	Satisfacción de los alumnos con el Proyecto de Innovación	Se llevarán a cabo una serie de tests para evaluar el grado de satisfacción de los alumnos. Uno de ellos se realizará a mitad del curso académico como seguimiento y otro al final del mismo para su evaluación	Fijado: >70% Obtenido: 100% como calificación global

3.3.2 Observaciones más importantes sobre la experiencia

La aplicación de esta metodología ha supuesto un incremento de las horas dedicadas a la preparación de las clases debido al desconocimiento de la misma y las implicaciones logísticas existentes (desplazamientos, visitas y reserva de equipamiento). Sin embargo, los resultados obtenidos han sido tan buenos que la satisfacción por parte del profesorado es excelente.

Sin embargo, consta remarcar que los alumnos han encontrado complicaciones a la hora de abordar la representación cartográfica debido a la complejidad del software empleado. Con el objeto de disminuir el impacto de este punto negativo, se ha realizado el diseño de muestreo definitivo mediante una puesta en común de las ideas de todos los alumnos y con la ayuda en el manejo del software del profesorado. El desarrollo de las habilidades necesarias para el manejo de este tipo de softwares requiere de asignaturas únicamente centradas en estas actividades (véase como ejemplo asignaturas del máster en Geotecnología y Desarrollo de Proyectos SIG de la Universidad de Oviedo).

3.3.3 Información online, publicaciones o materiales en abierto derivados de los resultados del proyecto

Se ha enviado una aportación a un congreso del ámbito de la innovación docente:

Implementing design thinking methodology in mining engineering degree. D. Baragaño et al. 2020. INTED2020 14th anual International Technology, Education and Development Conference. Marzo 2020.

Además, el trabajo presentado en el congreso se ha redactado para su publicación en una revista adscrita al congreso (INTED2020 Proceedings, revista indexada en Web of Science). El trabajo se encuentra bajo revisión.



3.4 Conclusiones, discusión y valoración global del proyecto.

Las entrevistas personales, el aumento en el número de tutorías y correos electrónicos, así como los cuestionarios personales confirman un aumento en el número de estudiantes asistentes a las clases de la asignatura tras la implementación del proyecto.

Con respecto a los resultados del aprendizaje, la metodología DT reveló un enfoque útil para mejorar las habilidades técnicas y conceptuales de los estudiantes, según lo indicado por la calidad del trabajo que produjeron. Con respecto a las habilidades transversales, la realización de un estudio de caso de ingeniería real resultó en una mejor comprensión de los conceptos básicos, mejora del sistema de pensamiento y creatividad. Estas impresiones fueron generales en los profesores durante las sesiones.

La principal preocupación de la metodología proviene de la dificultad de garantizar que todos los estudiantes cubran todo el programa de la asignatura. De esta manera, el seguimiento personalizado del trabajo producido por cada estudiante fue crucial.

En general, el método DT resultó exitoso para esta asignatura relacionada con el campo de la ingeniería ambiental y minera. Esta experiencia exitosa nos ha animado a aplicar este método a otras asignaturas, por lo que se valora su aplicación para próximos cursos.

4 Bibliografía

- [1] Bilán S.G., Kisenwether E.C., Rzasa S.E., y Wise J.C. (2005). Developing and assessing student's entrepreneurial skills and mind-set. *Journal of Engineering Education*, 94(2), 233-243.
- [2] Dorst K. (2011). The core of 'design thinking' and its application. *Design Studies*, 32, 521-532.
- [3] Garbuio M., Dong A., Lin N., Tschang T., y Lovallo D. (2018). Demystifying the genius of entrepreneurship: how design cognition can help create the next generation of entrepreneurs. *Academy of Management Learning and Education*, 17(1), 41-61.
- [4] González A., Rodríguez M., Olmos S., Borham M., y García F. (2013). Experimental evaluation of the impact of b-learning methodologies on engineering students in Spain. *Computers in Human Behaviour*, 29(2), 370-377.
- [5] Lynch M., Kamovich U., Longva K.K., y Steinert M. (2019). Combining technology and entrepreneurial education through design thinking: Students' reflections on the learning process. *Technological Forecasting and Social Change*, in press, 2019.
- [6] Olmos S., y Rodríguez M.J. (2010). Diseño del proceso de evaluación de los estudiantes universitarios españoles: ¿responde a una evaluación por competencias en el Espacio Europeo de Educación Superior? *Revista Iberoamericana de Educación*, 53(1).
- [7] Ortega-Sánchez M., Moñino A., Bergillos R.J., Magaña P., Clavero M., Díez-Minguito M., y Baquerizo A. (2018). Confronting learning challenges in the field of maritime and coastal engineering: Towards an educational methodology for sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 171, 733-742.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

- [8] Pallisera M., Fullana J., Planas A., y Del Valle A. (2010). La adaptación al espacio europeo de educación superior en España. Los cambios/retos que implica la enseñanza basada en competencias y orientaciones para responder a ello. *Revista Iberoamericana de Educación*, 52, 4.
- [9] Passow H.J., y Passow C.H. (2017). What competencies should undergraduate engineering programs emphasize? A systematic review. *Journal of Engineering Education*, 106(3), 475-526.
- [10] Perrenet J., Bouhuijs P., y Smits J. (2000). The suitability of problem-based learning for engineering education: theory and practice. *Teaching in Higher Education*, 5, 345-358.
- [11] Salaburu P., Haug G., y Mora J.G. (2011). *España y el proceso de Bolonia. Un encuentro imprescindible*. Madrid: Academia Europea de Ciencias y Artes.
- [12] Viegas C.V., Bond A.J., Vaz C.R., Borhardt M., Pereira G.M., Selig P.M., y Varvakis G. (2016). Critical attributes of sustainability in Higher Education: a categorisation from literature review. *Journal of Cleaner Production*, 126, 260-276.