

M.^a Cristina Núñez del Río
José Luis Martín Núñez
(coords.)

¡Aún no es tarde! Juntos hacia el aprendizaje

**10 experiencias
en educación superior
y claves para su
transferencia**

¡Aún no es tarde!
Juntos hacia el aprendizaje
10 experiencias en educación superior
y claves para su transferencia

M.^a Cristina Núñez del Río
José Luis Martín Núñez
(coords.)

¡Aún no es tarde!
Juntos hacia el aprendizaje
10 experiencias en educación superior
y claves para su transferencia

Octaedro 

Colección Horizontes - Universidad

Título: *¡Aún no es tarde! Juntos hacia el aprendizaje. 10 experiencias en educación superior y claves para su transferencia*

Primera edición (papel): abril de 2024

Primera edición (PDF): noviembre de 2024

© M.^a Cristina Núñez del Río, José Luis Martín Núñez (coords.)

© De esta edición:

Ediciones OCTAEDRO, S.L.
C/ Bailén, 5 – 08010 Barcelona
Tel.: 93 246 40 02
octaedro@octaedro.com
www.octaedro.com

Esta publicación está sujeta a la Licencia Internacional Pública de Atribución/Reconocimiento-NoComercial 4.0 de Creative Commons. Puede consultar las condiciones de esta licencia si accede a: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

ISBN (papel): 978-84-19900-61-6

ISBN (PDF): 978-84-19900-62-3

Maquetación: Fotocomposición gama, sl
Diseño y producción: Octaedro Editorial

Publicación en acceso abierto - *Open Access*

Sumario

Prólogo	9
M.ª CRISTINA NÚÑEZ DEL RÍO; JOSÉ LUIS MARTÍN NÚÑEZ	
1. Reconocer la diversidad en la práctica pedagógica: camino hacia la mejora de la calidad educativa	11
M.ª CRISTINA NÚÑEZ DEL RÍO; MÁRCIA BÜNDCHEN; KELLY GERONAZZO MARTINS	
2. Desarrollo de competencias docentes en el diseño de entornos virtuales de aprendizaje	29
ARTURO CARAVANTES; BEGOÑA GALIÁN	
3. Personalización del aprendizaje en la enseñanza de la tecnología a través de proyectos de aprendizaje- servicio	53
JOSÉ LUIS MARTÍN NÚÑEZ	
4. Desarrollar la competencia de comunicación escrita a través del aprendizaje basado en retos y la evaluación formativa	67
ANA JIMÉNEZ-RIVERO; ALEXANDRA MÍGUEZ-SOUTO	
5. Aprender matemáticas ayudando a aprender	87
SAGRARIO LANTARÓN SÁNCHEZ; MARILÓ LÓPEZ GONZÁLEZ	

6. Retos y experiencias de aprendizaje-servicio aplicado a soluciones de bajo coste para la construcción de viviendas en zonas sísmicas.	109
SANDRO ANDRÉS MARTÍNEZ; RUBÉN MUÑOZ PAVÓN; MARCOS GARCÍA ALBERTI; JUAN CARLOS MOSQUERA FEIJÓO	
7. Diseño e implementación de experiencias de aprendizaje basado en proyectos exitosas: una metodología educativa para Ingeniería con infinitas posibilidades	129
ANDRÉS DÍAZ LANTADA	
8. Empoderar al alumnado para su transición de la educación secundaria a la universidad.	151
ICIAR PABLO-LERCHUNDI; MARIA YAROSH	
9. Geovoluntariado para el aprendizaje: mapeo abierto y colaborativo para promover el compromiso ambiental y social	171
SUSANA SASTRE-MERINO; MIGUEL MARCHAMALO SACRISTÁN; JANA MICHALKOVÁ; MILOSLAV MICHALKO	
10. Innovación educativa y desarrollo sostenible: el uso de papel reciclado para el desarrollo de nuevos materiales. El caso de la comunidad EELISA «El campus circular y regenerativo» en el proyecto de la mejora acústica de dos aulas del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE).	193
DAVID SANZ ARAÚZ; NADIA VASILEVA	
Autoría	215

Prólogo

M.^a CRISTINA NÚÑEZ DEL RÍO
JOSÉ LUIS MARTÍN NÚÑEZ

La educación cambia. Para realizar su función transformadora ha de seguir el ritmo de la sociedad a la que sirve. Por eso las instituciones educativas han de apostar por la mejora de la calidad docente, favoreciendo e impulsando el trabajo serio, comprometido y eficaz del profesorado.

Este libro presenta diez capítulos liderados por docentes de la Universidad Politécnica de Madrid, en colaboración con profesorado internacional. Diferentes servicios, programas y proyectos han impulsado y facilitado su desarrollo. Un foco común: cómo promover el aprendizaje de los estudiantes, en su mayoría de Ingeniería, pero también de otros campos/ámbitos, para favorecer su rol protagonista en el proceso. Un resultado de experiencias variado que enriquece y potencia la perspectiva de acción educativa.

Los dos capítulos iniciales reciben el apoyo del Instituto de Ciencias de la Educación de la UPM, así como de servicios generales de universidades brasileiras. Ambos se enmarcan y derivan de proyectos de investigación de la convocatoria nacional. Revisan aspectos generales: cómo convertirse en docente adaptativo, sensible a las diferencias de los estudiantes, y cómo preparar entornos virtuales de aprendizaje (EVA) eficaces.

En el marco de iniciativas financiadas a través de proyectos de innovación educativa y aprendizaje-servicio, cinco capítulos transitan por diferentes materias, contenidos y competencias, con gran acierto en los planteamientos. Ofrecen propuestas con-

cretas que pueden ser transferidas a nuevas materias. Programación, matemáticas, soluciones para retos sísmicos actuales y competencia de comunicación escrita son los focos de atención de estos. Cierra este conjunto de aportaciones una magnífica revisión de más de 20 años de historia de experiencia de ABP con resultados excelentes.

El programa Erasmus+ ofrece la oportunidad de colaboración internacional estrecha, que en estas propuestas refuerza e impulsa el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Tres capítulos muestran realizaciones diferentes. Por un lado, el esfuerzo del profesorado de primer año de carrera para facilitar la transición al estudiantado; por otro, dos capítulos se centran en la inmersión de los estudiantes en tareas específicas: en un caso, abordan la elaboración de materiales para la mejora acústica de los espacios, y en el otro, la contribución a la creación de mapas colaborativos.

Tanto si eres docente como si gestionas la formación docente de tu institución, este libro te interesará. Te ofrecerá claves para transformar las acciones educativas en el marco del contexto actual.

Reconocer la diversidad en la práctica pedagógica: camino hacia la mejora de la calidad educativa

M.^a CRISTINA NÚÑEZ DEL RÍO
Universidad Politécnica de Madrid

MÁRCIA BÜNDCHEN
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
(IFRS, Campus Porto Alegre)

KELLY GERONAZZO MARTINS
Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná

Resumen

La diversidad del alumnado, no solo en términos de capacidades y conocimientos, sino también en valores, intereses, motivación y formas de interpretar el mundo, implica un desafío para la docencia y, por ende, para la formación del profesorado. Lograr un aprendizaje de calidad adaptado a los diferentes perfiles individuales de los estudiantes todavía es un objetivo por consolidar en las prácticas educativas de los profesores y de los centros de educación superior. Afrontar el reto de lograr una educación de calidad para todos, en circunstancias tan heterogéneas, es una tarea compleja; no obstante, es posible. Hay que reflexionar y analizar las situaciones específicas para planificar y poner en práctica estrategias adecuadas a las necesidades y a la diversidad manifiesta en las aulas. A partir de resultados preliminares obtenidos de una muestra de profesores en centros educativos preuniversitarios brasileños, basada en una escala de autopercepción de perfil adaptativo aplicable a docentes de educación superior, se profundiza en las características que identifican a los docentes con mayor perfil adaptativo. Su revisión facilitará la transformación de la práctica docente para responder con éxito a la demanda de una sociedad cada vez más comprometida con la educación inclusiva.

1.1. Punto de inicio: ¿cómo se atiende la diversidad en la educación superior?

La atención a la diversidad representa para la docencia –también en el nivel universitario– un gran desafío en la actualidad (Fernández Batanero, 2011; Alcaín y Medina-García, 2017; Paz Maldonado, 2018). El reconocimiento del papel central que el estudiante desempeña en el proceso de aprendizaje obliga a replantear elementos tales como la planificación, la metodología didáctica y la evaluación (Martínez Serrano, 2007; Arteaga y García-García, 2008; Correa Alzate y Restrepo Restrepo, 2018; Salinas, de Benito y Lizana, 2014; Díez y Sánchez, 2015). Entender la diferencia y la diversidad como factores que impactan en el proceso de aprendizaje y que incluso lo enriquecen ofrece un marco óptimo para incrementar la calidad educativa en nuestros programas formativos, de modo que genera respuestas adaptativas a las características diferenciales que son pedagógicamente significativas (Snow, 1997; García-García, 1997-2004; Carey, 2019; Hayle, 2019; Alba Pastor, 2019; Elizondo, 2020).

El espacio educativo abarca las singularidades y pluralidades de la comunidad en la cual está inserto; la oferta educativa ha de dar respuesta suprimiendo o, cuando menos, reduciendo las barreras que limitan el aprendizaje del alumnado (Ainscow, Booth y Dyson, 2006). Y no solo debido a algún tipo de dificultad o discapacidad, sino contemplando necesidades concretas de muchas características diferenciales. Estas incluyen, sin duda, estilos de aprendizaje y cognitivos, variedad de capacidades para comprender la realidad y diversidad de niveles previos de rendimiento, ritmos, intereses y motivaciones (Jurado y Olmos, 2010; Fernández Batanero, 2011). Al considerar el impacto de estas necesidades, se podrán descubrir oportunidades y plantear cómo aprovecharlas para lograr los mejores resultados académicos (Hayle, 2019).

Ante el reto de la atención a la diversidad, el profesorado, como agente de cambio y facilitador del aprendizaje, ha de mostrar sensibilidad y actitud abierta, favorable y respetuosa (para una revisión, consultar Rangel-Baca, 2021, pp. 28-29). Al tiempo, es prioritario reforzar su formación para brindar la mejor actuación docente que impulse el éxito del grupo de estudiantes

con los que comparte espacio de aprendizaje (Arteaga y García-García, 2008; Mas y Olmos, 2012; Tallón Rosales *et al.*, 2019; Paz Maldonado, 2018).

Con base en tales supuestos, las escalas o cuestionarios de competencias docentes suponen una buena herramienta para promover la reflexión y la crítica sobre la propia práctica docente, que facilite el avance en la adaptación a la diversidad independientemente del nivel educativo en que se ejerza (Álvarez, 2018; Domínguez y Vázquez, 2015; Vélez *et al.*, 2016; Herrera-Seda, Pérez-Salas y Echeita, 2016).

El estudio que se presenta buscó caracterizar al docente adaptativo en ejercicio en niveles preuniversitarios de Ciencias y Biología en el sur de Brasil. Para ello se elaboró y validó un instrumento de análisis de la percepción del profesorado acerca de las prácticas educativas utilizadas y su actitud con respecto a la adaptación de la enseñanza a la diversidad del alumnado. Además, se estudiaron las relaciones de las variables socioeconómicas (edad, género, formación y experiencia docente, entre otras) sobre su autopercepción y actitud frente a la diversidad. Se considera que las aportaciones del estudio son aplicables a todos los niveles educativos, incluyendo la educación superior.

1.2. Camino al andar: valorando al profesorado en ejercicio en relación con la atención a la diversidad

El estudio se enmarcó en la investigación de naturaleza cuantitativa a través de un análisis exploratorio y descriptivo, y fue llevado a cabo por medio de encuesta en línea.

La investigación empezó con la validación del instrumento de recogida de datos elaborado *ad hoc* por el equipo, basado en estudios anteriores y buscando dar respuesta al objetivo del estudio. Este primer cuestionario provisional fue revisado y validado por diez docentes expertos en educación y atención a la diversidad: cinco, con docencia universitaria en enseñanza de Biología, y cinco docentes de Biología ejercientes en la red pública de enseñanza preuniversitaria en Brasil. Los expertos evaluaron la adecuación y coherencia de las preguntas, asignando un valor de 1 a 5 a cada

alternativa de respuesta, juzgando el nivel adaptativo de la situación considerada. La característica que representa la actuación docente más adaptativa, comprometida y eficaz para ajustar las prácticas educativas acorde a la diversidad del alumnado recibiría un valor de 1. El valor de 5 indicaría aquellas actuaciones que reflejan menor propensión a modificar o ajustar las prácticas educativas para atender la diversidad. El análisis de las contribuciones recibidas facilitó la versión final del cuestionario. Las alternativas de respuesta fueron aleatorizadas para evitar sesgos hacia las respuestas deseables.

La recogida de datos se realizó en una muestra de 264 docentes de Biología de la red pública de enseñanza preuniversitaria, en las escuelas de Primaria y Secundaria (Ensino Fundamental y Ensino Médio, de acuerdo con el sistema educativo de Brasil) en los tres estados de la región sur de Brasil. Respecto de las características del profesorado, el 76,5 % eran mujeres y el 23,1 % eran hombres, y una persona (0,4 %) prefirió no identificar su género. El rango de edad se extendió de 21 hasta 69 años, y la experiencia docente desde meses hasta 42 años, predominando en la muestra docentes entre 41 y 50 años, con un promedio de 25 años de docencia. El cuestionario¹ se estructuró en dos categorías: perfil adaptativo (PA) y perfil sociodemográfico (PSD).

La categoría PA, enmarcada en los supuestos de la educación adaptativa en el contexto de la diversidad (García-García, 1997), refleja la revisión de la forma en que cada docente imparte sus clases de Biología y cómo entiende su acción educativa. Incluyó once preguntas de elección múltiple, en las que se ofrecen cinco alternativas en una escala de 1 a 5 (1: adaptativo; 3: neutral o poco adaptativo; 5: no adaptativo) y preguntas abiertas que aludían a aspectos fundamentales de su actuación, tales como: ¿cómo se perciben a sí mismos, a sus alumnos y las condiciones que tienen para desarrollar su docencia?, ¿cómo entienden y realizan la evaluación?, ¿qué representa la diversidad y cómo percibe que se atiende específicamente en su centro educativo?

La categoría PSD incluyó variables que caracterizan la muestra, como identidad de género, edad, años de experiencia docente, nivel de formación, número de centros donde trabaja, nivel

1. Puede consultarse en: https://osf.io/63emd/?view_only=4b1a4a02485b4cc0adc916d59c07d9b6

de enseñanza en el que trabaja, jornada laboral semanal, tipo de contrato laboral, número total de aulas, número medio de alumnos por aula y su contexto socioeconómico, y ubicación del centro educativo.

Para el análisis estadístico de los datos se calculó la agrupación de variables utilizando una técnica de análisis de clústeres (conglomerados). Después de identificar los dos grupos, se compararon mediante la prueba de Chi-cuadrado. Para todos los análisis, se estableció como nivel de confianza el 95 %. Los cálculos se realizaron con la ayuda del programa R STUDIO (versión 0.99.903); específicamente, se utilizaron los paquetes: CAR, MASS y PSYCH. Debido a la presencia de dos tipos de variables (categóricas y ordinales), al realizar el análisis de clúster se eligió la técnica denominada conglomerados en dos etapas (*two-steps cluster*, en inglés). Para la segmentación inicial de los grupos se consideraron todas las dimensiones. A partir de los resultados del análisis inicial de coherencia y separación dentro de los clústeres, y para optimizar la solución estadística, se eliminaron las siguientes: identidad de género, edad, posgraduación, tipo de contrato y ubicación del centro educativo.

1.3. Hitos alcanzados: ¿qué diferencia al docente adaptativo?

El análisis de conglomerados permite la clasificación del profesorado considerando sus respuestas en ítems de ambos cuestionarios, tanto al sociodemográfico como al cuestionario del perfil adaptativo. Los resultados del estudio pusieron de relieve la existencia de dos clústeres diferenciados claramente (tabla 1.1 y figura 1.1).

El clúster 1 agrupó al 34,85 % del profesorado (92 docentes). Se caracterizan por ejercer en centros educativos de nivel socioeconómico medio, que muestran una atención a la diversidad en términos normativos; podría decirse que ofrecen una atención administrativa a la diversidad, es decir, aplican específica y literalmente las medidas, indicaciones y alternativas que la legislación establece. El profesorado del clúster 1 suele trabajar en un solo centro, cuentan con dilatada experiencia en el ejercicio de la

profesión, tienen jornadas laborales más largas y mayor número de alumnos por aula que el profesorado del clúster 2. Además, a menudo su formación previa es diferente a Biología y trabajan en centros con un mejor contexto socioeconómico.

Tabla 1.1. Resultados del análisis de conglomerados: caracterización de los clústeres emergentes.

Preguntas Perfil PA/PSD**	Clúster 1	Clúster 2	Chi-cuadrado	gl	p-valor
PA-1. Autoevaluación (profesor)	5	5	2,16	2	0,34
PA-2. Desempeño (contexto escolar)	5	5	1,93	2	0,38
PA-3. Clases prácticas	5	5	0,19	1	0,66
PA-6. Forma y distribución de la evaluación	3	1	19,05	2	0,00*
PA-7. Propósito de la evaluación	1	1	2,89	2	0,24
PA-8. Objetivos esperados	1	1	0,05	2	0,97
PA-9. Comprensión de la diversidad	1	1	0,88	2	0,64
PA-10. Definición de la diversidad	1	1	2,95	2	0,23
PA-11. Atención a la diversidad en centro	5	1	36,63	2	0,00*
PSD-4. Años de ejercicio en docencia ***	21-30	11-20	40,59	4	0,00*
PSD-5. Formación universitaria específica ***	No	Sí	25,34	4	0,00*
PSD-7. Número de centros donde trabaja ***	1	>1	32,90	1	0,00*
PSD-8. Jornada laboral semanal ***	31-40 h	11-20 h	32,48	7	0,00*
PSD-11. Número de alumnos por aula ***	>30	<= 30	26,67	1	0,00*

* p-valor < 0,05

** https://osf.io/63emd/?view_only=4b1a4a02485b4cc0adc916d59c07d9b6

El 65,15 % del profesorado conforma el clúster 2 (172 docentes). Se muestran más adaptativos; se podrían identificar como docentes que ofrecen una atención adaptativa, inclusiva a sus estudiantes. Atienden la diversidad de manera más amplia y completa, empleando los recursos disponibles en función de las necesidades derivadas de las diversidades identificadas (capacidades, intereses, estilos de aprendizaje, aspectos culturales...). El profesorado ejerce la profesión desde hace menos tiempo, realizan evaluación formativa y tienen formación específica en biolo-

gía, menor número de alumnos por aula y jornadas laborales más cortas. Por otra parte, suelen trabajar en más de un centro y tienen un nivel socioeconómico más bajo que los docentes del clúster 1.

La figura 1.1 ilustra y sintetiza los hallazgos del análisis. Como se viene indicando, emergen dos clústeres diferenciados: por una parte, docentes que aplican medidas administrativas y, por otra, docentes que actúan ofreciendo una atención adaptativa. Se pone de manifiesto un espacio de intersección entre ambos clústeres, ya que comparten algunas características.

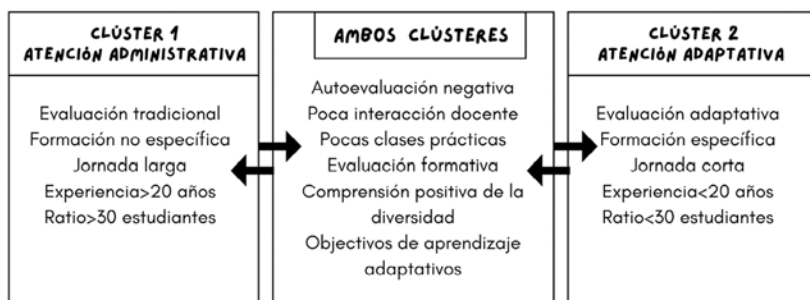


Figura 1.1. Caracterización de los clústeres: respuesta docente en atención a la diversidad.

Poniendo el foco en el clúster 1, la interacción entre la experiencia docente y el tamaño de la clase puede dar lugar a una menor disposición al cambio pedagógico, manifestado en una atención administrativa a la diversidad. El profesorado que lleva más tiempo en ejercicio presenta una autopercepción menos positiva, mostrando mayor insatisfacción con sus condiciones laborales, incluida la remuneración, y las características de sus alumnos. Además, atienden en el aula a una ratio más elevada, lo que podría influir en la apreciación de las opciones de actuación del profesorado y reducir su adaptabilidad.

En el clúster 2, el profesorado, con una buena formación específica en ciencias, muestra una serie de ventajas que le capacita mejor para atender a la diversidad educativa, al dominar la materia de forma específica. Tienen jornadas laborales más cortas y trabajan en centros que atienden a grupos menos numerosos, en los que aplican los principios de la educación adaptativa, facilitando que cada alumno pueda sentirse respetado, valorado y ca-

paz de alcanzar todo su potencial. Estos docentes se esfuerzan por crear situaciones de aprendizaje que respondan a las necesidades de todas las personas del grupo, combinando los objetivos y opciones de evaluación para atender a cada una de ellas debido a sus características, sin desatender o pervertir el programa formativo.

Los resultados ponen de relieve que los docentes de ambos clústeres muestran respuestas alejadas de los postulados de la educación adaptativa en lo que se refiere a la autopercepción de su labor, su desempeño profesional en el contexto del centro y la posibilidad de desarrollar sesiones prácticas de Biología. Trabajan de forma individual, en general, con limitada interacción con otros docentes, sin percibir o disponer de facilidades o condiciones para realizar clases prácticas.

Y en lo que se refiere a sus estrategias de enseñanza y motivaciones intrínsecas para la docencia, al propósito de la evaluación y las implicaciones (o el reto) de afrontar la diversidad en sus escenarios de trabajo específicos, se detectaron en el profesorado de ambos clústeres posiciones que claramente se acercan a un concepto de enseñanza próximo a los supuestos de la pedagogía adaptativa: indican que valoran las diferencias y la diversidad presente en el aula como factor que enriquece y consideran interesantes tanto los principios de la evaluación formativa como la conveniencia e interés de formular objetivos adaptativos.

1.4. Lecciones aprendidas: ¿cómo ser docente adaptativo?

Los resultados de nuestra investigación, incluyendo la revisión de las respuestas a las preguntas abiertas, revelaron ciertas tendencias presentes en el ejercicio de la docencia que pueden aplicarse a otros niveles educativos y situaciones.

El profesorado con características más adaptativas convierte la atención a la diversidad en un objetivo prioritario en su labor educativa. Empatiza con el alumnado, reconoce sus necesidades individuales y comprende las dificultades y retos a los que se enfrentan. Además, y teniendo en cuenta que el entorno educativo siempre está cambiando, estos docentes son flexibles para adap-

tarse a diferentes estilos de aprendizaje y enfoques pedagógicos. El foco de su actuación didáctica se dirige al proceso de aprendizaje de cada una de las personas que conforman las aulas, considerando sus diferencias interindividuales como verdadera riqueza, valor añadido que favorece el desarrollo de un aprendizaje de mayor calidad. Consideran la evaluación formativa crucial para orientar las actividades y ofrecer retroalimentación específica en cada tarea o indicador.

La autopercepción del profesorado y su satisfacción con las condiciones laborales, aun sin arrojar diferencias significativas, parecen determinadas, en parte, por el factor años de experiencia docente. Docentes con menor experiencia profesional mostraron mayor satisfacción con su labor docente de manera global y manifestaron una actitud claramente orientada a los supuestos de la teoría adaptativa: plantean actividades utilizando métodos y recursos adaptados a la diversidad del alumnado para optimizar el aprendizaje y el rendimiento de sus estudiantes. Son entusiastas y muestran verdadero interés por el aprendizaje y el crecimiento de los alumnos.

Por otra parte, el profesorado con muchos años de experiencia parece considerar que sus prácticas ya son suficientemente eficaces y exitosas, lo que dificulta cuestionarse el valor o la posibilidad de adoptar nuevos métodos. Además, el reto de tratar con clases numerosas puede reforzar la resistencia al cambio, ya que actualizar enfoques siempre requiere tiempo y esfuerzo añadido para su aplicación.

La insuficiente formación para la docencia del profesorado se considera una cuestión crítica (entre otros, Arteaga y García-García, 2008; Mas y Olmos, 2012; Tallón Rosales *et al.*, 2019; Paz Maldonado, 2018). Educar requiere un equipo docente bien formado, capaz de utilizar métodos pedagógicos diferenciados y estrategias de enseñanza adaptadas. Para lograr éxito en sus intervenciones, el claustro ha de estar preparado y comprometido con los supuestos de la educación adaptativa (consultar García-García, 1997 y 2004 para su revisión), buscando cómo modificar las actividades de aula, ante una realidad en la cual la diversidad condiciona el proceso de aprendizaje. En el aula se darán cita estudiantes con niveles de rendimiento dispares, motivaciones variadas y ritmos diferentes, y el reto del equipo docente será transformar el espacio de aprendizaje para que todos alcancen

los objetivos comunes planteados, propiciando el desarrollo de objetivos personales diferenciados si fuera posible y conveniente. Sin embargo, sin una formación específica en el marco de la educación adaptativa, las concepciones y el desarrollo de prácticas educativas suelen estar fundamentadas en sus propias experiencias en el mundo laboral, más que por su formación para la docencia y las evidencias de investigación educativa. De gran interés se presenta la oportunidad de utilizar el diseño universal para el aprendizaje (DUA) como enfoque didáctico, cuyos principios desgranar y facilitan, entre otros, los trabajos de Alba-Pastor, Sánchez-Serrano y Zubillaga-del-Río (2014) y Aula Desigual (s.f).

Siempre habrá retos, limitaciones y barreras ante cualquier iniciativa de mejora educativa. Sin embargo, y de acuerdo con Antoniou y Griaznova (2018), argüimos que el punto decisivo para cualquier iniciativa que intente optimizar la enseñanza y el aprendizaje implica apoyarse en facilitadores para superar tales limitaciones y barreras. La formación docente es la clave para afrontar las demandas en lo que se refiere a la atención a la diversidad en el entorno educativo. En la etapa de formación inicial, el profesorado obtiene el conjunto de competencias didácticas y pedagógicas necesarias para desarrollar una enseñanza inclusiva y sensible ante la diversidad. Más tarde, a través de la formación continua, se complementan conocimientos, estrategias y herramientas que facilitarán el afrontamiento de nuevas problemáticas de una cultura cada vez más heterogénea (Paz Maldonado, 2018).

Desde esta perspectiva, afirmamos que es preciso reforzar la reflexión y crítica sobre la propia práctica docente, para avanzar en la adaptación a la diversidad (Álvarez, 2018; Domínguez y Vázquez, 2015; Vélez *et al.*, 2016).

1.5. Claves para la transferencia: elementos básicos para atender la diversidad

Las variables que determinan el perfil adaptativo que emergieron de nuestro estudio son similares a las ya señaladas en otras publicaciones sobre el tema (se pueden revisar las referencias del

punto de inicio), lo que nos lleva a inferir que, independientemente del nivel educativo en el que trabaja, el profesorado adaptativo comparte una serie de características que no solo se ven alimentadas por su formación y desarrollo profesional, sino también por los centros docentes y las actuaciones de las administraciones educativas.

Las vías para facilitar el desarrollo de procesos educativos para atender a la creciente y amplia diversidad incluyen diferentes acciones que cada docente debe considerar y actualizar. Pueden sintetizarse en cuatro puntos cardinales que cabe considerar para transformar la docencia en el marco de los supuestos de la educación adaptativa (figura 1.2).



Figura 1.2. Cuestiones cardinales del profesorado adaptativo.

1.5.1. Sensibilización

Lo primero es reconocer el valor de la diferencia como enriquecedora y el derecho de todas las personas a lograr el máximo desarrollo, independientemente de sus características diferenciales. Cada estudiante trae consigo su bagaje cultural, sus experiencias vivenciales y sus aptitudes, también sus actitudes y emociones. Todo ello le configura como aprendiz único. Es esencial realizar una mirada profunda a la persona y su realidad.

Al ver esta diversidad como un activo, en positivo, el profesorado adaptativo comprende la importancia de ajustar sus estrategias de enseñanza-aprendizaje para responder a estas diferencias individuales. Esta mirada inicial, positiva y acogedora hacia la diversidad conduce a un planteamiento de la docencia más flexible y abierto. Puede conducir a diferentes posibilidades: la adopción de nuevas metodologías, la selección justificada de itinerarios diferenciados para el logro de las competencias, la interacción con otros profesores, incluida la codocencia, etc. Todo ello para que el aprendizaje sea más accesible para todos y que pueda dirigirse y responder a necesidades específicas.

1.5.2. Formación específica y continua

La participación en programas de formación y desarrollo profesional ayuda al profesorado a mejorar sus competencias y conocimientos para responder a las necesidades, en constante evolución, del alumnado. Sin embargo, esto no debe ser una iniciativa individual de cada profesor. Las administraciones y los centros educativos han de valorar y apostar por la formación del profesorado para atender a la diversidad del alumnado. Al invertir en la mejora de la competencia docente en relación con la educación adaptativa, no solo se promueve la equidad, sino también la calidad educativa y aspectos de una educación más integral y humanizada, ya que fomentan el respeto, la tolerancia y la comprensión de las diferencias.

Desde la revisión personal del perfil de cada docente, a partir de la reflexión y la autoevaluación de las fortalezas y debilidades en torno a la atención a la diversidad, la formación puede tomar diferentes modalidades: cursos breves y concretos sobre herramientas y técnicas docentes específicas, encuentros de intercambio sobre innovación educativa, grupos de trabajo, experiencia de codocencia, y tutela de docentes en prácticas. En definitiva, múltiples opciones formativas conducen al perfeccionamiento de la labor docente, con impacto en la mejora de la calidad y los resultados educativos. En todas ellas es crucial la participación, la motivación y el compromiso activo del profesorado. La transformación no puede realizarse sin el profesorado.

1.5.3. Recursos diferenciados

Las propuestas de actividades de aprendizaje y de seguimiento de los avances y logros deben ser variadas, utilizando diferentes soportes, ofreciendo alternativas en respuesta a las características diferenciales del alumnado.

La tecnología ha desempeñado un papel crucial, poniendo a disposición del profesorado numerosos recursos en respuesta a situaciones de aprendizaje particulares. No es preciso generar nuestros propios recursos y materiales, aunque hacerlo también pueda ser de interés. Lo esencial es revisar y planificar con esa mirada puesta en las necesidades del estudiantado concreto, específico, al que hemos de acompañar en su proceso de aprendizaje. Como docentes adaptativos se trata de reflexionar, buscar y valorar los recursos disponibles, poniéndolos a disposición del grupo de estudiantes con orientaciones específicas que les permitan seleccionar por ellos mismos qué es más acorde a su perfil de aprendiz.

Desde el marco del diseño universal para el aprendizaje (DUA) destacan tres principios que pueden orientar al profesorado en esta tarea: el primero, proporcionar diferentes formas de representación; el segundo, considerar diferentes formas de acción y de expresión; el tercero, considerar la diferente implicación del estudiantado. Los principios reconocen que cada estudiante es único y puede aprender de forma diferente. El DUA pretende garantizar que los recursos didácticos sean accesibles al alumnado y creen experiencias de aprendizaje más significativas. Mediante la creación de recursos didácticos diferenciados, el profesorado atiende a una amplia gama de estilos de aprendizaje y niveles de capacidad, lo que provoca que el entorno de aprendizaje sea más adaptativo y se facilite el desarrollo personal de cada estudiante.

1.5.4. Retroalimentación

Enfocar la práctica pedagógica en el proceso de aprendizaje del alumnado conlleva necesariamente la atención exquisita de los aciertos, los errores y los aspectos que pueden mejorarse. La retroalimentación cobra un rol protagonista que ha sido profusamente investigado. Nicol y Macfarlane-Dick (2006, p. 205) iden-

tifican y sintetizan siete principios para realizar una retroalimentación específica y eficaz.

El punto de partida son los objetivos de aprendizaje, que deben ser claros para que el alumnado comprenda qué han de conseguir y cómo pueden mejorar su desempeño (metas, criterios, estándares esperados). Como docentes, debemos hacer un esfuerzo de revisión específica de qué pretendemos para poder trasladar al estudiantado la necesidad, la conveniencia y el interés de las actividades que se les proponen. Si no le encuentran sentido, es imposible el aprendizaje significativo.

Además, es muy importante generar un clima de seguridad en el aula en el que el alumnado pueda experimentar y cometer errores, recibiendo a tiempo comentarios constructivos, respetuosos y específicos para corregir y mejorar su rendimiento, y se ha de fomentar, así, el diálogo entre docentes y compañeros en torno al proceso de aprendizaje, los logros y las dificultades.

Por último, es esencial capacitar a los estudiantes para autorregular su aprendizaje, es decir, para que sean capaces de supervisar y ajustar su propio proceso de aprendizaje de forma continua y autónoma, independiente.

En definitiva, el profesorado adaptativo procura la inclusión educativa de todas las personas, utilizando los recursos para responder al reto de atender a cada una según sus necesidades. Descansa sobre el derecho a la formación y al aprendizaje, contemplando tanto las características individuales como su procedencia social y cultural. Se trata de darle una vuelta a nuestra realidad como docentes. El análisis y la reflexión personal sobre los resultados educativos obtenidos en la tarea didáctica impulsarán la mejora de la calidad educativa en términos de equidad. En palabras de Hayle (2019), «la clave está en la apertura de mente del docente [...]. El docente tiene que intentar llegar a todos los estudiantes en un esfuerzo por descifrar su pensamiento [...]. No hay que tener miedo de la diversidad» (pp. 101-103). Sencillamente, hay que procurar darle voz, también, en las aulas universitarias.

Apoyos

- Instituto de Ciencias de la Educación-ICE, Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Madrid, España.

- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), campus Porto Alegre. Rio Grande do Sul, Brasil.
- Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Campus Irati. Paraná, Brasil.
- Proyecto PROFICIENCYIn+E. Evaluación de competencias docentes para la inclusión y la excelencia (EDU2015-63844-R). Financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, Dirección General de Investigación Científica y Técnica.

Referencias

- Ainscow, M., Booth, T. y Dyson, A. (2006). *Improving schools, developing inclusion*. Routledge.
- Alba-Pastor, C. (2019). Diseño universal para el aprendizaje: un modelo teórico-práctico para una educación inclusiva de calidad. *Participación Educativa*, 6 (9), 55-66.
- Alba-Pastor, C., Sánchez-Serrano, J. M. y Zubillaga-del-Río, A. (2014). *Diseño universal para el aprendizaje (DUA). Pautas para su introducción en el currículo*. EducaDUA. https://www.educadua.es/doc/dua/dua_pautas_intro_cv.pdf
- Alcaín, E. y Medina-García, M. (2017). Hacia una educación universitaria inclusiva: realidad y retos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 11 (1), 4-19. <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.11.530>
- Álvarez, Q. (2018). Pedagogía sistémica e interculturalidad: claves para construir un aula inclusiva. *Revista Lusófona de Educação*, 37, 165-179.
- Antoniou, P. y Griaznova, J. A. (2018). Promoting quality and equity: an exploratory case study of a primary school in England exploring barriers and facilitators in implementing the dynamic approach to school improvement. *Studies in Educational Evaluation*, 57, 53-62. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2017.03.002>
- Arteaga, B. y García-García, M. (2008). La formación de competencias docentes para incorporar estrategias adaptativas en el aula. *Revista Complutense de Educación*, 19 (2), 253-274.
- Aula Desigual (s.f). Barreras / puntos de verificación / estrategias DUA. <https://view.genial.ly/6273b5d2975a9b001ad90ed2>

- Carey, K. (2019). Diversidad en la educación superior: el desafío de la pertinencia. En: M. J. Lemaitre (ed.). *Diversidad, autonomía y calidad. Desafíos para una educación superior para el siglo XXI* (pp. 85-96). CINDA-Centro Interuniversitario de Desarrollo.
- Correa Alzate, J. I. y Restrepo Restrepo, N. (2018). Atención a la diversidad: retos y desafíos en la educación superior. En: J. C. Tovar-Gálvez (ed.). *Trends and challenges in higher education in Latin America* (pp. 179-190). Adaya.
- Díez, E. y Sánchez, S. (2015). Diseño universal para el aprendizaje como metodología docente para atender a la diversidad en la universidad. *Aula Abierta*, 43 (2), 87-93. <https://doi.org/10.1016/j.aula.2014.12.002>
- Domínguez, J. y Vázquez, E. (2015). Atención a la diversidad: Análisis de la formación permanente del profesorado en Galicia. *Revista Nacional e Internacional de Educación Inclusiva*, 8 (2), 139-152.
- Elizondo, C. (2020). *Hacia la inclusión educativa en la universidad: diseño universal para el aprendizaje y la educación de calidad*. Octaedro.
- Fernández Batanero, J. M. (2011). Competencias docentes para la inclusión del alumnado universitario en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior. *Revista Educación Inclusiva*, 4 (2), 135-145.
- García-García, M. (1997). Educación adaptativa. *Revista de Investigación Educativa*, 15 (2), 247-271.
- García-García, M. (2004). Educación adaptativa y escuela inclusiva. Una forma de atender las diferencias de todos los estudiantes. En: C. Jiménez (ed.). *Pedagogía diferencial: diversidad y equidad* (pp. 3-32). Pearson Educación.
- Hayle, C. (2019). Diversidad y función formativa. En: M. J. Lemaitre (ed.). *Diversidad, autonomía y calidad. Desafíos para una educación superior para el siglo XXI* (pp. 97-103). CINDA-Centro Interuniversitario de Desarrollo.
- Herrera-Seda, C., Pérez-Salas, C. P. y Echeita, G. (2016). Teorías implícitas y prácticas de enseñanza que promueven la inclusión educativa en la universidad: instrumentos y antecedentes para la reflexión y discusión. *Formación Universitaria*, 9 (5), 49-64. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000500006>
- Jurado, P. y Olmos, P. (2010). Las actitudes del profesorado. Eje clave para la intervención educativa inclusiva. En: T. Susinos. *Actas del Congreso Internacional: «La educación inclusiva hoy: escenarios y protagonistas y XXVII jornadas nacionales de universidades y educación especial»* (pp. 227-241). Universidad de Cantabria.

- Martínez Serrano, M. (2007). Las competencias del profesorado universitario ante la convergencia europea: un camino por recorrer. *Revista Educação em Rede*, 2 (1).
- Más, O. y Olmos, P. (2012). La atención a la diversidad en la educación superior: Una perspectiva desde las competencias docentes. *Revista de Educación Inclusiva*, 5 (1), 159-173.
- Massani Enríquez, J. F. y Rodríguez Veloz, Y. (2022). La atención a la diversidad de estudiantes. experiencia en la educación superior. *Revista Universidad y Sociedad*, 14 (5), 577-586.
- Nicol, D. J. y Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31 (2), 199-218. <https://doi.org/10.1080/03075070600572090>
- Paz Maldonado, E. (2018). Competencias del profesorado universitario para la atención a la diversidad en la educación superior. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 12 (2), 115-131. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-73782018000200115>
- Rangel Baca, A. (2021). Percepción de los profesores universitarios sobre su competencia para la atención a la diversidad. *Revista de Educación Inclusiva*, 14 (1), 25-44.
- Salinas, J., De Benito, B. y Lizana, A. (2014). Competencias docentes para los nuevos escenarios de aprendizaje. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 28 (1), 145-163.
- Snow, R. E. (1997). Aptitudes and symbol systems in adaptive classroom teaching». *Phi Delta Kappan*, 78 (5), 354-360.
- Tallón Rosales, S., Fernández Jiménez, C., Hervás Torres, M., Aparicio Puerta, M. y Polo Sánchez, M. T. (2019). «a diversidad en la educación superior: programas de intervención actuales. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 3 (1), 445-454. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2019.n1.v3.1517>
- Vélez Calvo, X., Tárraga Mínguez, R., Fernández Andrés, M. I. y Sanz Cervera, P. (2016). Formación inicial de maestros en educación inclusiva: una comparación entre Ecuador y España. *Revista Nacional e Internacional de Educación Inclusiva*, 9 (3), 75-94.

Desarrollo de competencias docentes en el diseño de entornos virtuales de aprendizaje

ARTURO CARAVANTES

BEGOÑA GALIÁN

Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

La competencia digital está tomando especial relevancia en el entorno educativo impulsada por las instituciones europeas y nacionales, especialmente desde el impacto educativo de la pandemia. El plan de estudios del Máster para la Formación del Profesorado de Educación Secundaria incluye contenidos relacionados con el impulso de la competencia digital docente. En concreto, el máster de la Universidad Politécnica de Madrid incorpora una asignatura específica para este tipo de contenidos. En este capítulo se describe una experiencia de aprendizaje activo, desarrollada en el Instituto de Ciencias de la Educación de dicha universidad, centrada en las competencias digitales docentes en entornos virtuales de aprendizaje. Los resultados de la experiencia permiten extraer recomendaciones respecto a la implementación y el desarrollo de los cursos a distancia a través de las plataformas de aprendizaje. En concreto, los aspectos más relevantes tienen relación con la información inicial, la configuración y descripción de las actividades, el modo de secuenciación, la calidad de los materiales y las acciones de comunicación y seguimiento del docente.

2.1. Punto de inicio: la competencia digital docente en la formación de profesorado de secundaria

La formación del profesorado de Educación Secundaria en España se realiza a través del Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria (LOU, 6/2001). Este máster certifica

las competencias necesarias para la función educativa en este nivel, las cuales han evolucionado con el tiempo y requieren reflexión y estudio continuo (González-Sala *et al.*, 2020).

Una competencia crucial en la formación inicial del profesorado de educación secundaria es la competencia digital. Su inclusión se justifica por la perspectiva de que el mundo futuro de los estudiantes estará marcado por la tecnología, demandando habilidades para comprender y desenvolverse en diversos contextos (Revuelta-Domínguez *et al.*, 2022). La Comisión Europea reconoce la competencia digital como fundamental para la participación de los ciudadanos, instando a la formación digital del profesorado (Cabero *et al.*, 2020; European Commission, 2018).

La pandemia de covid-19 aceleró la necesidad de desarrollar competencias digitales docentes, evidenciando la adaptación de la mayoría de los docentes, pero también la necesidad de una formación más amplia y actualizada (Portillo *et al.*, 2020; Myyry *et al.*, 2022).

Ante la incidencia de las TIC, se reconoce la importancia de proporcionar estrategias para el adecuado aprovechamiento de las tecnologías en la era digital. La Comisión Europea, a través del Centro Común de Investigación, ha desarrollado el marco DigComp, que describe las competencias digitales necesarias desde una perspectiva ciudadana (Vuorikari *et al.*, 2016). En el ámbito de la formación del profesorado, se establece el Marco Europeo para la Competencia Digital de los Educadores (DigCompEdu) (Redecker y Punie, 2017). Este marco destaca que los docentes no solo deben tener habilidades digitales como ciudadanos, sino también competencias específicas para educar en el uso creativo y crítico de la tecnología.

En España, el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) adapta las competencias DigComEdu al ámbito español. Este enfoque va más allá de la capacitación digital, diferenciando seis áreas con un total de 22 competencias específicas, como se muestra en la figura 2.1, según Redecker y Punie (2017). Este enfoque representa un cambio significativo en la preparación del profesorado, al resaltar la importancia de afianzar las competencias digitales para educar de manera creativa y crítica.

Las competencias digitales docentes, conocidas como DigComEdu, se enfocan en el compromiso profesional para asegurar la



Figura 2.1. Áreas y competencias de DigCompEdu. Fuente: Redecker y Punie (2017).

cooperación y fluidez en la comunidad educativa, buscando la mejor opción y flexibilización para atender a la diversidad (Gilligan, 2020). Este enfoque incluye la habilidad de seleccionar y adaptar recursos digitales, gestionando su contenido conforme a la legalidad (Redecker y Punie, 2017). Sin embargo, la digitalización educativa carece de sentido sin un cambio pedagógico que integre la evaluación y retroalimentación como parte de la competencia digital, asegurando coherencia con las metodologías empleadas (Freitas-Cortina y Paredes-Labra, 2022; Redecker y Punie, 2017).

En España, cada comunidad autónoma aborda el reto de la formación digital docente según sus criterios. La Comunidad de Madrid ha implementado un plan para la acreditación de la competencia digital docente, promoviendo la mejora de la calidad educativa (Cervera, 2023). Este plan detalla las habilidades necesarias para la acreditación en diferentes niveles de dominio.

El uso de entornos virtuales de aprendizaje (EVA) es esencial en la formación digital docente desde el nivel A de este plan (Cervera, 2023). Un EVA se define como un conjunto de recursos y herramientas digitales para promover la interacción y comunicación pedagógica en contextos educativos diversos (Silva, 2017). Su objetivo principal es fomentar la creación y adquisición de conocimiento significativo (Benavides *et al.*, 2017). La literatura destaca la importancia de resultados y efectividad, así como la necesidad de que los EVA sean efectivos, eficientes, acce-

sibles, innovadores, realistas, inmersivos y escalables (Palau *et al.*, 2020). Estos entornos representan un cambio fundamental en la educación, pues requieren una planificación cuidadosa basada en las necesidades de los estudiantes y teorías pedagógicas que promuevan aprendizajes significativos y humanizados (Mehta y Aguilera, 2020; Silva, 2017; Cabero y Barroso, 2016). Los docentes desempeñan un papel clave en el diseño e implementación de estos entornos virtuales, adaptándose al nuevo paradigma educativo que responde a las demandas de la sociedad actual y la necesidad de alfabetización digital (Rivera, 2013).

Al hablar de EVA hay que resaltar que, según Salinas (2011), estos pueden ser «plataformas de *e-learning*, blogs, wikis y redes sociales» (p. 2) y el uso de unos u otros dependerá de factores como la coherencia institucional, la pertinencia con respecto a los estilos didácticos, las características tecnológicas o las personales. En el contexto de un EVA, siguiendo a Clarenc *et al.* (2013), es esencial considerar varias características clave que se sintetizan en la figura 2.2.

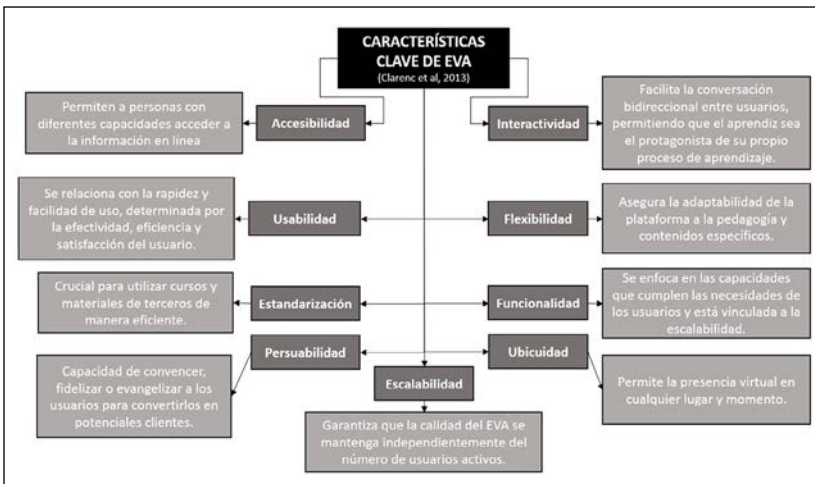


Figura 2.2. Características de un EVA. Fuente: Clarenc *et al.* (2013).

Partiendo de las anteriores características, autores como Vargas-Murillo (2021) establecen criterios con los que se pueden clasificar los EVA. Este autor diferencia, en función de su diseño y de los elementos que componen el EVA, cómo se gestiona la plataforma y cómo se optimiza. Lo que da pie a la pregunta:

¿cuáles son las características del diseño de los EVA mejor valoradas por los usuarios?

El Máster en Formación de Profesorado de Secundaria incluye contenidos relacionados con el aprendizaje de competencias digitales. Concretamente en el máster de la Universidad Politécnica de Madrid se incorporó desde su inicio (curso académico 2013-2014) una asignatura específica relacionada con dichas competencias: Tecnologías de la Información y la Comunicación para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC). En dicha asignatura se trabajan múltiples competencias digitales relacionadas con el uso de sistemas aplicados a la educación. En este trabajo nos centramos exclusivamente en las competencias relacionadas con el aprendizaje a distancia a través de los entornos virtuales disponibles en los centros educativos. Concretamente, los objetivos de este trabajo son:

- Describir una experiencia de aprendizaje activo con autonomía, simulación y coevaluación.
- Proponer recomendaciones de diseño de los elementos de un EVA en función de los datos de la experiencia anterior.

2.2. Camino al andar: aprendemos haciendo

Para responder al **primer objetivo** se detalla la experiencia de aprendizaje realizada a lo largo del desarrollo de la asignatura TAC. En ella se presentaron y debatieron buenas prácticas siguiendo criterios generales que pueden hacer más eficiente el aprendizaje. A continuación, se planteó una tarea en la que los estudiantes debían trasladar estas buenas prácticas a los EVA. La tarea siguió la metodología basada en proyectos y consistió en el diseño, implementación y desarrollo simulado de un breve curso a distancia a través de una plataforma de aprendizaje. Los estudiantes recibieron la responsabilidad de su aprendizaje en la aplicación práctica de sus criterios y experiencias. En concreto, la tarea se desarrolló en cinco fases (figura 2.3):

1. Toma de contacto con la plataforma y análisis de sus posibilidades.
2. Planificación de curso a distancia: título, contenidos, objetivos de aprendizaje, servicios generales necesarios, estructura

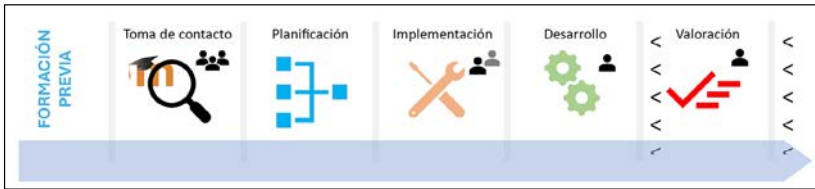


Figura 2.3. Esquema de fases de la tarea.

del curso, actividades y forma de acreditación. Dado que era una actividad de carácter creativo y reflexivo, se desarrolló en grupos de trabajo para reducir la subjetividad individual. Dependiendo de la edición de la asignatura, se plantearon grupos de dos a cuatro miembros.

3. Implementación del curso a distancia en la plataforma de aprendizaje. Consistió en el uso directo de la plataforma para trasladar la estructura, las actividades y los materiales al entorno virtual, siguiendo la planificación de la fase anterior. Se planteó individualmente, dado que se trataba de una actividad de carácter práctico y sin margen a la interpretación individual, combinada con las habilidades de tipo estético. En algún curso académico se permitió desarrollar esta fase por parejas con el propósito de reducir la carga de trabajo de los estudiantes.
4. Desarrollo simulado del curso a distancia. Los estudiantes fueron matriculados como participantes de los cursos diseñados por los compañeros. Cada estudiante actuó como docente de su propio curso y como estudiante simulado en varios cursos de los compañeros (habitualmente, dos cursos). Al finalizar cada curso, el sistema o el profesor de cada curso debía emitir a cada estudiante un certificado de aprovechamiento.
5. Valoración de los cursos desarrollados. Cada estudiante pudo valorar su experiencia completa, tanto aspectos de diseño e implementación como los relacionados con la actuación docente.

Aunque la elección de la plataforma era libre, casi todos los estudiantes eligieron Moodle, dado que era la más utilizada, era la plataforma institucional que ofrecía la Comunidad de Madrid a los centros públicos y el ICE-UPM les facilitaba un entorno de Moodle de prácticas. Moodle es una plataforma de tipo genérico

que cuenta con los servicios necesarios para implementar cualquier modalidad de curso a distancia. Sin embargo, como en todas las plataformas, las opciones disponibles no son infinitas y los profesores tienen que adaptar los cursos según sus posibilidades.

Para valorar la calidad de los trabajos entregados (fase 5: «Valoración») se elaboró una rúbrica que se estructura en dos dimensiones que permiten evaluar tanto el entorno virtual diseñado por el alumnado como su puesta en práctica. Dentro de estas dimensiones se abordan los ítems que se muestran en la figura 2.4.

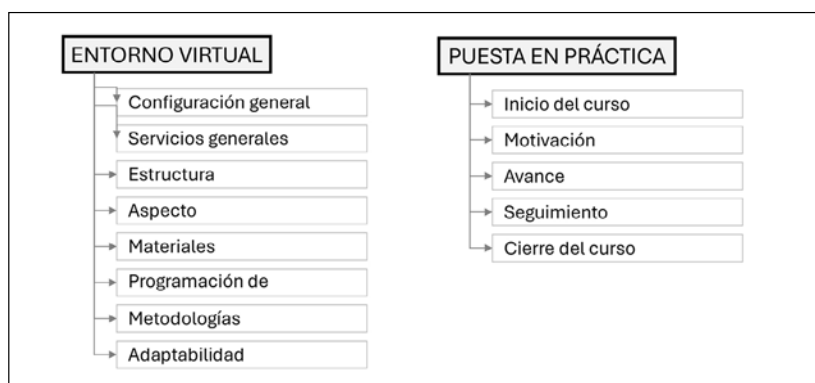


Figura 2.4. Dimensiones de la rúbrica.

La rúbrica anteriormente descrita se aplicó mediante el sistema OTPla (*Online Teaching Planner*), diseñado a medida para la gestión de todo el proceso de coevaluación. En la figura 2.5 se aprecia la interfaz de coevaluación, donde el alumnado valoró los trabajos de los compañeros considerando cada ítem en cuatro niveles de adquisición.

En esta experiencia se consideraron todos los ítems de la rúbrica al mismo nivel y se generó un valor numérico (0-100) como media de las respuestas a los 13 ítems. El sistema OTPla genera automáticamente dicha valoración numérica correspondiente a las respuestas de cada evaluador; además, calcula el promedio de todas las valoraciones recibidas de los evaluadores del mismo trabajo (figura 2.6).

La experiencia que se describe en este estudio se mantuvo estable a lo largo de los últimos siete cursos académicos, de 2016 a 2023, con un total de 578 participantes. Un 34 % de ellos no

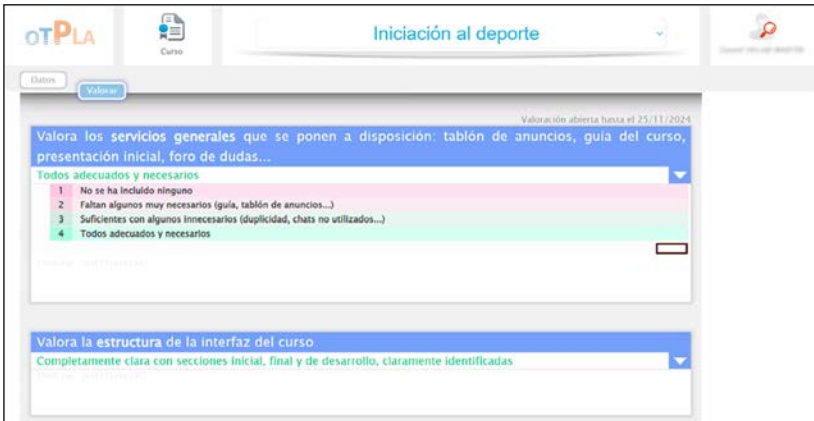


Figura 2.5. Ejemplo de visualización en el sistema OTPLa.

OTPLA Curso MES22* Administrador Cognit

Nuevo Botones subvota, elimina Botones valoradores

Dimensión (Todas)

MES22NAA	El sistema solar	Impartido por Wendy	80
MES22NAB	Senderismo para principiantes	Impartido por Doris Yabari	70
MES22NAC	Astronomía	Impartido por AIT	91
MES22NAE	Ajedrez	Impartido por Clara	98

Figura 2.6. Ejemplo de la pantalla de resultados en el sistema OTPLa.

completaron todas las fases de la tarea. Además, cuando las discrepancias en las valoraciones de los compañeros fueron excesivas, se consideró que había un error en alguna de ellas por falta de interés, o de tiempo o de conocimiento del evaluador. Por ello se han excluido de este estudio los cursos que han recibido valoraciones atípicas con discrepancias por encima del 30%. En total se consideran 322 entregas válidas para este estudio (tabla 2.1).

Para poder determinar las características de los cursos mejor valorados por los compañeros se optó por clasificarlos en una escala de tres niveles que se definen en el apartado siguiente, en el que se presentan los resultados.

Tabla 2.1. Resumen de los datos de participación en la experiencia a lo largo de los cursos 2016-17 y 2022-23

Curso	Incompleto	Discrepancia	Válidos	Total
2016-17	31	5	31	67
2017-18	29	4	34	67
2018-19	39	5	23	67
2019-20	34	3	31	68
2020-21	36	8	64	108
2021-22	31	7	61	99
2022-23	17	7	78	102
TOTAL	217 (37%)	39 (7%)	322 (56%)	578

Para dar respuesta al **segundo objetivo** y proponer recomendaciones de diseño de los elementos de un EVA se procedió a la clasificación de los cursos desarrollados por el alumnado según un conjunto de características. Para facilitar el análisis posterior, las características de los cursos se agruparon en las siguientes cinco dimensiones relacionadas con los objetivos del estudio:

- **Planificación.** La planificación de un curso está muy relacionada con los tipos de contenidos y estudiantes. Los docentes pueden optar por cursos breves o extensos, con control de avance automático o manual, con actividades homogéneas-variadas e individuales-grupales.
- **Implementación.** La forma, el aspecto y funcionamiento del curso en la plataforma de aprendizaje viene determinado por el uso de imágenes, el formato de los textos, la definición de las secciones y la configuración de los parámetros de las actividades. Los diseñadores pueden optar por cursos austeros o decorados, con secciones difusas o definidas, y con configuraciones de actividades básicas o complejas.
- **Información.** Los canales de comunicación en un entorno virtual pueden ser textuales, visuales y auditivos a través de los servicios disponibles. La cantidad, el tipo y el canal de información suelen ser determinantes en este tipo de cursos. Puede ser de carácter textual o multimedia, con descripciones

breves o detalladas y con una carga de contenido ligero o denso.

- **Navegación.** Actualmente, la mayoría de las plataformas de aprendizaje están diseñadas para entornos web basados en el uso de hipervínculos. El diseñador de un curso puede determinar la forma de navegar por los vínculos para avanzar en el curso. Puede haber mucha o poca densidad de estos elementos de navegación y estar todos visibles permanentemente o estar ocultos según el estado del avance del curso para cada participante.
- **Desarrollo.** Las fases del desarrollo de un curso pueden realizarse de forma estricta con bienvenida, diagnóstico, aprendizaje, evaluación y cierre, o pueden seguir un criterio menos regulado por el docente. Las acciones de seguimiento, comunicación y retroalimentación del docente pueden ser solo las esenciales o ser frecuentes y muy elaboradas.

Siguiendo las dimensiones anteriores, el docente clasificó los cursos desarrollados por los estudiantes siguiendo diferentes parámetros de diseño y desarrollo de cursos, que se resumen en la figura 2.7. Se definen tres niveles para valorar cada uno de estos parámetros. Estos pueden observarse en las figuras del apartado siguiente.

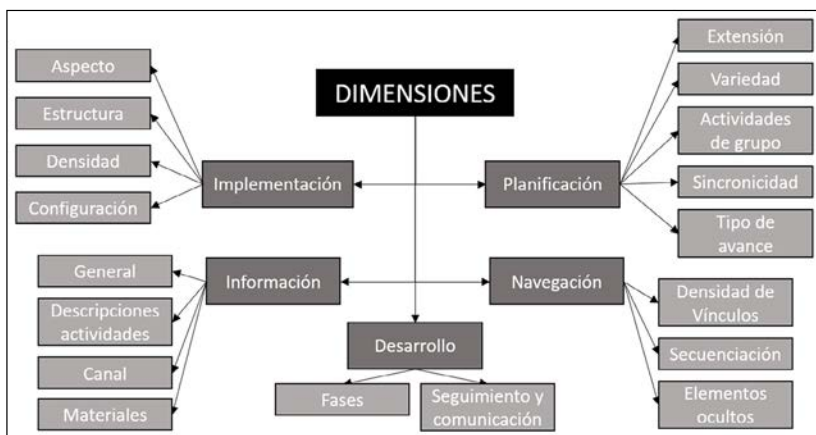


Figura 2.7. Esquema de parámetros para la clasificación de los cursos entregados por los estudiantes.

2.3. Hitos alcanzados: conocer los resultados para orientar hacia la mejora

Para tener una idea de los factores que influyen en el éxito de los cursos, se han analizado descriptivamente cada una de las características. Se utilizan las pruebas de Kruskal-Wallis y de múltiples rangos para distinguir los grupos con diferencias significativas en la mediana y los que tienen mejores valoraciones.

A continuación, se presentan los resultados siguiendo la clasificación expuesta en la figura 2.7.

2.3.1. Resultados de planificación

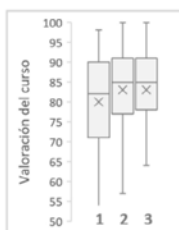
Comenzando por la dimensión de «Planificación», contemplando la figura 2.8, los resultados muestran que existen diferencias estadísticamente significativas. Concretamente, cuando la extensión de los cursos es breve o con poca variedad en la planificación, la valoración de los usuarios es significativamente peor. Además, en cuanto al tipo de avance, se valoran mejor los cursos con regulación a ritmo individual. En el resto de los parámetros de planificación no se han encontrado diferencias significativas.

2.3.2. Resultados de implementación

Continuando con los parámetros de implementación (figura 2.9), las valoraciones de los usuarios no muestran diferencias en función de la estructura de los cursos o la densidad de la información. Sin embargo, la valoración de los cursos es significativamente más baja cuando el estilo no está cuidado y más alta cuando se ha empleado una configuración avanzada del entorno virtual.

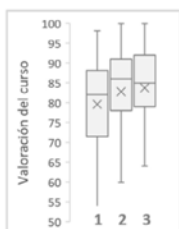
2.3.3. Resultados de información

En esta dimensión se aprecian diferencias significativas en todos los aspectos (figura 2.10). Concretamente, cuanto más detallada es la información del curso y la descripción de las actividades, mejor valoración recibe de los participantes. Igualmente, la in-



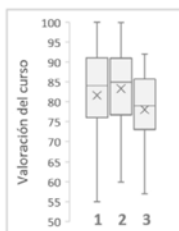
Parámetro EXTENSIÓN	N	Mediana	Rango prom.
1 – Extensión breve	101	82	142,98
2 – Extensión media	155	85	170,24
3 – Extensión amplia	66	85	169,31

	Estadístico	Probabilidad	Agrupaciones
Kruskal-Wallis	5,84	0,054	1 23



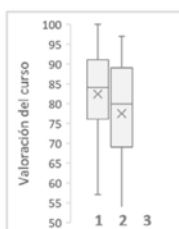
Parámetro VARIEDAD	N	Mediana	Rango prom.
1 – Poca variedad	93	82,0	140,17
2 – Variedad media	154	86,0	167,84
3 – Variedad alta	75	85,0	174,93

	Estadístico	Probabilidad	Agrupaciones
Kruskal-Wallis	7,16	0,028	1 23



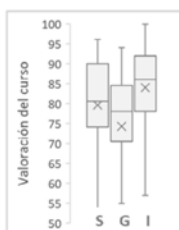
Parámetro GRUPAL	N	Mediana	Rango prom.
1 – Ninguna actividad de grupo	202	84,0	159,81
2 – Alguna actividad de grupo	110	85,0	168,41
3 – Muchas actividades de grupo	10	79,0	119,65

	Estadístico	Probabilidad	Agrupaciones
Kruskal-Wallis	2,70	0,260	123



Parámetro SINCRONICIDAD	N	Mediana	Rango prom.
1 – Ninguna actividad sincrónica	305	84,0	163,26
2 – Alguna actividad sincrónica	17	80,0	130,00
3 – Muchas actividades sincrónicas	-	-	-

	Estadístico	Probabilidad	Agrupaciones
Kruskal-Wallis	2,06	0,151	12

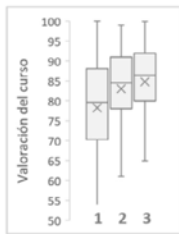


Parámetro TIPO DE AVANCE	N	Mediana	Rango prom.
S – Sin regulación de avance	42	80,5	141,81
G – Regulación global al grupo	45	78,0	109,73
I – Regulación individual	235	86,0	174,93

	Estadístico	Probabilidad	Agrupaciones
Kruskal-Wallis	20,71	0,000	S G I

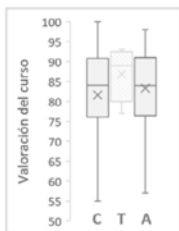
Figura 2.8. Resultados por parámetros de planificación.

clusión de elementos multimedia en la comunicación y el uso de materiales con algo de calidad mejoran significativamente su valoración.



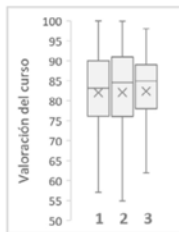
Parámetro ASPECTO	N	Mediana	Rango prom.
1 – Sin estilo	96	79,5	129,09
2 – Con algo de estilo	128	84,5	166,78
3 – Con estilo significativo	98	86,5	186,35

	Estadístico	Probabilidad	Agrupaciones
Kruskal-Wallis	19,05	0,000	1
			23



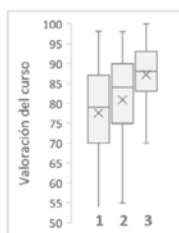
Parámetro ESTRUCTURA	N	Mediana	Rango prom.
C – Contenidos o Temas	228	84,0	159,79
T – Periodos de tiempo	5	89,0	197,00
A – Líneas de trabajo o actividades	89	84,0	163,89

	Estadístico	Probabilidad	Agrupaciones
Kruskal-Wallis	0,86	0,649	CTA



Parámetro DENSIDAD INFORMACIÓN	N	Mediana	Rango prom.
1 – Densidad baja	119	83,0	156,56
2 – Densidad media	148	84,5	163,90
3 – Densidad alta	55	85,0	165,74

	Estadístico	Probabilidad	Agrupaciones
Kruskal-Wallis	0,55	0,760	123



Parámetro CONFIGURACIÓN ACTIV.	N	Mediana	Rango prom.
1 – Configuración limitada	30	79,0	119,02
2 – Configuración funcional	215	84,0	152,37
3 – Configuración avanzada	77	88,0	203,53

	Estadístico	Probabilidad	Agrupaciones
Kruskal-Wallis	24,04	0,000	12
			3

Figura 2.9. Resultados por parámetros de implementación.

2.3.4. Resultados de navegación

Dentro de los aspectos que se valoran en la dimensión de navegación (figura 2.11) únicamente tiene un impacto significativa-

mente positivo cuando el curso está secuenciado por actividades, frente a la secuenciación por secciones o la ausencia de secuenciación. El resto de los parámetros analizados, densidad de vínculos en pantalla y el proceso de ocultación de los vínculos no revelan diferencias respecto a la satisfacción de los participantes.

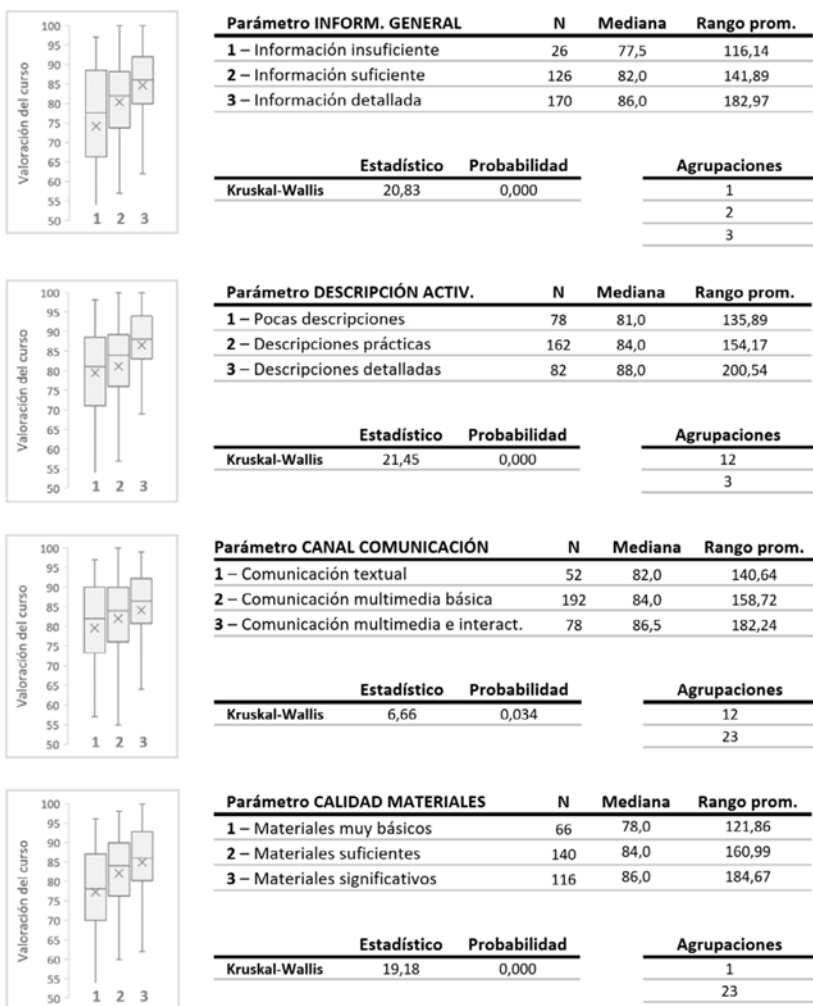


Figura 2.10. Resultados por parámetros de información.

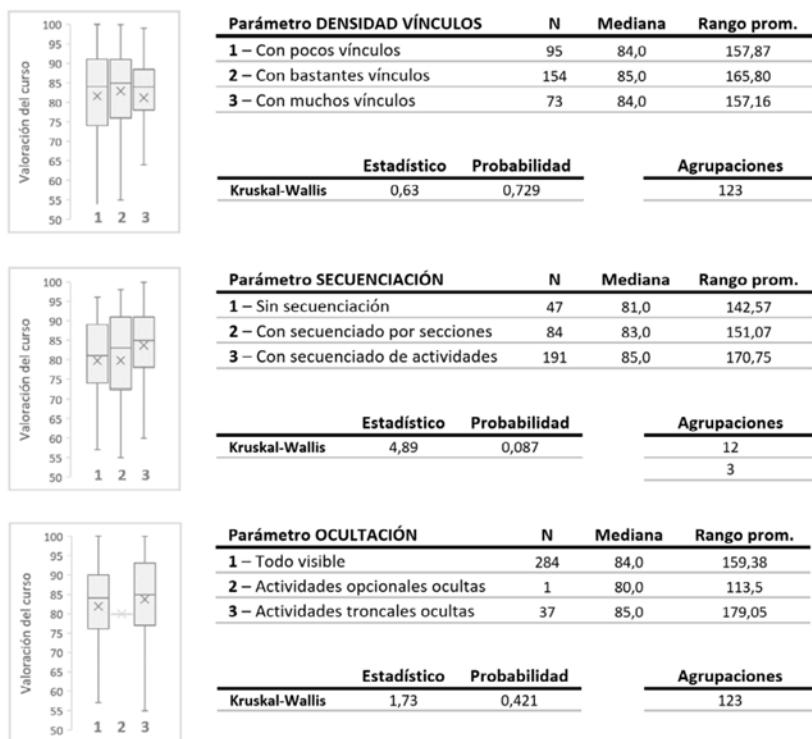


Figura 2.11. Resultados por parámetros de navegación.

2.3.5. Resultados de desarrollo del curso

Por último, los participantes valoran significativamente mejor los cursos que contienen acciones básicas de bienvenida y cierre, y aún mejor cuando estas acciones se completan con información de contexto y motivación del curso. Lo mismo ocurre respecto al seguimiento y la comunicación: cuanto mayor relación hay con el docente, mejores valoraciones reciben los cursos (figura 2.12).

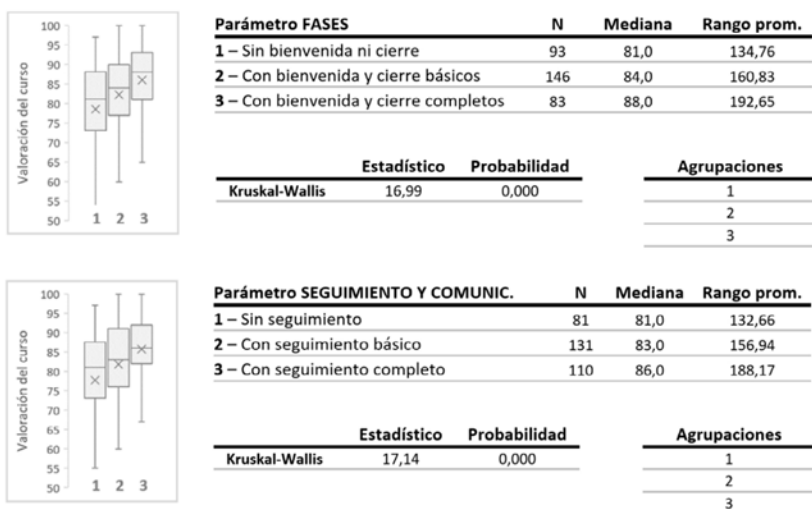


Figura 2.12. Resultados por parámetros de desarrollo del curso.

2.4. Lecciones aprendidas: las características de los EVA impactan en la percepción del usuario

La experiencia descrita ha permitido recoger información de los participantes, tanto cuantitativa como cualitativa. A continuación, se resumen los resultados y se complementan con las opiniones de los participantes extrayendo algunas recomendaciones relacionadas con el diseño y el desarrollo de cursos a distancia:

- La **extensión del curso** no parece una característica crítica para la valoración; simplemente debe ajustarse para lograr los objetivos de aprendizaje planteados. Los cursos muy breves pueden no cumplir los objetivos y los cursos muy extensos pueden llegar a resultar repetitivos.
- Los cursos que incluyen **actividades variadas** son mejor valorados por los participantes. Hay que evitar la monotonía sin excederse para no caer en la dispersión.
- La inclusión de **actividades en grupo** no impacta significativamente en la valoración general de los cursos en línea. No obstante, en esta experiencia, cursos con muchas actividades grupales tienen una valoración media inferior. Agregar alguna

actividad de grupo mejora la valoración, posiblemente reduciendo la sensación de aislamiento. Opiniones de participantes sugieren que estas actividades pueden ralentizar el curso al requerir mayor coordinación, siendo también más difíciles de gestionar para el docente y propensas a generar incidencias.

- Los datos de la experiencia no permiten evaluar adecuadamente los cursos con muchas **actividades síncronas** (videoconferencias, chats...), pero se observa que el uso de estas actividades está asociado a una disminución en la valoración media. Es importante considerar que, durante la simulación de cursos, la sincronización representa una dificultad debido a restricciones temporales. Si estas actividades síncronas se hubieran llevado a cabo, es probable que hubieran destacado sus beneficios en comunicación e intercambio.
- Los cursos mejor valorados son los que facilitan el **tipo de avance** al ritmo individual de los participantes; los peor valorados son los que lo bloquean de forma global a todo el grupo, normalmente mediante fechas fijas. Parece que la flexibilidad de avance es un factor fundamental en este tipo de cursos a distancia; cualquier bloqueo se valora negativamente.
- Cuanto más elaborado esté el **estilo** de los cursos mayor es su valoración media. Resulta recomendable incluir al menos alguna imagen representativa del curso y algo de estilo que permita distinguir los contenidos de las secciones.
- El método para organizar las **secciones** de los cursos en los EVA puede basarse en periodos de tiempo, temas o líneas de trabajo. La falta de variedad en los datos en la experiencia no permite extraer evidencias respecto a los cursos estructurados por periodos de tiempo (días, semanas...). Sin embargo, la organización por temas o líneas de trabajo no mostró diferencias significativas en la valoración. Para un análisis más preciso, sería necesario comparar las valoraciones del mismo curso con ambas estructuras. Los comentarios de los participantes sugieren cierta confusión cuando el curso combina metodologías activas con una estructura de secciones temáticas.
- Cuando se accede a un sitio web, es habitual tener la sensación de saturación por la cantidad de información y vínculos disponibles. En esta experiencia, la **densidad de información** no mostró diferencias importantes en la valoración de los cursos, probablemente porque la cantidad de información no

llegó a ser excesiva debido a la brevedad de los cursos (una semana). Para poder determinar con más detalle la influencia de este factor, habría que valorar cursos más extensos.

- En esta experiencia, la **configuración** avanzada de los parámetros de las actividades resultó ser clave. La configuración básica o parcial suele producir confusiones o incidencias que dificultan el avance natural del curso.
- La **información** detallada tanto del curso como de las actividades son características comunes de los cursos mejor valorados. La falta de información sobre el desarrollo del curso suele generar dudas, dificultades de avance y, en muchos casos, el abandono.
- La **codificación** y **transmisión** del conocimiento impactan en la percepción de los participantes. Los **materiales** centrados en texto facilitan la comunicación de cualquier contenido, pero demandan un mayor esfuerzo en percepción y comprensión. Aunque los materiales visuales son más fáciles de percibir, suelen presentar contenido más simple o incompleto. La experiencia revela que los cursos con materiales interactivos reciben una valoración superior a los puramente textuales, aunque sin diferencias significativas. Por otro lado, las valoraciones de los cursos revelan la necesidad del uso de materiales con mayor aportación que la mera transmisión de los contenidos: estructurados y con estilo, posibilidades de navegación, elementos visuales y adaptabilidad.
- Los EVA permiten definir el **modo de secuenciación** del curso. En esta experiencia, los cursos con secuenciación de actividades obtienen una valoración media más alta. Probablemente este factor está directamente relacionado con la flexibilidad que ofrece el avance a ritmo individual, dado que en el avance por secciones se utilizan bloqueos por fecha a todo el grupo.
- Cuando una actividad se abre en función del estado de las anteriores, puede permanecer **oculta o visible** inactiva. El diseñador del curso decide cuáles y cuándo permanecen ocultas a los estudiantes. Los datos disponibles en esta experiencia no reflejan diferencias significativas en cuanto a las preferencias de los participantes.
- Debido a las dificultades intrínsecas de comunicación y relación en los cursos a distancia, las **fases** de toma de contacto y

cierre del curso suelen ser determinantes. En esta experiencia, los cursos en los que se han potenciado estas fases obtienen valoraciones medias más altas. Igualmente, las acciones de **seguimiento y comunicación** frecuente con los estudiantes suelen reducir la sensación de aislamiento y mejorar el avance del curso.

2.5. Claves para la transferencia: directrices para la mejora del diseño los EVA

El entorno físico donde se desarrolla el aprendizaje es un factor esencial en el proceso de planificación didáctica. La planificación de actividades en un aula no se puede trasponer directamente a actividades equivalentes en un entorno virtual a distancia. El reto es reducir el impacto de las limitaciones de comunicación y relación personal, mientras se aprovechan los automatismos, la información de seguimiento y la capacidad de interacción y adaptación de las plataformas de aprendizaje.

Hay que tener en cuenta que las características de la docencia a distancia son muy variables y dependientes de los factores impuestos que limitan las posibilidades de diseño de este tipo de cursos. Tradicionalmente, las actividades a distancia se usan como complemento a la docencia presencial reglada y, recientemente, la modalidad HyFlex (Howell *et al.*, 2023) ha introducido la docencia a distancia como duplicado o espejo de la clase presencial para los estudiantes que lo requieran. En ocasiones, es obligado programar sesiones síncronas frecuentes que acrediten la dedicación de los docentes. Además, no hay que olvidar las limitaciones de los recursos técnicos necesarios, los riesgos derivados del intercambio de datos personales y el impacto psicológico que puede tener en cada etapa de desarrollo personal. Entrar en el análisis y tratamiento de todos estos factores es fundamental para concretar una metodología de éxito en cada caso.

Sin embargo, la experiencia descrita en este trabajo permite extraer unas directivas generales que pueden servir de orientación en muchos casos:

- **Estructura metodológica.** Las secciones que componen el área de trabajo principal del entorno virtual de aprendizaje deben seguir el criterio que impone la metodología general del curso: 1) para cursos jerarquizados con avance secuencial se opta por secciones temáticas; 2) para metodologías activas se diseñan secciones basadas en líneas de trabajo; 3) para cursos rígidos con alta sincronidad temporal, se opta por secciones basadas en periodos de tiempo.
- **Flexibilidad.** Los estudiantes de cursos a distancia esperan poder avanzar cuando disponen de tiempo. El aspecto peor valorado es tener el avance bloqueado sin una razón justificada. Por ello, se recomienda: 1) incluir actividades de grupo y actividades síncronas solo cuando sean realmente necesarias; 2) intentar evitar bloqueos de actividades o temas por fechas; 3) programar el avance de las actividades del curso según el ritmo individual, no dependiente del grupo.
- **Variiedad.** La monotonía casi siempre va en contra del fomento del aprendizaje. Se recomienda incluir actividades variadas, pero sin llegar al extremo de que genere desorientación. En la selección de las actividades hay que valorar la sensación general de aislamiento; alguna actividad de interacción entre compañeros puede mejorar este aspecto. Igualmente hay que intentar evitar la sensación de aprendizaje repetitivo o actividades inútiles. Todas las actividades deben tener un objetivo de aprendizaje específico no trabajado previamente en el curso.
- **Información suficiente.** La mayoría de los abandonos de un curso a distancia se deben a falta o exceso de información al inicio del curso y en la descripción de las actividades. La información debe ser suficiente, sin saturar ni repetir. La información explícita en pantalla debe ir cambiando en función de las actividades activas en cada momento, dejando el resto de la información en vínculos o elementos contraídos o colapsados. Todas las actividades troncales del curso deben estar visibles desde el inicio y ser secuenciadas por activación cuando se completen las actividades previas requeridas. Por otro lado, se recomienda mantener ocultas las actividades complementarias y solo mostrarlas a aquellos estudiantes que las necesiten.
- **Percepción de calidad.** El aspecto general del entorno de aprendizaje influye directamente en la motivación y atención

del estudiante. Se recomienda usar un estilo homogéneo y significativo, relacionado con el tema. Lo mismo ocurre con la calidad de los materiales. Los materiales desestructurados, muy densos en texto y con poca calidad visual tienden a dificultar el proceso a los estudiantes. Hay que poner especial atención en el diseño o selección de materiales estructurados, multimedia y con posibilidades de navegación, interacción y adaptación.

- **Comunicación permanente.** Un estudiante a distancia puede aprender solo, sin acompañamiento de ningún docente. Sin embargo, la comunicación frecuente con los estudiantes a través de la retroalimentación individual y mensajes generales al grupo genera un ambiente más favorable para el aprendizaje. Se recomienda dar la bienvenida general al curso y cerrarlo de forma individual. Si es posible, hay que dar la opción de comunicación por videoconferencia en tutorías o trabajo en grupo para quienes requieran una comunicación más directa.

La competencia digital de los profesores desempeña un papel crucial en la creación efectiva de entornos de formación a distancia, reconociendo las particularidades y desafíos que presentan los entornos virtuales de aprendizaje. La adaptación de la planificación didáctica a este contexto implica considerar la variabilidad de la enseñanza a distancia, desde las sesiones síncronas programadas hasta las limitaciones de recursos técnicos. En este trabajo se han señalado las directrices generales para una metodología exitosa, centrada en la estructura, flexibilidad, variedad, información suficiente, percepción de calidad y comunicación permanente. Estos principios proporcionan una base sólida para abordar los aspectos críticos del diseño de cursos virtuales, pues fomentan un entorno de aprendizaje en línea que promueve la participación, el progreso individual y la calidad educativa en consonancia con las demandas cambiantes de la educación contemporánea.

Apoyos

Esta experiencia se ha desarrollado con los recursos y el apoyo del personal del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de

la Universidad Politécnica de Madrid y dentro de las acciones orientadas a la mejora de la competencia tecnológica descrita en el proyecto PROFICIENCYIn+Edu (RTI2018-096761-B-I00).

Referencias

- Benavides, R., Villacís, M. y Ramos, J. J. (2017). El entorno virtual de aprendizaje (EVA) en la generación de conocimiento de estudiantes universitarios. *CienciAmérica: Revista de Divulgación Científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 6 (1), 1-10.
- Cabero, J. y Barroso, J. (2016). ICT teacher training: a view of the TPACK model. *Culture and Education*, 18 (3). <https://doi.org/10.1080/11356405.2016.1203526>.
- Cabero, J., Romero-Tena, R. y Palacios-Rodríguez, A. (2020). Evaluation of teacher digital competence frameworks through expert judgement: the use of the expert competence coefficient. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 9(2). <https://doi.org/10.7821/naer.2020.7.578>.
- Cervera, D. (2023). *Guía de evaluación de la competencia digital docente*. Comunidad de Madrid. https://dgbilinguismoycalidad.educamadrid.org/docs/nube/D39_Guia_evaluacion_CDD_22_23_1681720526.pdf.
- Clarenc, C. A., Castro, S., López, C., Moreno, M. y Tosco, N. (2013). *Analizamos 19 plataformas de e-learning*. Grupo GEIPITE.
- European Commission (2018). Proposal for a council recommendation on key competences for lifelong learning. *Official Journal of the European Union*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.C_.2018.189.01.0001.01.ENG&toc=OJ:C:2018:189:TOC
- Freitas-Cortina, A. y Paredes-Labra, J. (2022). Desafíos de la producción multimedia en los MOOC. Estudio de caso interpretativo sobre las perspectivas docentes. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(1), 59-79. <https://doi.org/10.5944/ried.25.1.30840>.
- Gilligan, J. (2020). Competencies for educators in delivering digital accessibility in higher education. En: M. Antona y C. Stephanidis (eds.). *Universal access in human-computer interaction. Applications and practice. HCII 2020* (pp. 184-199). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49108-6_14.
- González-Sala, F., Bisquert-Bovert, M., Haba-Osca, J. y Osca-Lluch, J. (2020). Formación del profesorado de secundaria en España: un estu-

- dio a través de los másteres oficiales en educación secundaria en universidades públicas. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 34 (2), 205-224. <https://doi.org/10.47553/rifop.v34i2.78055>.
- Howell, E., Hubbard, K., Linder, S., Madison, S., Ryan, J. y Bridges, W. C. (2023). HyFlex pedagogy: six strategies supported by design-based research. *Journal of Applied Research in Higher Education*. <https://doi.org/10.1108/JARHE-02-2023-0050>.
- Ley orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 24 de diciembre de 2001.
- Mehta, R. y Aguilera, E. (2020). A critical approach to humanizing pedagogies in online teaching and learning. *International Journal of Information and Learning Technology*, 37 (3), 109-120. <https://doi.org/10.1108/IJILT-10-2019-0099>.
- Myry, L., Kallunki V., Katajavuori, N., Repo, S., Tuononen, T., Anttila, H., Kinnunen, P., Haarala-Muhonen, A. y Pyörälä, E. (2022). COVID-19 accelerating academic teachers' digital competence in distance teaching. *Frontiers in Education*, 7 (770094), 1-11. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.770094>.
- Palau, R., Mogas-Recalde, J. y Domínguez-García, S. (2020). El proyecto Go-Lab como entorno virtual de aprendizaje: análisis y futuro. *Educación*, 56 (2), 407-421. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1068>.
- Portillo, J., Garay, U., Tejada, E. y Bilbao, N. (2020). Self-perception of the digital competence of educators during the COVID-19 pandemic: a cross-analysis of different educational stages. *Sustainability*, 12 (23), 1-13. <https://doi.org/10.3390/su122310128>.
- Redecker, C. y Punie, Y. (2017). *Digital competence of educators DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu_en
- Revuelta-Domínguez, F.-I., Guerra-Antequera, J., González-Pérez, A., Pedrera-Rodríguez, M.-I. y González-Fernández, A. (2022). Digital teaching competence: a systematic review. *Sustainability*, 14 (11), 6428. <http://dx.doi.org/10.3390/su14116428>.
- Rivera, A. (2013). *Impacto de los ambientes virtuales de aprendizaje en el desarrollo de competencias lingüísticas en tareas comunicativas básicas del inglés, en alumnos de bachillerato* (tesis de maestría). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey].
- Salinas, M.I. (2011). *Entornos virtuales de aprendizaje en la escuela: tipos, modelo didáctico y rol del docente*. Pontificia Universidad Católica Argentina. https://cdn.goconqr.com/uploads/media/pdf_media/19450985/a6069975-0a82-4fe9-ae15-3f76cfef8f71.pdf

- Silva, J. (2017). Un modelo pedagógico virtual centrado en las e-actividades. *Revista de Educación a Distancia*, 17 (53). <http://dx.doi.org/10.6018/red/53/10>.
- Vargas-Murillo, G. (2021). Diseño y gestión de entornos virtuales de aprendizaje. *Cuadernos Hospital de Clínicas*, 62 (1), 80-87
- Vuorikari, R., Punie Y., Carretero-Gómez S. y Van den Brande G. (2016). *DigComp 2.0: the digital competence framework for citizens. Update phase 1: the conceptual reference model*. Publication Office of the European Union. <https://doi.org/10.2791/11517>.

Personalización del aprendizaje en la enseñanza de la tecnología a través de proyectos de aprendizaje-servicio

JOSÉ LUIS MARTÍN NÚÑEZ
Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

La metodología de aprendizaje-servicio (ApS) combina el aprendizaje académico con el servicio a la comunidad, con el objetivo de fomentar el compromiso social y la formación integral de los estudiantes. Así, pasan a ser protagonistas de su aprendizaje y perciben la utilidad de su contribución de forma inmediata. Este modelo favorece conectar con estudiantes que podrían estar desmotivados y despertarles nuevos intereses que contribuyan a un mejor rendimiento académico y, en consecuencia, a un mejor servicio. El principal reto es la integración curricular de la experiencia dentro de una planificación docente, mientras se coordina su desarrollo con las organizaciones colaboradoras. La planificación académica no está siempre alineada con las necesidades sociales, pero no solo en cuanto a tiempo, lugar o contenidos, sino también a características como intereses, objetivos, necesidades y ritmos del aprendiz. En este trabajo se presenta la experiencia Tecnocapaz, desarrollada en el marco de una materia del Máster del Profesorado de Secundaria, como un ejemplo de personalización del aprendizaje a través del ApS. Los resultados muestran que los estudiantes que participaron en el proyecto percibieron mayor importancia y utilidad de la asignatura contribuyendo a favorecer su implicación, logrando mejores resultados académicos. El ApS ha resultado de utilidad para personalizar el aprendizaje de los estudiantes, mejorando su rendimiento académico a la vez que realizan un servicio a la comunidad.

3.1. Punto de inicio: complejidad de la enseñanza de la tecnología

La formación del profesorado de secundaria es un proceso clave para asegurar la calidad de la educación que van a recibir los futuros estudiantes. El profesorado de secundaria debe tener una formación sólida en el contenido académico que enseñan, así como en las estrategias pedagógicas y didácticas para impartir su enseñanza de manera efectiva. La formación requerida para ejercer como docente en estos niveles puede variar según el país y la institución educativa, pero generalmente incluye una combinación de formación teórica y práctica.

Es importante destacar que la formación del profesorado de secundaria debe ser continua y actualizada, ya que la educación y las necesidades de los estudiantes están en constante evolución. Los profesores deben mantenerse al día en su conocimiento académico y en las mejores prácticas pedagógicas, didácticas y tecnológicas para asegurar que estén preparados para enfrentar los desafíos cambiantes de la educación en la actualidad (Bernate y Guativa, 2020). Este aspecto tan importante se ve acentuado cuando se trabaja en la enseñanza de materias como la tecnología, que están en constante evolución tanto la materia como la forma de enseñarla. Según la recopilación de diversos autores, la formación del profesorado en tecnología puede ser especialmente desafiante debido a varios factores:

- **Constantes cambios tecnológicos.** La tecnología avanza rápidamente, y el profesorado de tecnología debe mantenerse actualizado en cuanto a las últimas tendencias y herramientas. Requiere, por tanto, una formación continua y actualización constante para poner al día el conocimiento tecnológico relevante y efectivo en el aula. Los docentes deben ser capaces de introducir la tecnología en el aula de forma sostenible, y para ello no solo deben ser buenos conocedores de las posibilidades que ofrecen, sino también de sus peligros y riesgos (Burbules, Guorui y Rep, 2020).
- **Amplia variedad de disciplinas.** La tecnología se aplica en una gran variedad de disciplinas, desde la informática y la programación hasta la electrónica y la ingeniería. Esto signifi-

ca que los profesores de tecnología deben tener conocimientos en múltiples áreas y ser capaces de enseñar una amplia gama de habilidades técnicas. Los estudios muestran que los docentes con conocimientos más amplios obtienen mejores resultados (Herro, Visser y Qian, 2021).

- **Falta de recursos.** Las instituciones educativas pueden no tener los recursos suficientes para proporcionar la formación necesaria a los profesores de tecnología o los materiales necesarios para implementarla, especialmente en países en desarrollo o en escuelas con poco presupuesto. Esto puede limitar la capacidad de los profesores de tecnología para mantenerse actualizados en cuanto a las últimas tecnologías y enseñar habilidades técnicas avanzadas (Emre, 2019).
- **Percepción errónea sobre la enseñanza de tecnología.** Se tiende a pensar que enseñar tecnología es simplemente enseñar cómo utilizar dispositivos o software, pero en realidad la enseñanza de tecnología requiere un enfoque más amplio e integrado que involucre la resolución de problemas y la creatividad en el diseño de soluciones tecnológicas. Según Cabero Almenara y Martínez Gimeno (2019), el docente debe pasar de utilizar la tecnología como una forma de consumir conocimientos a verla como una herramienta para enriquecerlos y crear otros nuevos. De hecho, no debe ser utilizada para hacer mejor las cosas, sino para hacerlas de forma diferente.
- **Dificultad para encontrar un equilibrio entre lo teórico y lo práctico.** En la enseñanza de tecnología, puede haber una tensión entre enseñar los fundamentos teóricos y brindar suficiente experiencia práctica en su aplicación. Tal y como muestra el modelo de conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (en inglés: *technological pedagogical content knowledge*), conocido como TPACK (Mishra y Koehler, 2006), los docentes en tecnología deben trabajar tres tipos de conocimientos básicos: tecnológicos (TK), pedagógicos (PK) y de contenidos o disciplinar (CK), indicándose en el modelo que lo importante no es especializarse en estos conocimientos de forma aislada, sino en su combinación para asegurar que los estudiantes tengan una comprensión sólida de los fundamentos teóricos, mientras adquieren habilidades técnicas prácticas para aplicar en su trabajo futuro.

- **Diversidad de niveles entre los estudiantes.** La formación previa que han recibido los futuros docentes de tecnología puede ser muy variada, por lo que es difícil conseguir ofrecer una formación que despierte interés e inicie a los menos tecnológicos, y a su vez sea retadora para los ya expertos. Algunos autores clasifican a los estudiantes según sus cibercapacidades, definiendo una escala desde un nivel operativo más básico hasta un nivel estratégico, de manera que en función de su nivel tendrán mayor facilidad e interés por aprender o adoptar una nueva tecnología (Ben Youssef, Dahmani y Omrani, 2015).

Este complejo contexto es el vivido por el autor en el caso que se presentará a continuación, donde la implantación de una metodología basada en aprendizaje-servicio (ApS) ha permitido una personalización del aprendizaje y, por tanto, acercar una respuesta a algunos de estos retos. Según García Romero y Lalueza Sazatornil (2019), el ApS es una metodología educativa muy interesante en el mundo universitario, porque permite a los estudiantes desarrollar habilidades y competencias profesionales, al mismo tiempo que contribuyen a la transformación social. Sin embargo, valorar los efectos del ApS en el proceso de enseñanza-aprendizaje es un desafío importante (Camilli, García, y Galán, 2018), ya que no solo se deben medir los resultados académicos, sino también los impactos en la comunidad y en el desarrollo personal de los estudiantes. El ApS puede requerir una inversión significativa de tiempo y recursos, tanto para las instituciones educativas como para las organizaciones comunitarias, así como una planificación adecuada y una gestión efectiva para asegurar que el método de enseñanza-aprendizaje sea sostenible a largo plazo (Bringle y Hatcher, 1996). En relación con los estudiantes, la metodología de ApS enfatiza la importancia de las relaciones positivas y lleva a una reflexión profunda en búsqueda de la conexión y la personalización (Giles, 2014). Por tanto, este elemento afectivo que se despierta en los estudiantes al realizar un servicio a la comunidad permite inferir que, al conectar directamente con sus intereses, los estudiantes recibirán mejor las enseñanzas ofrecidas, percibiéndolas como herramientas que les ayudarán a realizar un mejor servicio.

3.2. Camino al andar: experiencia de ApS en la enseñanza de Programación

El proyecto Tecnocapaz es una experiencia de ApS realizada en el marco del Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional de la Universidad Politécnica de Madrid. Se ha desarrollado en la asignatura de Programación (3 ECTS) de la especialidad de Tecnología de dicho máster. En esta asignatura, se ha propuesto a los estudiantes la posibilidad de participar en una experiencia de ApS como tarea equivalente a una actividad de las que se vienen realizando tradicionalmente.

En concreto, hasta la fecha, en la asignatura se pide a los estudiantes trabajar sobre una herramienta de programación en la que deben profundizar, aprenderla si no la conocen y después preparar materiales para ofrecer una pequeña clase a sus compañeros. Esta actividad supone el 25 % de la nota de la asignatura. Durante el curso 2023/24 se ha ofrecido a los estudiantes participar en el proyecto Tecnocapaz de forma voluntaria en lugar de realizar esta actividad.

Este proyecto propone desarrollar una formación completa para personas con bajos conocimientos de tecnología en temas con alta demanda laboral como el mantenimiento de ordenadores, la gestión de redes informáticas y el desarrollo de páginas web. Estos temas vinieron definidos previo acuerdo entre el profesor y la entidad en la que se desarrollaría el servicio para que encajaran en el contenido de la asignatura y ofrecieran un valor añadido a la organización. Los estudiantes participantes trabajaron estos contenidos en la asignatura de Programación como el resto de los alumnos. Sin embargo, el proyecto Tecnocapaz les permitió enfocar el desarrollo de esta actividad equivalente teniendo el objetivo final de utilizar estos materiales en la formación de jóvenes en riesgo de exclusión.

El proyecto fue presentado al comienzo de la asignatura y pasado el primer mes eligieron entre participar en el proyecto o desarrollar la actividad tradicional. Ambas actividades se desplegaron en paralelo, realizando la entrega final a la vez, que consiste en impartir la clase preparada hacia sus compañeros y entregar los materiales elaborados como complemento a dicha clase. Los materiales preparados para el proyecto Tecnocapaz

fueron presentados posteriormente en una fundación para adolescentes en riesgo de exclusión.

El objetivo del estudio es analizar los efectos de la implantación de la experiencia, concretamente se trata de analizar si los estudiantes que han participado en el proyecto Tecnocapaz muestran percepciones sobre la asignatura o resultados académicos significativamente diferentes que los que no lo hicieron y si estas diferencias existen en relación con el género, la edad, la especialidad y la formación previa en conceptos informáticos.

Tabla 3.1. Datos descriptivos de los estudiantes participantes

Variable	Categoría	Grupo	
		Tecnocapaz (N = 14)	Control (N= 25)
Género	Femenino	8	12
	Masculino	6	13
Edad	Entre 22 y 25 años	4	3
	Entre 26 y 30 años	4	3
	Más de 30 años	6	19
Especialidad	Expresión Gráfica	1	2
	Física y Química	1	2
	Matemáticas	3	7
	Tecnología	9	14
Formación previa en informática	Sí	7	10
	No	7	15

3.2.1. Participantes

Un total de 39 estudiantes se matricularon en la asignatura que se oferta a las cuatro diferentes especialidades del itinerario científico tecnológico del máster impartido en la UPM (Expresión Gráfica, Física y Química, Matemáticas y Tecnología). La tabla 3.1 muestra los datos de los participantes en cuanto a género, edad, especialidad y formación previa en conceptos informáticos, considerando al tiempo su participación en el proyecto Tecnocapaz (grupo Tecnocapaz con 14 estudiantes; grupo Control con 25 estudiantes).

3.2.2. Instrumentos y procedimiento

Para realizar el estudio se dispone de todos los datos académicos recogidos durante el curso en relación con las diferentes calificaciones de las actividades realizadas. Los estudiantes realizaron un total de cuatro ejercicios académicos: el primer ejercicio consiste en diseñar un videojuego educativo utilizando la plataforma de Scratch; el segundo ejercicio consiste en desarrollar un pequeño proyecto de programación más avanzada utilizando Processing; el tercer ejercicio consiste en realizar un diseño de una pequeña aplicación móvil, y el cuarto ejercicio es el anteriormente comentado, focalizado en la capacidad docente, el cual podía ser sustituido por la actividad del proyecto Tecno-capaz.

Al finalizar la asignatura se realizó una encuesta en la que los estudiantes, después de rellenar los ítems descriptivos que recogían datos como género, edad, especialización y formación previa, encontraron ítems en una escala Likert de 5 puntos (de 1: completamente en desacuerdo, a 5: completamente de acuerdo) para valorar su percepción respecto a la asignatura en cuanto a utilidad, carga de trabajo, metodología, importancia y satisfacción. La fiabilidad de la escala es buena (coeficiente de Cronbach, $\alpha = 0,882$). Los análisis de los datos cuantitativos se realizaron con el software SPSS Statistics y utilizando pruebas no paramétricas (Kruskall-Wallis-H y Mann-Whitney U), debido a que los datos no presentaban una distribución normal.

3.3. Hitos alcanzados: ¿mejora el ApS la motivación de los estudiantes?

Los resultados de la encuesta de percepción a los estudiantes se muestran en la tabla 3.2, junto a las preguntas del cuestionario. En general, los resultados son más favorables en el grupo Tecno-capaz, obtienen medias más altas y con menor dispersión que los estudiantes del grupo de Control. Los análisis de U de Mann-Whitney arrojan diferencias significativas en relación con la valoración de la utilidad (ítem 1) y la importancia (ítem 4) de la asignatura.

En la tabla 3.3 se presentan los resultados académicos en los diferentes ejercicios realizados por los estudiantes en función del grupo al que pertenecen. Las calificaciones son, en general, equivalentes, salvo en el caso del ejercicio 4, en el que los estudiantes

Tabla 3.2. Percepciones de los estudiantes sobre la asignatura

Ítems	Grupo	Media	Desviación	U	p-valor
Los contenidos de esta asignatura son útiles para mi futuro como docente.	Tecnocapaz	4,71	0,469	83	0,004
	Control	3,88	0,927		
La carga de trabajo de la asignatura es adecuada.	Tecnocapaz	4,29	0,825	121	0,099
	Control	3,60	1,258		
La metodología utilizada en las clases es adecuada para el desarrollo de la materia.	Tecnocapaz	4,57	0,514	103	0,023
	Control	3,92	0,909		
Los conocimientos adquiridos en esta asignatura son importantes para mi actividad profesional.	Tecnocapaz	4,79	0,426	77,5	0,002
	Control	3,96	0,889		
En general, estoy satisfecho con la asignatura.	Tecnocapaz	4,50	0,650	137	0,227
	Control	4,00	1,118		

Nota: p-valor considerado significativo (señalado en negrita) cuando $p < 0,05$.

Tabla 3.3. Calificaciones de los estudiantes en los diferentes ejercicios de la asignatura

Ítems	Grupo	Media	Desviación	U	p-valor
Ejercicio 1: videojuego Scratch	Tecnocapaz	8,57	0,615	166	0,786
	Control	8,48	0,669		
Ejercicio 2: programación avanzada con Processing	Tecnocapaz	8,50	0,650	146	0,376
	Control	8,72	0,737		
Ejercicio 3: aplicación móvil	Tecnocapaz	8,43	1,604	158	0,609
	Control	8,58	2,034		
Ejercicio 4: didáctica de la programación	Tecnocapaz	9,11	0,903	50,5	0,000
	Control	8,23	0,729		
Nota	Tecnocapaz	8,74	0,472	83	0,113
	Control	8,45	0,555		

Nota: p-valor considerado significativo cuando $p < 0,05$.

del grupo Tecnocapaz obtuvieron calificaciones significativamente más elevadas que los estudiantes del grupo Control ($U = 50,5$, $p = 0,000$).

Finalmente, se analizó si existían diferencias significativas en todas estas variables en cuanto a género, edad, especialidad y formación previa en conceptos informáticos. Sin embargo, las pruebas estadísticas no mostraron resultados significativos.

3.4. Lecciones aprendidas: retos del ApS

Los resultados presentados apoyan el éxito del ApS para despertar la motivación de los estudiantes, incluso en contextos con una formación previa de gran variabilidad, y disponiendo de un tiempo breve de formación (3 ECTS). Sin embargo, una vez realizada la experiencia, se considera que es importante tener en cuenta algunos aspectos para conseguir implantar una metodología de ApS con éxito dentro de una asignatura. Como profesores, planificar la ejecución de una asignatura suele ser una tarea compleja de coordinación con otros docentes para ajustar la disponibilidad de los diferentes medios y recursos que disponemos. Al introducir una experiencia de ApS en la planificación, no debe olvidarse nunca que contamos con un agente externo con el que mantener siempre la coordinación que permita acercar, lo más posible, los propósitos académicos a los propósitos sociales relacionados con el ApS. Cuesta hacer coincidir una prueba académica con una experiencia de servicio; por tanto, debe mantenerse un diseño flexible que pueda funcionar independientemente y sea capaz de adaptarse a posibles cambios. En los diferentes escenarios que se presenten, además de realizar el servicio a la comunidad, se han de conseguir evidencias con las que evaluar el aprendizaje de los estudiantes y el desarrollo de las competencias implicadas en la actividad.

El ApS ha permitido personalizar el aprendizaje de los estudiantes debido a que esta experiencia ha despertado en ellos un vínculo afectivo que les motiva hacia un logro mayor que el académico. Sin embargo, también es de especial relevancia definir claramente las expectativas que los estudiantes generan en torno a la experiencia. ApS tiene un foco social que, cuando se presenta a los estudiantes, suele despertar mucha ilusión por hacer algo

práctico y útil para la sociedad. Esto provoca que se lancen a participar, dejándose llevar, sin que se paren a reflexionar sobre las verdaderas implicaciones que tiene. Al final, este tipo de experiencias no solo pone a prueba al estudiante en un contexto real, en el que no están del todo controladas las variables, como podría ser en el académico, sino que, dado el contexto en el que se desarrollan, son emocionalmente intensas. Por tanto, cobra especial importancia presentar a los estudiantes de forma muy detallada y cercana la experiencia a realizar, para que tomen conciencia de las verdaderas implicaciones y puedan decidir con mayor conocimiento su participación.

Los estudiantes participantes en la experiencia Tecnocapaz han mostrado una especial prioridad por la tarea en la que se realizaba el servicio. Cuando se han analizado las calificaciones solo se han recibido diferencias significativas en esta actividad. De forma similar, cuando se analizó su percepción sobre la asignatura destacaron dos ítems: la importancia y la utilidad. Sin embargo, no se han obtenido diferencias en cuanto a la edad, el género y su formación previa en informática. Los estudiantes del proyecto Tecnocapaz han tenido el foco en esta tarea y han percibido la necesidad de profundizar en los contenidos de la asignatura para poder después realizar ellos un buen uso de estos en el servicio que iban a realizar. El ApS se convierte en una palanca de motivación y compromiso para los estudiantes que permite conectar mejor con las tareas de aprendizaje y lograr mejores resultados académicos.

Al comienzo de este capítulo realizamos un análisis de los diferentes retos que supone la enseñanza de la tecnología. La experiencia Tecnocapaz buscaba tratar de dar respuesta a algunos de estos retos consiguiendo aminorar sus efectos y conseguir una mejora en la calidad docente. Esta experiencia de ApS ha permitido realizar una personalización del aprendizaje de los estudiantes, puesto que ellos podían elegir de entre las diferentes opciones los contenidos que querían preparar para ofrecer el servicio. Esta personalización ha contribuido a que los estudiantes comprendan mejor el objetivo de la enseñanza de la tecnología, puesto que, como explicaban Cabero Almenara y Martínez Gimeno (2019), no se trata de enseñar una aplicación o un software, sino de ofrecer una visión de las posibilidades que ofrece esta.

Los estudiantes participantes en el proyecto investigaron por su cuenta y buscaron sus propios recursos para poder ofrecer me-

jores contenidos en el servicio de realizar. Algunos de ellos complementaron los contenidos definidos con nuevas tendencias tecnológicas, como la inteligencia artificial, y otras disciplinas transversales, como la gestión de proyectos, en las que ellos eran expertos. Esta investigación permitió profundizar en las posibilidades que ofrece la tecnología (Burbules, Guorui y Rep, 2020) y maximizar la personalización del aprendizaje, porque los materiales que prepararon eran acordes a sus gustos y a su forma de entender la tecnología. Tecnocapaz consiguió que los estudiantes se implicaran independientemente de su perfil. Un resultado inesperado fue que, además, los estudiantes se apoyaron entre ellos tratando de conseguir el mejor resultado final. Esta formación entre iguales a la hora de preparar el servicio ayudó a que los estudiantes nivelaran un equilibrio entre la teoría y la práctica que ofrecer, de forma que aquellos estudiantes más expertos comprendían cuáles eran los principios básicos que deben conocer sus estudiantes, mientras explicaban a sus iguales los contenidos que estaban preparando. Además, esta amplia variedad de perfiles permitió afrontar el reto de forma muy enriquecedora para los futuros docentes, como se muestra en el estudio de Herro, Visser y Qian (2021).

El balance final de la experiencia Tecnocapaz es muy positivo, porque permitió a los estudiantes participantes afrontar la formación en la asignatura de Programación con el objetivo final de preparar un servicio real. Esta experiencia requirió en gran medida la madurez de los estudiantes y la flexibilidad y serenidad frente a los cambios, puesto que en varias ocasiones hubo que realizar adaptaciones para alinear los hitos académicos con las necesidades de la organización en la que se iba a realizar el servicio. Sin embargo, a pesar de los diferentes cambios, la implicación de los estudiantes se mantuvo alta hasta el final.

3.5. Claves para la transferencia: luces y sombras de la experiencia de ApS

La experiencia Tecnocapaz permitió la personalización del aprendizaje mientras se realizaba una experiencia de ApS. Sin embargo, hay factores que hay que tener en cuenta, muy importantes

para llevar a cabo con éxito una experiencia similar. El primer punto, y tal vez el más importante, es conseguir establecer contacto con una organización en la que se vaya a ofrecer el servicio, que realmente pueda ofrecer a los estudiantes un entorno donde implantar una experiencia con la que verificar que las competencias trabajadas en las asignaturas han sido desarrolladas mientras se realiza el servicio. El contacto con la organización debe ser directo y fluido para que, a pesar de los posibles cambios que puedan surgir en la planificación, el estudiante pueda llevar a cabo la experiencia y el servicio pueda ser ofrecido.

El segundo aspecto es que, en el caso de querer ofrecer la experiencia de ApS como voluntaria, el docente debe seleccionar, dentro de la programación de una asignatura, aquellas actividades o tareas que puedan ser susceptibles de ser reemplazadas por el servicio. Este ejercicio ha de ser analizado cuidadosamente, porque, en general, la equivalencia entre una actividad académica dista mucho de un servicio comunitario. Además, se debe tener en cuenta que estas actividades requieren tiempo en su preparación y desarrollo, así como flexibilidad para poderse desarrollar en diferentes momentos de la asignatura. Por tanto, corresponde al docente realizar ciertos ajustes para que las actividades puedan ser comparables y que los estudiantes puedan elegir entre las dos opciones, percibiéndolas académicamente equivalentes.

El tercer aspecto que cabe considerar es que la actividad que se realice en ApS debe ser explicada a los estudiantes detalladamente. El estudiante que opte por realizar un servicio debe ser conocedor de todas las características que conllevará la ejecución de esa actividad. Casi siempre, la realización del servicio no tiene el mismo horario y lugar que la asignatura, y puede desarrollarse en un contexto que le resulte más exigente e implique la necesidad de recursos extra para realizarla. Todos estos aspectos deben ser conocidos por el docente y tener preparada la respuesta a estas necesidades para evitar que el estudiante lo perciba como una limitación.

Por último, la evaluación de la experiencia debe estar bien diseñada, puesto que el profesor debe poder evaluar homogéneamente a los estudiantes y cuantificar su progresión en las diferentes competencias de la asignatura, tanto si participan en la actividad de ApS como si no. Una buena evaluación no debe

convertirse en el factor determinante para que los alumnos elijan participar en una de las modalidades porque perciban mayor sencillez. La evaluación debe ser justa y estar basada en evidencias que permitan al profesor realizar su evaluación independientemente de si se realiza la actividad en el aula o el servicio comunitario (Camilli, García y Galán, 2018).

3.6. Conclusiones

El ApS es una metodología que ofrece muchas posibilidades a los docentes, pero a cambio exige un esfuerzo extra de organización y planificación. Esta metodología puede estar especialmente alineada con la formación del profesorado, puesto que, además de desarrollar las competencias necesarias para realizar el servicio, se desarrollan la responsabilidad y el compromiso cívico, que son aspectos claves para cualquier docente. En el marco de la formación para la docencia, ofrece una experiencia en la que el foco en ofrecer un servicio resalta la clave didáctica del quehacer cotidiano de un profesor de secundaria.

Apoyos

Esta experiencia se enmarca en el proyecto de aprendizaje-servicio: APS23.9101 Tecnocapaz, de la Universidad Politécnica de Madrid.

Referencias

- Ben Youssef, A., Dahmani, M. y Omrani, N. (2015). Information technologies, students' e-skills and diversity of learning process. *Education and Information Technologies*, 20, 141-159. <https://doi.org/10.1007/s10639-013-9272-x>
- Bernate, J. y Guativa, J. A. V. (2020). Desafíos y tendencias del siglo XXI en la educación superior. *Revista de Ciencias Sociales*, 26 (2), 141-154.
- Bringle, R. G. y Hatcher, J. A. (1996). Implementing service learning in higher education. *The Journal of Higher Education*, 67 (2), 221-239. <https://doi.org/10.1080/00221546.1996.11780257>

- Burbules, N. C., Guorui, F. y Rep, P. (2020). Five trends of education and technology in a sustainable future. *Geography and Sustainability*, 1 (2), 93-97. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2020.05.001>
- Cabero Almenara, J. y Martínez Gimeno, A. (2019). Las tecnologías de la información y comunicación y la formación inicial de los docentes: modelos y competencias digitales. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 23 (3), 247-268. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i3.9421>
- Camilli, C., García, M. y Galán, A. (2018). ¿Es posible evaluar los resultados de proyectos de aprendizaje-servicio? Las evidencias como clave del éxito. En: M. Ruiz Corbella y J. García Gutiérrez (eds.). *Aprendizaje-servicio: los retos de la evaluación* (pp. 13-26). Narcea.
- Emre, D. (2019). Prospective teachers' perceptions of barriers to technology integration in education. *Contemporary Educational Technology*, 10 (4), 381-398. <https://doi.org/10.30935/cet.634187>
- García Romero, D. y Lalueza Sazatornil, J. L. (2019). Procesos de aprendizaje e identidad en aprendizaje-servicio universitario: una revisión teórica. *Educación XXI: Revista de la Facultad de Educación*, 22 (2), 45-68. <https://doi.org/10.5944/educXX1.22716>
- Giles, H. C. (2014). Risky epistemology: connecting with others and dissonance in community-based research. *Michigan Journal of Community Service Learning*, 20 (2), 65-78.
- Herro, D., Visser, R. y Qian, M. (2021). Teacher educators' perspectives and practices towards the technology education technology competencies (TETCs). *Technology, Pedagogy and Education*, 30 (5), 623-641. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2021.1970620>
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>

Desarrollar la competencia de comunicación escrita a través del aprendizaje basado en retos y la evaluación formativa

ANA JIMÉNEZ-RIVERO
ALEXANDRA MÍGUEZ-SOUTO
Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

Un bajo nivel de competencia de comunicación escrita repercute en el futuro de los estudiantes al limitar la manera en la que pueden transmitir sus ideas e interpretar las de otros. Con la intención de mejorar la competencia de comunicación escrita de los estudiantes universitarios, se presenta una experiencia didáctica innovadora para el desarrollo de la competencia de comunicación escrita a través del aprendizaje basado en retos (ABR) y la evaluación formativa. En el curso académico 2022-23, Reescribe-T se ha puesto en marcha con futuros profesores de educación secundaria, estudiantes del Máster de Formación de Profesorado del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Politécnica de Madrid.¹ Se ha utilizado el proceso de escritura del trabajo fin de máster como medio, al tratarse de una situación en la que el estudiante vive en primera persona la necesidad de escribir. Tras siete retos y tres momentos para la evaluación formativa en los que los estudiantes se han familiarizado con las tres competencias específicas Reescribe-T, estos han mejorado de manera significativa en seis de los nueve criterios de evaluación asociados a esas tres competencias. La manera en la que aquí se complementan ABR y evaluación formativa parece especialmente eficaz para desarrollar la competencia de comunicación escrita y replicable para trabajar otras competencias clave.

1. Gracias a los participantes de Reescribe-T. A Matilde Javaloyes, becaria de colaboración en el proyecto. Agradecimientos al equipo de trabajo Reescribe-T, en especial a los profesores Arturo Caravantes y a Begoña Galián por sus ideas y retroalimentación durante el diseño de la experiencia.

4.1. Punto de inicio: la complementariedad del ABR y la evaluación formativa para desarrollar la competencia de comunicación escrita

Actualmente se observa un bajo nivel de competencia de comunicación escrita entre los estudiantes universitarios del ámbito científico-tecnológico en España, lo que se evidencia, por ejemplo, en los trabajos fin de máster (TFM) publicados en los repositorios de acceso abierto (Ministerio de Ciencia e Innovación, Gobierno de España y FECYT, s.f.). Esta competencia clave para el aprendizaje permanente implica la habilidad de «identificar, comprender, expresar, crear e interpretar conceptos, sentimientos, hechos y opiniones» de forma escrita, incluyendo además «el pensamiento crítico y la habilidad para evaluar y trabajar con información» (Consejo de la Unión Europea, 2018). Un bajo nivel de competencia en comunicación escrita repercutirá en el futuro de los estudiantes al limitar la manera en la que pueden transmitir sus ideas e interpretar las de otros. Específicamente hablando de los estudiantes del Máster de Educación Secundaria, la situación parece aún más grave, pues su nivel de competencia de comunicación escrita tendrá un impacto en cómo ayudan a sus futuros estudiantes a desarrollarla.

La competencia de comunicación aparece en los programas y guías académicas de los estudios universitarios del ámbito científico-tecnológico en España como una competencia general o transversal. Sin embargo, en la práctica actual suele quedar relegada a un segundo plano, al igual que sucede con otras competencias clave, pues el foco aún se mantiene en las competencias específicas de cada área (González Ferreras y Wagenaar, 2006). Esto puede deberse a que poner la atención en esas competencias que van más allá de las específicas fue una novedad del proceso de Bolonia (González Ferreras y Wagenaar, 2006), pudiéndose considerar este un periodo de transición hacia una auténtica integración de las competencias clave en el currículo.

Las competencias clave pueden desarrollarse a través de diversas estrategias metodológicas que conllevan el aprendizaje activo. Este tipo de aprendizaje se revela como una forma innovadora de entender y desarrollar la docencia universitaria y requiere ajustar el foco, pasando de procesos de enseñanza liderados

por el profesor a procesos de aprendizaje desplegados por el estudiante (López Pastor, 2011). Este cambio de paradigma implica dejar de fundamentar el proceso educativo en las funciones del profesor y enfocarse en los procesos de enseñanza de los estudiantes (Consejo de Coordinación Universitaria, Ministerio de Educación y Ciencia, Gobierno de España, 2006). Las acciones del estudiante se vuelven más relevantes que las del profesor (Biggs, 2015), y los antiguos modelos educativos, centrados en los contenidos, son reemplazados al dejar de ser efectivos (Meyers, 1993).

Para poner al aprendiz en el centro, Membrillo-Hernandez y Garcia-Garcia (2020) destacan el ABR por motivar a los estudiantes de ingeniería a trabajar en la solución a un problema real. El ABR contribuye a la creación de espacios donde los estudiantes pueden dirigir su propio trabajo y pensar críticamente en cómo aplicar lo que aprenden (Johnson *et al.*, 2009). Para resultar efectivo, debe integrar las competencias clave a través de los retos (Membrillo-Hernandez y Garcia-Garcia, 2020) e ir acompañado de un cambio en el modo de concebir la evaluación (Dochy *et al.*, 2002), pues esta condiciona poderosamente los procesos de aprendizaje (Carless, 2007).

La evaluación, por coherencia curricular, debería de estar orientada a la mejora del aprendizaje. En este capítulo nos referiremos a este concepto como evaluación formativa, que enfatiza la idea de que el alumnado sea consciente de cómo aprende y qué tiene que hacer para seguir aprendiendo (López Pastor, 2011). En línea con la propuesta de Sanmartí Puig (2020), nos referimos a una evaluación que oriente, encamine y ayude a los estudiantes a mejorar mediante la regulación de sus propios aprendizajes.

Se ha demostrado que las buenas prácticas de evaluación formativa pueden conducir a unos progresos en el aprendizaje mayores que casi cualquier otra innovación educativa (Knight, 2008). Eso sí, solo cuando se refuerza su carácter formativo y está integrada en el proceso de enseñanza y aprendizaje, la evaluación facilita que los resultados finales mejoren (Black y Wiliam, 1998). Esto es posible a través de la retroalimentación, descrita por Hattie y Timperley (2007) como la obtención de la información sobre lo que los estudiantes comprenden, identificando las estrategias que deben seguir para mejorar y siendo guiados hacia

la consecución de los objetivos de aprendizaje planificados. Para que los profesores implementen estos procesos de evaluación formativa con garantías de éxito han de diseñar tareas, formular preguntas en diferentes puntos de control y hacer una previsión de los instrumentos que sirvan para aportar una retroalimentación que ayude a los estudiantes a mejorar el aprendizaje.

En relación con los instrumentos de evaluación formativa, consideramos que tanto el portafolio como las escalas de valoración son elementos clave, puesto que permiten incorporar activamente al alumnado en su proceso de aprendizaje. El portafolio es el más citado y referenciado cuando se habla de estos sistemas de evaluación alternativos y orientados al aprendizaje. Se puede definir como «una acumulación ordenada por secciones, debidamente identificadas, que contiene los registros o materiales, producto de las actividades de aprendizaje realizadas por el alumno en un periodo de tiempo, y permite visualizar su progreso o desarrollo, así como sus comentarios acerca de las aproximaciones sucesivas en el logro de los aprendizajes» (López Pastor, 2011). Las escalas de valoración pueden utilizarse como instrumento de cierre de cada una de las secciones del portafolio, siendo además de gran utilidad, tal y como apuntan Pérez-Pueyo y Sobejano Carrocera (2017), para proporcionar retroalimentación al alumnado que sea lo más ajustada posible a sus materiales producto.

Apoyándonos en el ABR y la evaluación formativa, nuestra pregunta de investigación es: ¿se desarrolla la competencia de comunicación escrita a través de una experiencia didáctica que integra ABR y evaluación formativa? Este estudio pretende comprobar el impacto de una experiencia didáctica innovadora para el desarrollo de la competencia de comunicación escrita a través del ABR y la evaluación formativa (ver figura 4.1).

4.2. Camino al andar: la experiencia didáctica Reescribe-T, paso a paso

De entre una gran diversidad de aspectos de escritura que se pueden considerar se ha planteado una selección de los que creemos esenciales para estudiantes de máster. Se formularon las siguientes

tes competencias específicas Reescribe-T, junto a sus respectivos criterios de evaluación:

- CERT1. Producir textos que expresan con claridad y concisión las ideas propias y las de otros.
 - CERT1.1. Cada párrafo muestra una estructura adecuada.
 - CERT1.2. Cada oración muestra una organización adecuada.
 - CERT1.3. Cada palabra aporta significado relevante.
 - CERT1.4. La secuencia de las ideas es lógica.
- CERT2. Utilizar con precisión información de distintas fuentes académicas y profesionales, citándolas correctamente.
 - CERT2.1. Las ideas de otros se citan adecuadamente.
 - CERT2.2. Las referencias bibliográficas cuentan con todos los elementos necesarios de acuerdo con el estilo seguido.
- CERT3. Establecer la «trama» de un trabajo fin de máster sintéticamente, incluyendo: problema, motivación, objetivo principal, conclusión principal y título.
 - CERT3.1. El título del TFM refleja de manera precisa su propuesta.
 - CERT3.2. La conclusión principal del estudio está claramente conectada con su motivación y la necesidad detectada.
 - CERT3.3. Los términos especializados se utilizan de manera consistente.

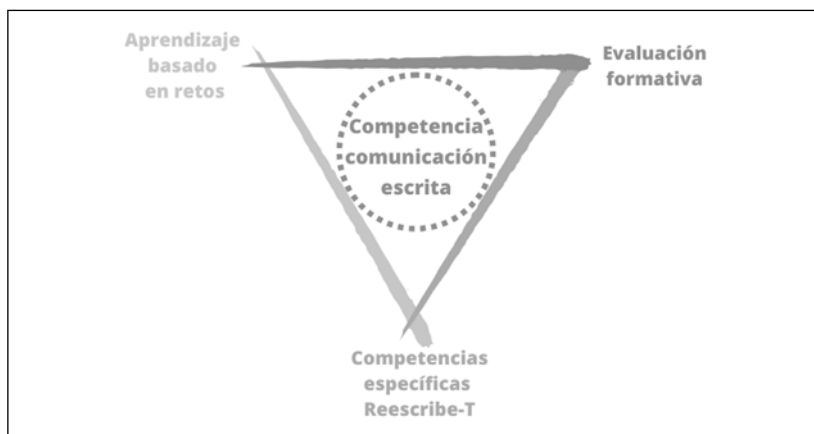


Figura 4.1. Elementos clave de la experiencia Reescribe-T para mejorar la adquisición y desarrollo de la competencia de comunicación escrita

El estudio se llevó a cabo en paralelo con el inicio del proceso de escritura del TFM del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional de la Universidad Politécnica de Madrid, Instituto de Ciencias de la Educación, en España. Se trata de estudiantes del ámbito científico-tecnológico que cursan una de las siguientes especialidades: Matemáticas, Física y Química, Tecnología y Expresión Gráfica. El TFM sirvió como instrumento de manera intencionada, al tratarse de una situación en la que el estudiante vive en primera persona la necesidad de escribir. Los materiales desarrollados están accesibles en el repositorio The Open Science Framework (Jiménez-Rivero y Míguez-Souto, 2023).

Los estudiantes de TFM de este máster conocieron la posibilidad de participar en esta experiencia piloto en un seminario obligatorio de TFM en febrero y marzo de 2023. En ese seminario, 99 asistentes (de 105 matriculados en TFM) experimentaron el macrorreto 0 (ver figura 4.2 y tabla 4.1). Al finalizar este reto, los estudiantes recibieron un marcapáginas con un código QR para apuntarse a Reescribe-T (ver figura 4.2). Un total de 35 estudiantes se apuntaron a la experiencia, que tuvo una duración aproximada de cuatro semanas.

4.2.1. El diseño del ABR. Estructura

Reescribe-T se compone de siete retos y tres momentos de evaluación formativa (figura 4.2 y tabla 4.1). Mientras que los mini-retos 1, 2 y 3 se diseñaron para que los estudiantes acudieran al aula a conocer herramientas y recursos de (re)escritura, los retos 4, 5 y 6 se diseñaron para que las usaran y para que entregaran distintas versiones de su propio extracto de TFM (Jiménez-Rivero y Míguez-Souto, 2023).

4.2.2. La evaluación formativa. Instrumentos

Los momentos de evaluación formativa fueron facilitados por la persona experta en escritura (la profesora Ana Jiménez Rivero), teniendo como referencia principal un portafolio (Jiménez-Rivero y Míguez-Souto, 2023) para el seguimiento individual de los estudiantes. Este instrumento de evaluación se orga-



Figura 4.2. Estructura de la experiencia piloto (marcapáginas que recibieron los estudiantes).

nizó en tres secciones para los retos 4, 5 y 6, y tres puntos de control (ver tabla 4.1). Cada sección incluyó los registros de los trabajos escritos realizados por los estudiantes (extractos de TFM), y para cada punto de control: una autoevaluación, la evaluación de la profesora (heteroevaluación) y de compañeros (coevaluación) solo para el reto 5. Todas ellas basadas en una escala de valoración del desempeño de cuatro niveles (básico, medio, avanzado y experto) con respecto a las competencias específicas Reescribe-T. Como cierre, la profesora tomó nota en el portafolio de las dificultades encontradas, aspectos positivos que destacar, propuestas de mejora, progresos y valoración de la adquisición de cada competencia específica. Esto permitió visualizar los progresos de cada participante, así como sus comentarios acerca de las aproximaciones sucesivas en el logro de los aprendizajes.

A lo largo de esta experiencia piloto, los estudiantes tuvieron acceso a un sistema de gestión del aprendizaje en línea (Moodle) diseñado *ad-hoc*. El Moodle de Reescribe-T incluyó un compendio de nueve recursos complementarios (Jiménez-Rivero y Míguez-Souto, 2023), además de las tareas y el taller correspondiente a cada reto.

Tabla 4.1. Desarrollo de la experiencia didáctica Reescribe-T

CERT ^a	APRENDIZAJE BASADO EN RETOS		EVALUACION FORMATIVA	
Número	Nombre, agrupamiento, objetivo, finalidad educativa	Tipo ^b	Retroalimentación (medios para evaluar y modo)	Instrumentos (evaluación y recopilación de evidencias)
CERT1 CERT2 CERT3	MACRORRETO 0: «EL SOMBRERO DEL LECTOR» Grupal Adoptar la perspectiva del lector Sensibilización	H	Textos de trabajo: – Dos extractos de TFM publicados – Modo: colectivo a través de grupo de discusión	Evaluación: escala de valoración Recopilación de evidencias: carpeta
CERT1	MINIRRETO 1: «PUZLE DE ESCRITURA» Grupal Estructurar un párrafo Desinhibición	H	Textos de trabajo: – TFM publicados – Modo: colectivo a través de grupo de discusión	Evaluación: escala de valoración Recopilación de evidencias: carpeta

CERT2	MINIRRETO 2: «A HOM- BROS DE GIGANTES» Individual Parafrasear Concienciación	H	Textos de trabajo: – TFM publicados – Modo: informe individual	Evaluación: escala de valoración Recopilación de evidencias: carpeta
CERT3	MINIRRETO 3: «UN TFM EN EL BOLSILLO» Grupal Contribuir a la creación de cinco tramas de TFM Sistematización	H	Textos de trabajo: – Texto propio – Modo: colectivo a través de grupo de discusión de producciones	Evaluación: escala de valoración Recopilación de evidencias: carpeta
CERT1 CERT2 CERT3	RETO 4: «IDEAS SOBRE EL PAPEL» Individual Escribir un primer borrador de un extracto de TFM Desinhibición	A H	Punto de control 1 Textos de trabajo: – Extracto de TFM – Modo: entrevista individual – «Diván I»	Recopilación de evidencias: portafolio Evaluación: escala de valoración
	RETO 5: «REESCRITURA I» Individual Reescribir el propio extracto de TFM Autosupervisión ^c	A H C	Punto de control 2 Textos de trabajo: – Extracto de TFM – Modo: colectivo en grupo de discusión – «Juntos es mejor»	Recopilación de evidencias: portafolio Evaluación: escala de valoración
	RETO 6: «REESCRITURA II» Individual Reescribir el propio extracto de TFM Autosupervisión ^c	A H	Punto de control 3 Textos de trabajo: – Extracto de TFM – Modo: colectivo – «Diván II»	Recopilación de evidencias: Portafolio Evaluación: Escala de valoración

^a Las competencias específicas Reescribe-T son: **CERT1**. Producir textos que expresan con claridad y concisión las ideas propias y las de otros. **CERT2**. Utilizar con precisión información de distintas fuentes académicas y profesionales, citándolas correctamente. **CERT3**. Establecer la «trama» de un trabajo fin de máster de manera sintética, incluyendo problema, motivación, objetivo principal, conclusión principal y título.

^b A: autoevaluación (agente: alumnado), H: heteroevaluación (agente: profesorado); C: coevaluación (agente: compañeros).

^c Autosupervisión entendida como reflexión por parte de los estudiantes de su propio progreso, de acuerdo con Lemov (2017).

4.3. Hitos alcanzados: progresos en el desarrollo de la competencia de comunicación escrita

¿Se ha desarrollado la competencia de comunicación escrita a través de esta experiencia didáctica que integra ABR y evaluación formativa? El análisis estadístico así lo confirma, habiendo encontrado diferencias significativas en seis (CERT1.2, CERT1.3, CERT2.1, CERT2.2, CERT3.2 y CERT3.3) de los nueve criterios de evaluación Reescribe-T (ver figura 4.3 y tabla 4.2). Para con-

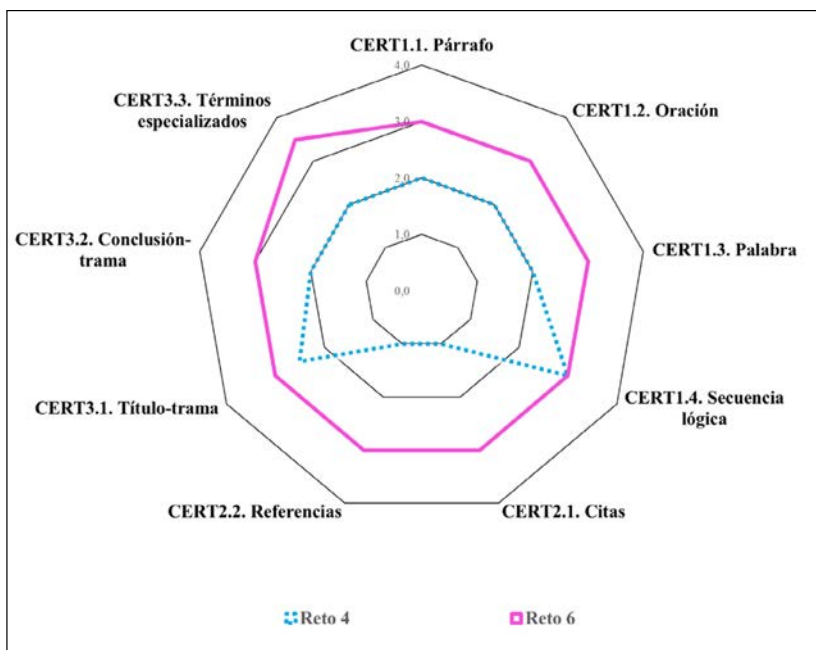


Figura 4.3. Valoración de la profesora experta en escritura al texto inicial (reto 4) y al texto tras dos reescrituras (reto 6). Medianas. Nota: Los vértices del eneágono se corresponden con las competencias específicas Reescribe-T, siendo estas: CERT1.1 (cada párrafo muestra una estructura adecuada), CERT1.2 (cada oración muestra una organización adecuada), CERT1.3 (cada palabra aporta significado relevante), CERT1.4 (la secuencia de las ideas es lógica), CERT2.1 (las ideas de otros se citan adecuadamente), CERT2.2 (las referencias bibliográficas cuentan con todos los elementos necesarios de acuerdo con el estilo seguido), CERT3.1 (el título del TFM refleja de manera precisa su propuesta), CERT3.2 (la conclusión principal del estudio está claramente conectada con su motivación y la necesidad detectada), CERT3.3 (los términos especializados se utilizan de manera consistente).

trastar la mejora en el desarrollo de la competencia de comunicación escrita con la experiencia didáctica Reescribe-T, se compararon las medidas previas y posteriores a la experiencia de los seis estudiantes que completaron todos los retos. Para ello, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, adecuada para muestras pequeñas relacionadas de naturaleza no paramétrica. La medida pretest o de diagnóstico se basó en la valoración del profesor en el reto 4, que representa el primer momento en el que se requirió una entrega individual del extracto de TFM (punto de control 1 en la tabla 4.1). La medida posttest, o final, proviene de la valoración del profesor en el reto 6, que es el último momento en el que se solicitó una entrega individual del extracto de TFM (punto de control 3 en la tabla 4.1). El análisis se centró en determinar la existencia de diferencias significativas entre estas dos medidas en relación con los nueve criterios de evaluación Reescribe-T.

Tabla 4.2. Resultados prueba de los rangos con signo de Wilcoxon: rangos promedio y suma de rangos para cada criterio de evaluación Reescribe-T (N = 6)

Criterio de evaluación Reescribe-T		Posttest-pretest (reto 6–reto 4)			Z
		N	Rangos promedio	Suma de rangos	
CERT1.1 Cada párrafo muestra una estructura adecuada.	Rangos negativos	0	0,00	0,00	-1,857
	Rangos positivos	4	2,50	10,00	
	Empates	2			
CERT1.2 Cada oración muestra una organización adecuada.	Rangos negativos	0	0,00	0,00	-2,121*
	Rangos positivos	5	3,00	15,00	
	Empates	1			
CERT1.3 Cada palabra aporta significado relevante.	Rangos negativos	0	0,00	2,00	-2,000*
	Rangos positivos	4	2,50	10,00	
	Empates	2			
CERT1.4 La secuencia de las ideas es lógica.	Rangos negativos	0	0,00	0,00	-1,342
	Rangos positivos	2	1,50	3,00	
	Empates	4			

CERT2.1 Las ideas de otros se citan adecuadamente.	Rangos negativos	0	0,00	0,00	-2,232*
	Rangos positivos	6	3,50	21,00	
	Empates	0			
CERT2.2 Las referencias bibliográficas cuentan con todos los elementos necesarios de acuerdo con el estilo seguido.	Rangos negativos	0	0,00	0,00	-2,232*
	Rangos positivos	6	3,50	21,00	
	Empates	0			
CERT3.1 El título del TFM refleja de manera precisa su propuesta.	Rangos negativos	0	0,00	0,00	-1,890
	Rangos positivos	4	2,50	10,00	
	Empates	2			
CERT3.2 La conclusión principal del estudio está claramente conectada con su motivación y la necesidad detectada.	Rangos negativos	0	0,00	0,00	-2,121*
	Rangos positivos	5	3,00	15,00	
	Empates	1			
CERT3.3 Los términos especializados se utilizan de manera consistente.	Rangos negativos	0	0,00	0,00	-2,271*
	Rangos positivos	6	3,50	21,00	
	Empates	0			

Nota. * $p < 0.05$.

Los participantes de Reescribe-T recibieron, al finalizar la experiencia, una infografía denominada Tu Plan Reescribe-T (ver figura 4.4), que resume la información en su portafolio y sirve como último punto de control en el proceso de evaluación formativa. Se trata de una visión panorámica de la experiencia, que tiene como finalidad que el estudiante vea sus progresos en escritura reto a reto y con respecto a la adquisición y desarrollo de las competencias específicas Reescribe-T. Fruto de las evidencias recogidas en los puntos de control establecidos, se ofrecen a los alumnos consejos y áreas de mejora basadas en los criterios de evaluación trabajados. También aporta el criterio evaluador, extraído de la calificación de la fase de evaluación del taller de Moodle. Esta retroalimentación que valora de este modo los aprendizajes de los alumnos puede despertar expectativas de mejora en el área de escritura y fomentar las competencias de autorregulación y pensamiento crítico.

4.4. Lecciones aprendidas: cuestión de tiempos

Reescribe-T ha contribuido a desarrollar la competencia de comunicación escrita a través del ABR y la evaluación formativa, lo que se ha evidenciado en diferencias significativas en un 67 % de los criterios de evaluación Reescribe-T. Consideramos que esta combinación de ABR y evaluación formativa ha sido clave para este resultado; los retos han motivado y guiado a los estudiantes, las competencias específicas han aportado la base conceptual para escribir y reescribir, y la evaluación formativa ha garantizado la monitorización de los progresos aportando retroalimentación para la mejora.

Fruto de esta experiencia piloto extraemos lecciones aprendidas para potenciar la motivación de los estudiantes por este tipo de formación (sección 4.4.1) y atender a un mayor número de estudiantes (sección 4.4.2). Todo ello sin olvidar las limitaciones del presente estudio (sección 4.4.3).

4.4.1. Momento de implementación de la experiencia para la motivación de los estudiantes

La experiencia formativa debería desarrollarse en un momento en el que los estudiantes estén sumergidos en su proceso de escritura de TFM. Esto incrementaría la motivación del estudiante al verla directamente aplicable. En este estudio, algunos estudiantes aún estaban en la fase de ideación de su TFM y expresaron la dificultad de escribir al no tener claro el tema de su TFM. Se les sugirió que escribieran sobre cualquier tema, incluso si finalmente no llegaba a convertirse en el tema de su TFM; la idea era que los estudiantes asimilaran los criterios de evaluación Reescribe-T para que luego pudieran aplicarlos a cualquier texto. Sin embargo, esta sugerencia no resultaba motivadora. Una alternativa podría ser dividir la experiencia en dos momentos: un primer momento simultáneo al de ideación del TFM por parte de los estudiantes, con retos de sensibilización, desinhibición e interpretación (tabla 4.1); y un segundo momento una vez conceptualizada la idea a desarrollar en su TFM, con retos de creación y reescritura individual (tabla 4.1). Además, esta temporalización permitiría que la experiencia se alargara a lo largo de más tiempo, lo que previsiblemente propiciaría unos aprendizajes de escritura más efectivos.

4.4.2. Tiempos de dedicación del profesor para atender a un mayor número de estudiantes

La experiencia piloto mostró limitaciones de aplicación práctica respecto a la dedicación en tiempo y recursos humanos. En este estudio, solo 14 estudiantes siguieron todos o alguno de los retos, lo que en realidad ha permitido que lo planificado fuera factible con los medios disponibles.

Las siguientes acciones podrían minimizar los medios requeridos a la vez que se mantiene la esencia de Reescribe-T:

- Convertir las retroalimentaciones individuales en grupales: esto puede ayudar a los estudiantes a ver que muchas de las dificultades son compartidas, y les permite ver distintos ejemplos de aspectos de mejora, más allá de los encontrados en su propio texto. Así se observó en la fase Diván II, que estaba planificado, al igual que Diván I, como una entrevista individual. Esto conlleva la preparación previa por parte del profesor a través de la revisión previa.
- Focalizar el segundo punto de control en un taller de coevaluación, liberando al profesor de la tarea de retroalimentación individual: uno o varios profesores con formación en escritura podrían actuar como moderadores, asegurando el buen funcionamiento del proceso (por ejemplo, que cada estudiante recibe retroalimentación pertinente de compañeros).
- Incrementar el número de profesores expertos en escritura involucrados en la experiencia: esto requeriría formación previa en las competencias específicas Reescribe-T para asegurar que todos los profesores participantes están alineados con los criterios de evaluación establecidos.
- Automatizar procesos y utilizar la inteligencia artificial (IA) como apoyo a la evaluación formativa; por ejemplo, se podría automatizar cómo se completa el plan RT a partir de la información del portafolio. En relación con la IA, ya existen herramientas que pueden asistir parte de estos procesos de evaluación formativa mediante sistemas adaptativos y de tutorización inteligente que permitirían a los docentes liberar tiempo de tareas tediosas para centrarse en aquellas en las que aporta un valor único, relevante y creativo. Sería necesario explorar qué tareas podrían ser asistidas.

- Sistematizar la retroalimentación colectiva usando un banco de recomendaciones de mejora frecuentes para su uso en el Taller de coevaluación y en los «Divanes» (tabla 4.1).

4.4.3. Limitaciones del estudio

El bajo número de estudiantes que se apuntó a la experiencia piloto (35, poco más del 30% del grupo) y que la completó (seis, alrededor del 6% del grupo) podría considerarse una limitación. Sin embargo, además de permitir un desarrollo de calidad en esta experiencia, invita a reflexionar sobre las posibles causas y soluciones. Una posibilidad es que los estudiantes de máster no sean suficientemente conscientes sobre su necesidad de mejorar la competencia de comunicación escrita; podrían estar sobreestimando sus capacidades de escritura, lo que se percibió con la autoevaluación del punto de control 1 de los participantes de Reescribe-T. Esto está en línea con la resistencia encontrada por Dannels *et al.*, (2003) entre los estudiantes de ingeniería al trabajar la competencia de comunicación escrita, quienes veían el contenido sobre escritura como una distracción de su «trabajo real».

Otras limitaciones del estudio se indican a continuación. Se apuntaron posiblemente los más motivados (35 de 105), por lo que podría tratarse de una muestra sesgada. En particular, la muestra que se ha utilizado para el análisis estadístico es la de aquellos que completaron todos los retos, seis personas. Por otro lado, solo una profesora actuó como persona experta de escritura; a efectos de investigación, habría sido más representativo contar al menos con dos. Otra cuestión sería la duración de esta experiencia, condensada en cuatro semanas, así establecida dado el periodo de inicio del proyecto de innovación educativa (febrero de 2023) y la necesidad de acabar el programa antes de la primera convocatoria de presentación del TFM (abril de 2023). En relación con la autorregulación de los estudiantes y los procesos de metacognición puestos en marcha a través de la evaluación formativa, la experiencia no ha medido cómo estos han ido evolucionando. Podría considerarse que los estudiantes se han ido apropiando progresivamente de los criterios de evaluación Reescribe-T; cada vez con más criterio evaluador, ellos mismos podían reconocer la calidad de sus trabajos, lo que se observó en

la autoevaluación del punto de control 3 de los participantes de Reescribe-T.

4.5. Claves para la transferencia: la experiencia Reescribe-T como base para el desarrollo de otras competencias clave

La experiencia podría replicarse, tanto en educación secundaria como superior, en el ámbito de las enseñanzas científico-tecnológicas, para el desarrollo de otras competencias clave siguiendo la combinación de ABR y evaluación formativa de Reescribe-T (figura 4.1). El ABR, como uno de sus vértices, establece la guía o itinerario de la experiencia. Otro vértice: los procesos de evaluación formativa, establece dinámicas de retroalimentación mediante el uso de un instrumento como el portafolio. Y en el tercer vértice se sitúan las competencias específicas, que son fundamentales a la hora de diseñar el planteamiento de un problema complejo que conecte la materia con la realidad de los estudiantes. Esta combinación ABR-evaluación formativa se podría aplicar a distintos marcos de competencias, por ejemplo, ABET en el ámbito científico-tecnológico (ABET Engineering Accreditation Commission, 2022) y las competencias docentes propuestas por Carpintero Molina *et al.* (2020) en la formación del profesorado.

Las siguientes claves pueden ayudar a transferir la experiencia Reescribe-T a la competencia de interés:

- Establecer los criterios de evaluación que se quieren trabajar con el desarrollo de la experiencia y definir las competencias específicas que hay que desarrollar y evaluar.
- Plantear el problema (conexión entre la materia y la realidad), fragmentarlo en una serie de actividades (retos) de duración determinada (no recomendamos más de siete a diez días por reto) y de dificultad creciente. De este modo, siguiendo un esquema ABR similar al presentado en la experiencia (figura 4.2), los estudiantes tendrían claro el itinerario formativo que les orienta a la obtención de ciertas metas más específicas y los momentos establecidos como puntos de control de la evaluación formativa.

- Diseñar escalas de valoración, rúbricas o listas de cotejo, que permitan evaluar el desempeño de las competencias según indicadores o criterios de evaluación. Las escalas de valoración, por la sencillez de manejo, la agilidad y oportunidad de diálogo que ofrecen, resultan de gran utilidad.

Esta experiencia, al estar enmarcada en un programa de formación inicial del profesorado, pretendía adicionalmente mostrar a los futuros docentes otros modos de integrar estrategias metodológicas en el aula. Los participantes de la experiencia Reescribe-T han visto cómo se han implementado procesos de evaluación formativa y diversos retos siguiendo un itinerario didáctico diseñado para desarrollar la competencia de comunicación escrita. Sería conveniente, en cualquier caso, apoyar esta formación inicial recibida con una adecuada formación continua. Como formadores del profesorado, nos entusiasma imaginar a cada futuro docente como una persona con capacidad de contagiar a sus futuros compañeros de profesión e impactar positivamente en la dinámica en los centros educativos.

Apoyos

El presente estudio se ha desarrollado en el marco de las investigaciones llevadas a cabo en el proyecto de innovación educativa «Reescribe-T. Aprendizaje basado en retos para la mejora de la competencia de comunicación escrita en el trabajo fin de máster», financiado por la Universidad Politécnica de Madrid (IE23.9101), y en el proyecto «PROFICIENCYIn+Edu: Formación colaborativa en competencias docentes para la inclusión y la excelencia» (MINECO/FEDER RTI2018-096761-B-I00).

Referencias

- ABET Engineering Accreditation Commission (2022). *2022-2023 Criteria for Accrediting Engineering Programs*.
- Biggs, J. (2015). Construir el aprendizaje alineando la enseñanza: alineamiento constructivo. En: *Calidad del aprendizaje universitario* (5.^a ed.). Narcea.

- Black, P. y Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5 (1), 7-74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>
- Carless, D. (2007). Conceptualizing pre-emptive formative assessment. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 14 (2), 171-184. <https://doi.org/10.1080/09695940701478412>
- Carpintero Molina, E., Villamor Manero, P., García García, M. y Biencinto López, C. (2020). *Competencias docentes: 11 píldoras formativas para la excelencia y la equidad*. Círculo Rojo.
- Consejo de Coordinación Universitaria, Ministerio de Educación y Ciencia, Gobierno de España (2006). *Propuestas para la renovación de las metodologías educativas en la universidad*.
- Consejo de la Unión Europea (2018). Recomendación del Consejo, de 22 de mayo de 2018, relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente. *Diario Oficial de la Unión Europea*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604%2801%29>
- Dannels, D. P., Anson, C. M., Bullard, L. y Peretti, S. (2003). Challenges in learning communication skills in chemical engineering. *Communication Education*, 52 (1), 50-56. <https://doi.org/10.1080/03634520302454>
- Dochy, F., Segers, M. y Dierick, S. (2002). Nuevas vías de aprendizaje y enseñanza y sus consecuencias: una nueva era de evaluación. *Boletín de la Red Estatal de Docencia Universitaria*, 2 (2), 13-29.
- González Ferreras, J. M., y Wagenaar, R. (2006). *Tuning educational structures in Europe. La contribución de las universidades al proceso de Bolonia. Una introducción*. Universidad de Deusto.
- Hattie, J. y Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77 (1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Jiménez-Rivero, A. y Míguez-Souto, A. (2023). *Reescribe-T, materiales de la experiencia didáctica*. osf.io/mtpre
- Johnson, L. F., Smith, R. S., Smythe, J. T. y Varon, R. K. (2009). Challenge-based learning: an approach for our time.
- Knight, P. T. (2008). *El profesorado de educación superior: formación para la excelencia* (3.ª ed.). Narcea.
- Larmer, J. (2015). *Gold standard PBL: project based teaching practices*. <https://www.pblworks.org/blog/gold-standard-pbl-project-based-teaching-practices>
- Lemov, D. (2017). *Los mejores profesores: Teach Like a Champion 2.0*. Melc.

- López Pastor, V. M. (2011). *Evaluación formativa y compartida en educación superior: propuestas, técnicas, instrumentos y experiencias* (2.ª ed.). Narcea.
- Membrillo-Hernandez, J. y Garcia-Garcia, R. (2020). *Challenge-based learning (CBL) in engineering: which evaluation instruments are best suited to evaluate CBL experiences?* 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 885-893. <https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125364>
- Meyers, C. (1993). *Promoting active learning: strategies for the college classroom* (1.ª ed.). Jossey-Bass.
- Ministerio de Ciencia e Innovación, Gobierno de España y FECYT. (s.f.). *RECOLECTA, recolector de ciencia abierta*. <https://recolecta.fecyt.es/>
- Pérez-Pueyo, Á. y Sobejano Carrocera, M. (2017). Elaboración de instrumentos (escalas de valoración y graduadas) para la evaluación formativa. *Revista Infancia, Educación y Aprendizaje*, 3 (2), 808. <https://doi.org/10.22370/ieya.2017.3.2.823>
- Sanmartí Puig, N. (2020). *Evaluar y aprender: un único proceso* (3.ª ed.). Octaedro.

Aprender matemáticas ayudando a aprender

SAGRARIO LANTARÓN SÁNCHEZ

MARILÓ LÓPEZ GONZÁLEZ

Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

Resumen

La realización de acciones donde los estudiantes tienen que aplicar los conocimientos adquiridos a ámbitos aparentemente alejados de las áreas puramente teóricas y académicas es una forma de dinamizar y motivar el aprendizaje. Si, además, estas acciones tienen un carácter lúdico y participativo, el propósito aumenta sus posibilidades de éxito. Por otro lado, la manera más eficaz de poner a prueba lo que se ha aprendido sobre una materia y si verdaderamente se ha entendido es intentar transmitirlo y enseñárselo a otros. La experiencia que se comparte en este capítulo es la propuesta de actividades a alumnos universitarios centradas en promover la cultura científica combinando la ciencia, concretamente las matemáticas, con diversas áreas, desarrollando conocimientos científicos y buscando su presencia y aplicación a otros entornos. Además, en gran número de estas actividades, los participantes universitarios son mentores de grupos de estudiantes preuniversitarios a los que guían con la finalidad de prestarles y ampliar sus conocimientos científicos mediante el apoyo y el trabajo conjunto. Todas las acciones tienen un carácter aplicado, manipulativo y lúdico lo que resulta altamente motivador.

5.1. Punto de inicio: el Museo π -ensa de la UPM como núcleo de actividad

Los estudiantes de cualquier nivel educativo, pero especialmente los universitarios, estudian materias muy diversas a lo largo de su vida académica. Lo habitual es que, en la mayor parte de los casos, no se establezca una compatibilidad y relación entre ellas.

Además, este aprendizaje se suele realizar de manera pasiva, pues pocas veces es participativo, no deja espacio para que el estudiante tome protagonismo en la adquisición de conocimientos, olvidando que no debe ser un mero receptor de saberes, sino que ha de participar en su aprendizaje.

Por otra parte, la enseñanza suele establecerse formal y pautadamente, siguiendo un patrón marcado y bastante cerrado. Las materias acostumbran a ser cajas aisladas vistas como compartimentos estancos que, además, en no pocas ocasiones carecen de una aplicabilidad clara para los alumnos. Esto hace que se pierda gran parte de la belleza que supone la interdisciplinariedad y no contribuye en absoluto a la motivación.

Sin embargo, nuestro mundo requiere personas preparadas, con conocimientos basados en interrelaciones, motivadas, con espíritu creativo y mente abierta. Profesionales que conozcan y apliquen las vinculaciones entre diferentes áreas de conocimiento.

En este capítulo se presenta una propuesta basada en las relaciones entre la matemática y el mundo que nos rodea. Su objetivo principal es poner de manifiesto la compatibilidad entre esta ciencia y otras disciplinas, y subrayar aspectos en los que se complementan, se necesitan y se desarrollan. Se quiere situar el pensamiento lógico-matemático y las matemáticas en un rango de materias cuyo aprendizaje no solo es importante, sino que puede resultar atractivo y divertido.

La finalidad principal de la acción es presentar una serie de actividades que permitan dar otra visión de las matemáticas a los estudiantes universitarios, acercar esta ciencia a la vida cotidiana y evidenciar su transversalidad y la capacidad de abstracción que aportan. Todo ello desde un punto de vista lúdico y manipulativo donde, en muchas acciones, los estudiantes universitarios se convierten en mentores y guías de grupos de estudiantes de niveles anteriores e incluso de público en general, lo que les facilitará un camino de aprendizaje mediante la ayuda a otros a aprender.

Se ha buscado el «destierro del fantasma» que han supuesto las matemáticas para muchos estudiantes y personas en general, pero sin menoscabo del rigor, poniendo énfasis en la imaginación y buscando la aplicabilidad y el entretenimiento.

Como objetivos secundarios destacan:

- Mejorar la visión de las matemáticas que tienen los estudiantes universitarios.
- Acercar las matemáticas a la vida cotidiana, romper inercias y leyendas oscuras sobre esta disciplina.
- Evidenciar la transversalidad de las matemáticas y la capacidad de abstracción que aportan.
- Fomentar propuestas donde los estudiantes universitarios participen activamente.

Las acciones se desarrollan dentro del marco del Aula Taller Museo de las Matemáticas π -ensa de la Universidad Politécnica de Madrid. Un espacio dedicado a la lógica y a activar el pensamiento matemático a través de los juegos y de actividades manipulativas y lúdicas.¹ Nació de un proyecto de innovación educativa del Grupo de Innovación Educativa «Pensamiento Matemático»² de la Universidad Politécnica de Madrid. Abrió sus puertas en septiembre de 2014; desde entonces ofrece a todo el público, en general, y a los estudiantes, en particular, un espacio para disfrutar con las matemáticas.

La intención ha sido convertir este espacio en un centro cultural para la comunidad educativa y el público general, donde se desarrollen diferentes actividades como exposiciones matemáticas; talleres dirigidos al público de todas las edades con especial atención a los estudiantes; juegos lógicos para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático; charlas, conferencias, mesas redondas, concursos y eventos relacionados con las matemáticas, y actividades de educación matemática.

Todas las actividades se realizan en un ambiente lúdico, en el que los asistentes aprenden a partir de una presentación atractiva, con mínimas instrucciones y materiales sencillos. En las acciones realizadas, tanto en su creación como en su desarrollo, participan los estudiantes universitarios, convirtiéndose así este espacio en un aula práctica de aprendizaje para ellos.

El espacio π -ensa está constituido por: lugar dedicado al museo para la visita del público general y los estudiantes a diferentes exposiciones (figuras 5.1 y 5.2); aula de lógica, para la interacción de estudiantes con la exposición de juegos lógicos

1. <https://innovacioneducativa.upm.es/museomatematicas/>

2. <https://www.giepm.com/>

(figura 5.3); aulas docentes, laboratorios y salas de conferencias donde se imparten los talleres, charlas y mesas redondas, y aulas para el equipo de trabajo: formación de estudiantes y creación de contenido.



Figura 5.1. Visitas de público general al Aula Taller Museo de las Matemáticas (espacio del museo).



Figura 5.2. Atención a centros educativos en el Aula Taller Museo de las Matemáticas (espacio del museo).



Figura 5.3. Aula de Lógica para la atención de centros educativos.

Se trata de un proyecto de carácter cultural que pretende:

- Estimular el desarrollo de actitudes, habilidades y conocimientos matemáticos.
- Divulgar y acercar las matemáticas a la población.
- Dotar a los estudiantes universitarios de un espacio de aprendizaje activo y de investigación donde colaborar con los profesores, fomentar la cultura matemática, facilitar al público la comprensión de los conceptos de esta ciencia, contribuir a la difusión de esta y potenciar el desarrollo de la didáctica de las matemáticas y el intercambio de experiencias en este campo.

5.2. Camino al andar: acciones y participación de estudiantes universitarios

Las actividades que se van a comentar pretenden ser una guía que sitúa en primer plano las matemáticas como componente de cultura, de convivencia, de reflexión y de aprendizaje de muchas facetas. Una visión de las matemáticas orientada hacia la diversión y la vida cotidiana. Todo ello a través de propuestas en las que los alumnos universitarios participan activamente. Dicha participación puede estar enfocada a la propia creación y construcción de materiales, como a su puesta en práctica, tomando tanto un papel de receptores como de responsables de la actividad, transmitiéndosela a otros.

Así, todas las actividades se llevan a cabo con la implicación de los estudiantes universitarios y tienen como base común demostrar la aplicabilidad y la utilidad de las matemáticas en el día a día. Comprobar que forman parte de nuestro mundo, ayudándonos a recorrerlo y entenderlo mejor. Salir de la pura teoría, de la pizarra y de los libros. Poner en relieve esta ciencia fomentando que los participantes reflexionen y puedan llegar más allá de lo que se les propone. Y todo ello, bajo la consigna de la diversión y el reto, de pasarlo bien y disfrutar, de estimular al asistente provocando su curiosidad y motivación.

A continuación, se comentan las actividades que se consideran más reveladoras de entre todas aquellas que se están reali-

zando con los estudiantes dentro de las acciones del Aula Taller Museo de las Matemáticas π -ensa.

5.2.1. Los juegos manipulativos

Este tipo de propuestas utiliza el valor didáctico de ciertos juegos; en nuestro caso, de juegos manipulativos de lógica y estrategia, para la presentación y consolidación de los conocimientos de algunos temas de las asignaturas de matemáticas que los estudiantes deben conocer y las competencias relacionadas con el pensamiento lógico-matemático. Su puesta en práctica ofrece a los alumnos universitarios:

- La oportunidad de jugar y superar retos como modo de trabajar los aprendizajes del estudio diario en el aula, así como de lograr una forma de entrenamiento para sus capacidades de raciocinio. Esta oportunidad se extiende a todas las personas que acceden a los juegos: alumnos de centros educativos de todos los niveles de enseñanza y público general. Todo ello desde la perspectiva de pasar un rato entretenido y motivador.
- La colaboración en la investigación, creación y producción de nuevos retos que incorporar como materiales didácticos. Esta participación lleva al fomento de la creatividad de los estudiantes, así como a la puesta en práctica de los conceptos que quieren que sean utilizados a la hora de enfrentarse al reto creado.
- La atención a los centros educativos que realizan visitas en el aula de juegos lógicos. Los estudiantes universitarios participan como monitores y guías de los asistentes poniendo a prueba sus conocimientos y habilidades. De igual manera se desarrollan competencias sociales.

El desarrollo de este tipo de acciones se sustenta en la existencia de estudios que afirman que las personas somos seres lúdicos por naturaleza y, por ello, estamos receptivos a toda propuesta que esté relacionada con el juego y la competición. El historiador holandés Johan Huizinga (1972) manifestó, en su libro *Homo Ludens*, que el hombre tiende a incluir el juego en la cultura y en la sociedad. Gracias a trabajos como este se están incorporado los juegos y las dinámicas de los juegos en sectores como

la educación, la empresa o el comercio digital, entre otros (Gee, 2008; Katsaliaki y Mustafee, 2014; Martí-Parreño *et al.*, 2015; Michael y Chen, 2005; Ouariachi *et al.*, 2017).

El ingrediente básico de todo juego consiste en el reto y lo que este puede representar para el individuo. Si el usuario considera que el juego que se le plantea pone a prueba sus habilidades, mostrará interés por él y por ver hasta dónde puede llegar (Gallagher, 1980).

Centrándose en el uso de juegos para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, se debe destacar que un buen juego, el juego que tiene bien definidas sus reglas y que posee un planteamiento rico en contenidos de lógica, necesita para su puesta en práctica, por un lado, ciertos conceptos matemáticos, y por otro, un tipo de análisis cuyas características son muy semejantes a las que se necesitan para la resolución de problemas típicos de esta ciencia. La matemática es en gran parte juego, y el juego puede, en muchas ocasiones, analizarse mediante instrumentos matemáticos. En el juego se busca la diversión, la posibilidad de entrar en acción rápidamente y la competitividad, y esto puede ser usado para fomentar el interés por las clases y los temas matemáticos y afianzar los conceptos aprendidos. En esta propuesta, se aprovechan los estímulos y motivaciones que el espíritu de juego puede ser capaz de infundir en los estudiantes y se utilizan para introducir y reforzar ciertos temas que forman parte del currículum de esta asignatura en diferentes niveles de enseñanza. Lo que se pretende no es «ludificar» la educación, sino «potenciar procesos de aprendizaje basados en el empleo del juego para el desarrollo de procesos de enseñanza-aprendizaje efectivos, los cuales facilitan la cohesión, integración, la motivación por el contenido, potenciar la creatividad de los individuos» (Marín, 2015).

Algunas preguntas que se plantean ante acciones de este tipo son: ¿Se pueden utilizar de verdad los juegos con provecho en la enseñanza de las matemáticas? ¿De qué forma? ¿Qué juegos? ¿Qué objetivos pueden conseguirse a través de los juegos? (Chamoso *et al.*, 2004, Liarakou *et al.*, 2012). Con estas propuestas, se da respuesta a estas preguntas a través de un trabajo y análisis exhaustivo.

Se apuesta por la dinamización y el uso de juegos en la matemática (Edo y Deulofeu, 2006; González *et al.*, 2014; Lantarón *et al.*, 2018a, 2018b, 2019, 2021), como ya hacía Iriundo-Otxoto-

rena (2016) en una experiencia en la que se plantea una iniciación al álgebra a través de la resolución de puzzles y enigmas.

En resumen, a través de juegos manipulativos y de lógica se pretende fomentar la cultura matemática, facilitar la comprensión de sus conceptos, contribuir a su difusión e impulsar vocaciones tecnológicas. Todo ello en un ambiente lúdico, en el que los participantes resuelven diferentes retos matemáticos a partir de una presentación atractiva, con mínimas instrucciones y sencillos materiales, así como desarrollan su creatividad proponiendo y creando nuevos juegos.

5.2.2. Ejemplos de juegos de lógica manipulativos

Los alumnos universitarios implicados en esta actividad ponen a prueba sus conceptos matemáticos y la forma de extenderlos a la sociedad mediante la búsqueda de juegos de lógica con los que se puedan resaltar conceptos matemáticos. Principalmente pueden seguir dos caminos compatibles:

- Aplicar al juego un lenguaje matemático para facilitar su resolución.
- Utilizar el juego para promover el aprendizaje de conceptos matemáticos.

A continuación, se exponen brevemente algunos de los trabajos realizados por los estudiantes.

Desafío 3D

El juego consiste en una plataforma con 36 bases de alturas distintas preparadas para que se inserten torres en ellas (figura 5.4). Las torres son de seis colores distintos y de seis alturas distintas. El reto es obtener una construcción de torres de alturas idénticas, sin que se repitan colores en cada fila o columna.

Obtener la solución de este juego no es trivial. Se suele llegar a soluciones parciales, pero solo en contadas ocasiones se logra resolverlo al completo.

Para facilitar la realización del juego, los estudiantes universitarios que trabajaron con él decidieron sustituir la plataforma 3D por una matriz de seis filas y seis columnas (ver parte izquierda de la figura 5.5). Cada elemento de la matriz representa



Figura 5.4. Imagen del juego *Desafío 3D*.

una base de torre. Si la altura final que se quiere conseguir consta de seis partes, el fragmento que está presente en la base se puede expresar a modo de fracción. Así, una base que tiene una altura de dos partes tendrá $\frac{2}{6}$ de la altura objetivo. Igualmente, las torres de color se representan con fichas de colores a las que se asigna una fracción según su altura.

$\frac{3}{6}$	$\frac{4}{6}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{0}{6}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{1}{6}$
$\frac{0}{6}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{4}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{3}{6}$
$\frac{2}{6}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{3}{6}$	$\frac{0}{6}$	$\frac{4}{6}$
$\frac{1}{6}$	$\frac{0}{6}$	$\frac{3}{6}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{4}{6}$	$\frac{5}{6}$
$\frac{4}{6}$	$\frac{3}{6}$	$\frac{0}{6}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{2}{6}$
$\frac{5}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{4}{6}$	$\frac{3}{6}$	$\frac{0}{6}$



Figura 5.5. Parte izquierda: sustitución del tablero por una matriz de fracciones. Parte derecha: fichas que sustituyen a las torres.

Un elemento de la matriz necesita una ficha en su posición tal que la suma de las dos fracciones sea $\frac{6}{6}$. Es más sencillo manejar fracciones que las torres del juego original pudiendo llegar más rápidamente a una solución y comprendiendo matemática-

mente el reto que se propone. En la parte derecha de la figura 5.5 se observa un primer acercamiento a la solución, ya que se ha conseguido que todas las torres tengan la misma altura. A partir de esto, solo faltaría trabajar con la repetición de colores.

Este ejemplo muestra cómo los estudiantes ponen en práctica su ingenio y conocimiento de las fracciones para el planteamiento matemático de la resolución de un reto complicado.

Triángulo 23

En este reto se trabaja con un triángulo con nueve casillas que rellenar, cuatro por cada lado, donde deben colocarse fichas de los números naturales del 1 al 9. Cada uno de los lados debe sumar 23. En la parte izquierda de la figura 5.6 se observa una representación del triángulo con las nueve casillas que rellenar.

La forma de resolverlo mediante prueba y error no aporta nada más al estudiante que agilizar su pensamiento lógico. Aunque esto es importante, los alumnos universitarios que trabajaron en el juego propusieron llegar más lejos con la ayuda de las matemáticas. Mediante la aplicación del álgebra y la resolución de ecuaciones, se puede obtener la solución del reto. Véase la parte central de la figura 5.6.

Sean x, y, z los números que ocupan las posiciones de los vértices. Cada uno de ellos es común a dos lados. Sea S la suma de cada lado que se conoce que es 23. Si se suman los tres lados se obtendrá $3S$ y será igual a la suma de los nueve números (45) más la repetición de x, y, z , ya que son comunes a dos lados.

$$\text{Así: } 3S = 45 + x + y + z \Rightarrow x + y + z = 24$$

Tomando los números del 1 al 9, hay que elegir tres que sumen 24 y colocarlos en los vértices. Solo hay una solución, véase la parte derecha de la figura 5.6. Llegado a este punto, la solución del reto es trivial.

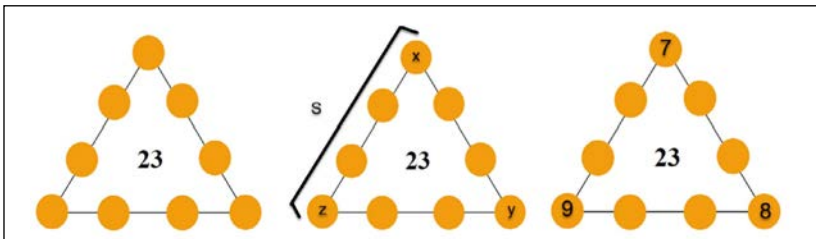


Figura 5.6. Triángulo 23: resolución mediante ecuaciones.

Cierra la caja

Es este un juego clásico que consta de un tablero con nueve tablillas, numeradas del 1 al 9, y dos dados de seis caras. Véase la figura 5.7.



Figura 5.7. Juego *Cierra la caja*.

La meta es bajar todas las tablillas en el menor número de tiradas de los dados. En cada tirada, se lanzan dos dados y el número obtenido al sumar los dos resultados permitirá bajar, bien la tablilla que se corresponda con esa suma o bien cualquier combinación de dos tablillas que sumen ese resultado.

En este caso, para poder elegir una estrategia ganadora los estudiantes proponen realizar un estudio de probabilidad. Así, el experimento «lanzar simultáneamente dos dados y sumar el resultado» tiene como espacio muestral $\{2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12\}$, pudiendo obtener la probabilidad de cada suceso calculando los casos favorables frente a los posibles. En la tabla 5.1 se detallan estos resultados y adicionalmente los números de las tablillas que se pueden bajar con cada caso.

Tabla 5.1. Estudio de los casos favorables para cada resultado

Suma dados	Probabilidad	Casos favorables	Tablillas que pueden bajarse
2	1/36	(1-1)	2
3	2/36	(1-2) (2-1)	1+2, 3
4	3/36	(1-3) (2-2) (3-1)	1+3, 4
5	4/36	(1-4) (2-3) (3-2) (4-1)	1+4, 2+3, 5
6	5/36	(1-5) (2-4) (3-3) (4-2) (5-1)	1+5, 2+4, 6

7	6/36	(1-6) (2-5) (3-4) (4-3) (5-2) (6-1)	1+6, 2+5, 3+4, 7
8	5/36	(2-6) (3-5) (4-4) (5-3) (6-2)	1+7, 2+6, 3+5, 8
9	4/36	(3-6) (4-5) (5-4) (6-3)	1+8, 2+7, 3+6, 4+5, 9
10	3/36	(4-6) (5-5) (6-4)	1+9, 2+8, 3+7, 4+6
11	2/36	(5-6) (6-5)	2+9, 3+8, 4+7, 5+6
12	1/36	(6-6)	3+9, 4+8, 5+7

Con ello se puede calcular la probabilidad de bajar cada una de las tablillas sumando la probabilidad de los sucesos favorables (ver tabla 5.2).

Tabla 5.2. Probabilidad de bajar cada tablilla en una tirada

Tablilla	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Probabilidad	0.8889	0.8889	0.8333	0.7778	0.75	0.6944	0.5833	0.4167	0.2778

Se observa que cuanto mayor sea el número de la tablilla, menor es la probabilidad de bajarlo en una tirada; con ello la estrategia ganadora es escoger la opción que logre bajar las tablillas de números más altos.

Con acciones como las expuestas, se han conseguido metas como las siguientes:

- Los estudiantes universitarios que realizaron las propuestas investigaron sobre conceptos matemáticos, buscando estrategias para abordar ciertos juegos manipulativos
- Tanto los estudiantes universitarios que hicieron las propuestas como los receptores del juego observaron la presencia de las matemáticas en actividades lúdicas.
- Se acercan las matemáticas a los estudiantes y a la sociedad en general.
- Los participantes aprenden ayudando a aprender, enseñando conceptos matemáticos a otros estudiantes por medios lúdicos.

5.2.3. Concursos

Plantear competencias y concursos como método de aprendizaje es una excelente manera de fomentar la creatividad, la curiosi-

dad y el pensamiento crítico en los estudiantes. Se promueve la exploración científica desde una perspectiva creativa. Los participantes preparan y presentan proyectos que involucran tanto aspectos científicos (matemáticos) como de otro tipo, según la línea de cada una de las competiciones que se realizan.

Los beneficios de este enfoque son múltiples. Permite a los estudiantes explorar la ciencia de una manera más integrada, rompiendo las barreras tradicionales entre disciplinas. Esto fomenta su capacidad para abordar problemas complejos desde diferentes perspectivas y desarrollar habilidades de pensamiento interdisciplinario. Además, un concurso de base científica puede motivar a los participantes a involucrarse más activamente en su proceso de aprendizaje. Al combinar el aspecto competitivo con la creatividad, se genera un ambiente estimulante que promueve la investigación, la experimentación y el descubrimiento.

Este tipo de acciones también brinda una oportunidad para que los concursantes muestren su trabajo y compartan sus ideas con otros. Al presentar sus proyectos a un público más amplio, pueden recibir retroalimentación constructiva, aprender de los enfoques de sus compañeros y recibir reconocimiento por sus logros.

Hasta el momento, se han convocado diversos concursos:³

- Concurso Art&Science
- Concurso de Micropelículas matemáticas
- Concurso de Relatos cortos matemáticos
- Concurso de Dibujo matemático

Como puede observarse por los títulos, en todos ellos se pretende encontrar la unión entre las matemáticas y el mundo artístico en algunas de sus manifestaciones, buscando la multidisciplinariedad y la presencia de la ciencia en diversos ámbitos.

El planteamiento de las competiciones se ha desarrollado siguiendo dos modelos. En algunas de ellas, los estudiantes universitarios se implican como participantes del concurso presentando sus propuestas. En otras, los universitarios forman parte de la organización de la actividad actuando o como jurado del

3. Los más recientes pueden consultarse en: <http://www.innovacioneducativa.upm.es/museomatematicas/concursos>

concurso valorando los trabajos presentados, o como mentores de los equipos participantes que se forman con alumnos de ESO y bachillerato. En estos casos se crea un punto de encuentro entre los estudiantes universitarios, los centros educativos y la sociedad en general para reflexionar sobre la ciencia y su presencia en todas las áreas. Es importante destacar que este planteamiento de concurso es una vía de aprendizaje para los estudiantes universitarios donde, además de poner en práctica sus conocimientos, pueden desarrollar habilidades sociales y didácticas a todos los niveles guiando, aconsejando y enseñando a los estudiantes de secundaria en el desarrollo de sus proyectos y colaborando con las acciones que se van a programar.

Además, en estas competiciones, se plantea una fase formativa para los participantes, donde los estudiantes universitarios junto con los profesores imparten charlas, talleres, visitas y diversas actividades tanto on-line como presencialmente.

A través de la participación en los concursos y en las actividades complementarias asociadas a los mismos, se consigue:

- El acercamiento a la Universidad y a la investigación de jóvenes estudiantes preuniversitarios promoviendo las vocaciones científicas.
- Desarrollar en los estudiantes universitarios competencias transversales de gran valor en su formación. Fomentar en ellos las habilidades sociales y la creatividad a la vez que visualizan la utilidad de muchos de los contenidos que están aprendiendo en la carrera.
- Demostrar la importancia de la interacción entre las matemáticas y otras disciplinas.

5.2.4. Otras actividades

Se comentan brevemente otras actividades desarrolladas con los estudiantes que pueden resultar inspiradoras:

- *Teatro inteligente e-pi-log-0*. En este caso, la propuesta fue el desarrollo de una obra de teatro muy especial en la que los espectadores son los protagonistas, ya que tenían que resolver los retos que se van planteando a lo largo de la trama. Los estudiantes universitarios participaron en la redacción

del guion de la obra y siendo actores de la representación, colaboraron en la búsqueda de los retos, ayudaron con la tecnología de sonido e imagen y en la organización del evento.⁴

- *Matemáticas en danza*. Se trata de un documental educativo en el que se trabajaba el acercamiento y visualización de conceptos matemáticos a través de la danza clásica y contemporánea. Los alumnos colaboradores ayudaron en la búsqueda de información, en la realización del guion, la grabación y edición del vídeo, así como organizando el evento del preestreno y estreno. También participaron estudiantes con conocimientos de danza, que ayudaron en la creación de las coreografías, en las grabaciones de los bailes mostrados en el cortometraje y en la realización de bailes en directo en las *performances* que se realizan antes de las proyecciones.⁵

5.3. Hitos alcanzados: aprender matemáticas ayudando a aprender

Como se ha comentado anteriormente, todas las acciones que se están desarrollando, se realizan con la colaboración e implicación en todos los ámbitos de los estudiantes universitarios. No puede ser de otra manera, porque se tiene la convicción de que una forma muy eficaz de poner a prueba lo que se sabe, lo que se ha aprendido sobre una materia y si verdaderamente se ha entendido es intentar transmitirlo sea cual sea la vía para hacerlo. Así, plantear a los estudiantes universitarios no solo ser receptores de las acciones, sino implicarse en la creación, organización y desarrollo de las actividades representa una gran aportación para su desarrollo en un sentido muy amplio.

Relevancia especial tienen las mentorías de grupos de estudiantes preuniversitarios a los que guían con la finalidad de prestarles y ampliar sus conocimientos científicos mediante el apoyo y el trabajo conjunto. Son muchos los beneficios tanto personales como académicos que existen para los estudiantes

4. Puede verse un resumen en: <https://short.upm.es/so99e>

5. Puede verse alguno de los tráileres creados en: <https://short.upm.es/q33cz>

que actúan como mentores de otros estudiantes. Algunos de ellos incluyen:

- **Desarrollo de habilidades de liderazgo:** ser mentor implica asumir un rol de liderazgo al guiar y apoyar a otros estudiantes. Esto les brinda la oportunidad de desarrollar la comunicación efectiva, la resolución de problemas y la toma de decisiones.
- **Reforzamiento del aprendizaje:** al enseñar a otros estudiantes, los mentores tienen la oportunidad de reforzar su propio aprendizaje. Explicar conceptos a otros requiere comprenderlos más profundamente, lo que ayuda a consolidar el conocimiento y fortalecer las habilidades.
- **Mejora de habilidades de comunicación:** como mentores, los estudiantes deben ser capaces de comunicarse clara y efectivamente para transmitir información y brindar orientación. Esta experiencia les permite mejorar sus habilidades de comunicación verbal y escrita, lo cual es valioso en todas las áreas de la vida.
- **Desarrollo de empatía y comprensión:** al trabajar con otros estudiantes, los mentores desarrollan empatía y comprensión hacia las dificultades y desafíos que enfrentan. Esto les permite ser más comprensivos y solidarios, y aprender a adaptarse a las necesidades individuales de cada estudiante.
- **Construcción de confianza y autoestima:** el acto de ayudar a otros y ver su progreso puede tener un impacto positivo en la confianza y la autoestima de los mentores. A medida que ven que su apoyo y orientación son valorados y tienen un impacto en la vida de los demás, ganan confianza en sus propias habilidades y capacidades.
- **Sentido de satisfacción y logro personal:** ayudar a otros estudiantes a tener éxito y superar desafíos genera un sentido de satisfacción y logro personal en los mentores. El hecho de saber que han contribuido al crecimiento y desarrollo de otros puede ser una experiencia gratificante y significativa.

La puesta en práctica de las actividades expuestas se ha realizado a lo largo de diversos cursos académicos, por un lado, con alumnos universitarios de la Universidad Politécnica de Madrid; por otro, con estudiantes de ESO y bachillerato de numerosos

centros educativos de la Comunidad de Madrid. La evaluación de los resultados obtenidos con ellas es fundamental, ya que permite:

- Medir el éxito: determinar si una acción ha tenido el impacto deseado.
- Proponer mejoras y tomar decisiones.
- Optimizar recursos: determinar si se están utilizando los recursos de manera eficiente y efectiva.
- Alinear objetivos a largo plazo y mantener la línea de trabajo hacia objetivos futuros.
- Innovación: la evaluación de los resultados puede revelar patrones y tendencias que inspiren nuevas ideas y enfoques.

Por todo ello, la evaluación de resultados es una parte esencial de cualquier acción, pero más aún de aquellas enfocadas a la mejora de la docencia. Permite aprender, crecer y mejorar constantemente, además de garantizar que se tomen decisiones informadas y alineadas con los objetivos.

En este caso, para disponer de una evaluación y valoración de las opiniones de los estudiantes y de los resultados se realizan entrevistas con todos los implicados, lo que permite tener un *feedback* importante. Además, se pone a disposición de los participantes una encuesta adaptada a cada actividad (tanto para los que han contribuido a su creación y desarrollo como para los receptores).

Cabe destacar que tanto en las entrevistas personales como en las encuestas realizadas durante la puesta en práctica de las acciones llevadas a cabo se ha obtenido muy buena valoración por parte de todos los estudiantes, que consideran muy positivas este tipo de actividades. Los grupos de estudiantes a los que se han presentado las actividades han mostrado una gran receptividad y una excelente comprensión de los contenidos expuestos, lo que ha mejorado su percepción de los temas matemáticos.⁶

6. En el siguiente enlace se muestran algunos resultados particulares asociados a encuestas sobre algunas de las actividades realizadas: <https://short.upm.es/f7uhl>

5.4. Lecciones aprendidas: aprendizaje activo y participativo

Los resultados obtenidos, medidos a través de encuestas y entrevistas personales, permiten establecer que se han alcanzado los objetivos que se planteaban:

- Se han aplicado las dinámicas y principios de los juegos en las materias con contenido matemático.
- Se ha conseguido que el alumno sepa aplicar los conocimientos adquiridos.
- Se han potenciado habilidades basadas en el razonamiento matemático: estrategia, planificación, toma de decisiones, etc.
- Se ha facilitado el proceso de aprendizaje del alumno, pudiéndose realizar a través de un mecanismo ameno, lúdico, flexible, dinámico e interactivo.
- Se ha fomentado la implicación del estudiante en la materia.
- Se ha contribuido al acercamiento de los alumnos a materias básicas imprescindibles para sus estudios.
- Se ha fomentado la integración y la relación entre estudiantes al proponer acciones en equipo, así como las habilidades sociales al relacionar a los estudiantes con sectores de la sociedad externos a su ámbito.

Desde las posibilidades que ofrece el Aula Taller-Museo de las Matemáticas π -ensa se tiene como finalidad seguir formando a estudiantes desde un enfoque lúdico, fomentando sus habilidades matemáticas y sociales. Continuar año tras año trabajando con alumnos para que pongan sus conocimientos al servicio de la sociedad, creando nuevas actividades matemáticas en diversas líneas, ayudando con ellas a pensar al público general y a otros estudiantes, es nuestro objetivo.

Como acciones futuras previstas a corto plazo, se pretende trabajar en los siguientes proyectos: segunda edición del concurso «Ciencia y arte», actualización de retos en la exposición de juegos lógicos, trabajo en futuros documentales y creación de nuevas exposiciones de cartelería. En todas las acciones se implicará al alumnado y se seguirá estimulando la creatividad y el conocimiento matemático.

5.5. Claves para la transferencia: mentorías y aprendizaje manipulativo

La experiencia realizada para que los estudiantes universitarios aprendan ayudando a otros a aprender y siendo agentes activos en todos los procesos de las actividades puede extrapolarse a otros niveles educativos, otras asignaturas y entornos.

Para que otros puedan aplicarlo de manera efectiva, es importante tener en cuenta algunas claves:

- Marcar unos objetivos claros: definir unas metas concretas y medibles permitirá una mejor adaptación y aplicación de la propuesta.
- Adaptación al público: considerar las necesidades y el nivel de conocimiento de los estudiantes a los que se van a dirigir las acciones. Adaptar el contenido, como pueden ser los juegos o las competiciones.
- Utilizar materiales y recursos adecuados: proporcionar y adaptar los materiales de apoyo, como los juegos, las exposiciones, los concursos, los documentos o manuales, los vídeos...
- Interacción y participación: fomentar la participación de los receptores.
- Evaluación y retroalimentación: es importante realizar evaluaciones periódicas que permitan medir la validez de las acciones.
- Aplicaciones prácticas: buscar las aplicaciones prácticas del conocimiento que quiere fomentarse.
- Motivación y reconocimiento: el reconocimiento de los logros alcanzados a través de la aplicación de las actividades incentivará a otros a seguir el ejemplo y emplear efectivamente la metodología propuesta.

La transferencia de cualquier acción, metodología o conocimiento es un proceso continuo y dinámico. Se tiene la seguridad en que existe la necesidad de otra forma de educar y de motivar, en la que se ponga el énfasis en las habilidades esenciales de las personas, se fomente la creatividad, la iniciativa personal y el autoaprendizaje y se integren innovaciones educativas e iniciativas

donde los juegos tienen un papel importante que llevar a cabo. Guzmán (1993) indica que es el método docente el factor que más incidencia tiene. La propuesta viene a encuadrarse en esta línea: el juego y las dinámicas activas como un instrumento adecuado para aprender; en este caso, enfocado a los estudiantes de diferentes edades.

En definitiva, a través de juegos manipulativos y de lógica, así como a través de concursos y propuestas lúdicas, se promueve la cultura matemática, se facilita la comprensión de los conceptos, se contribuye a su difusión y se impulsa las vocaciones tecnológicas. Todo ello en un ambiente distendido, en el que los participantes se enfrentan a diferentes propuestas y retos matemáticos a partir de una presentación atractiva, con mínimas instrucciones y materiales sencillos, y desarrollan su creatividad colaborando y creando nuevas acciones.

Apoyos

Las actividades realizadas se han desarrollado bajo la financiación propia del Aula Taller Museo de las Matemáticas π -ensa de la UPM.

Referencias

- Chamoso, J. M., Durán, J., García, F., Martín, J. y Rodríguez, M. (2004). Análisis y experimentación de juegos como instrumento para enseñar matemáticas. *Suma*, 47, 47-58.
- Edo, M. y Deulofeu, J. (2006). Investigación sobre juegos, interacción y construcción de conocimientos matemáticos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (2), 257-268.
- Gallagher, K. (1980). Problem solving through recreational mathematics. En: S. Krulik y R. E. Reys (eds.). *Problem solving in «School Mathematics, Yearbook»* (pp. 169-177). Reston: NCTM.
- Gee, J. P. (2008). Being a lion and being a soldier: learning and games. En: J. Coiro, M. Knobel, C. Lankshear, y D. J. Leu (eds.). *Handbook of research on new literacies* (pp. 1023-1036). Routledge.
- González, A. G., Molina, J. G. y Sánchez, M. (2014). La matemática nunca deja de ser un juego: investigaciones sobre los efectos del uso

- de juegos en la enseñanza de las matemáticas. *Educación Matemática*, 26 (3), 109-133.
- Guzmán, M. (1993). Tendencias innovadoras en educación matemática. En: *Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. Popular.
- Huizinga, J. (1972). *Homo Ludens*. Alianza.
- Iriondo-Otxotorena, J. (2016). *Mejora didáctica en la transición de la aritmética al álgebra en el primer ciclo de la ESO basada en la ludificación* (trabajo fin de máster). Universidad de la Rioja. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/3538?show=full>
- Katsaliaki, K. y Mustafee, N. (2014). Edutainment for sustainable development: a survey of games in the field. *Simulation y Gaming*, 46 (6), 647-672. <https://doi.org/10.1177/1046878114552166>
- Lantarón, S., López, M., Merchán, S. y Rodrigo, J. (2018a). Gamification actions in the teaching of mathematics at every educational level (ponencia en el libro de actas, 2-4 de julio). *EDULEARN18 Proceedings 1* (pp. 304-312). Palma de Mallorca.
- Lantarón, S., López, M., Merchán, S. y Rodrigo, J. (2018b). Cajas lógicas (ponencia, 12-20 de noviembre). *Tendencias en innovación educativa y su implantación en la UPM*. Madrid, España.
- Lantarón, S., López, M., Merchán, S. y Rodrigo, J. (2019). Analysis of logical and strategical games as a tool for the teaching and approach to mathematical concepts (ponencia en el libro de actas, 11-13 de marzo). *INTED2019 Proceedings 2019* (pp. 7963-7969). Valencia, España.
- Lantarón, S., López, M., Merchán, S. y Rodrigo, J. (2021). Improving the teaching of real valued functions using serious games. Binary who is who? *Mathematics*, 9 (11), 1239. <https://doi.org/10.3390/math9111239>
- Liarakou, G., Sakka, E., Gavrilakis, C. y Tsolakidis, C. (2012). Evaluation of serious games, as a tool for education for sustainable development (ponencia en congreso, junio). *Learning and sustainability, the new ecosystem of innovation and knowledge, EDEN annual conference* (pp. 96-110). Dublín.
- Marín, V. (2015). La gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. *Digital Education Review*, 27. <https://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/13433/pdf>
- Martí-Parreño, J., Méndez-Ibáñez, E., Giménez-Fita, E. y Queiro-Ameijeiras, C. (2015). El uso de la gamificación en la educación superior: propuesta de una ficha de análisis ludológico-narratológico (ponencia en libro de actas, 20-21 de julio). En: M. A. Ruiz Rosillo

- (ed.). *XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitari. Educar para transformar: aprendizaje experiencial* (pp. 103-111). Madrid.
- Michael, D. y Chen, S. (2006). *Serious games: games that educate, train and inform*. Thomson CourseTechnology.
- Ouariachi, T., Olvera-Lobo, M. D. y Gutiérrez-Pérez J. (2017). Evaluación de juegos online para la enseñanza y aprendizaje del cambio climático. *Enseñanza de las Ciencias*, 35 (1), 193-214. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2088>

Retos y experiencias de aprendizaje-servicio aplicado a soluciones de bajo coste para la construcción de viviendas en zonas sísmicas

SANDRO ANDRÉS MARTÍNEZ
RUBÉN MUÑOZ PAVÓN
MARCOS GARCÍA ALBERTI
JUAN CARLOS MOSQUERA FEIJÓO
Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

La edificación de viviendas en zonas desfavorecidas de países en desarrollo no solo suele implicar soluciones constructivas de baja calidad y sin condiciones sanitarias, sino también emplazamientos altamente expuestos a fenómenos naturales. La universidad puede contribuir a mejorar los sistemas constructivos tratando de no afectar a los costes y mejorando el bienestar y sostenibilidad de dichas comunidades encontrando soluciones habitacionales más seguras y saludables. Se presenta una actuación docente de aprendizaje-servicio (ApS) planteada mediante trabajos fin de titulación (TFT). En cuanto al impacto social, el objetivo fue estudiar y promover mejoras en viviendas unifamiliares autoconstruidas con materiales locales tales como quincha, bloques de adobe, suelo-cemento o de hormigón, y que utilizan habitualmente las familias humildes de regiones andinas y áridas de Perú. Desde la universidad se implicó a alumnos de último curso para desarrollar sus TFT en la modalidad de cooperación al desarrollo. Se evaluaron los resultados y el impacto en los docentes y en el alumnado mediante entrevistas, cuestionarios, informes y encuestas. Se han identificado aprendizajes significativos, capacitaciones en voluntariado y servicio social, cambios de percepción y transformaciones en las dimensiones afectiva, intelectual, social y profesional. Además, se ha asentado el enfoque didáctico del ApS mediante los TFT y se ha avanzado en la elaboración de un manual con recomendaciones constructivas para viviendas construidas con materiales locales, lo que ha generado la expectativa de otros impactos a más largo plazo, tanto para los potenciales beneficiarios como para los docentes implicados.

6.1. Punto de inicio: las misiones de la universidad, su compromiso social y el ApS

Uno de los principales retos a los que se enfrenta la sociedad es el desarrollo de las comunidades en riesgo de exclusión social, que no disponen de las suficientes herramientas, infraestructuras y recursos para poder diseñar los procesos y servicios que necesitan. En ocasiones, la ayuda a regiones desfavorecidas se ve dificultada por factores que acentúan más la desigualdad como el clima, el idioma o la brecha digital. En este sentido, la respuesta de la ciudadanía y las instituciones debe ser reflexiva y ofrecer los medios necesarios para la observación de fenómenos, retos y problemas reales. La universidad debe convertirse en un agente social más e impulsar acciones de cambio que a su vez contribuyan al desarrollo sostenible. Así, la enseñanza y el desarrollo de competencias no solo se deben orientar a la aplicación de los aprendizajes, sino también a la generación de valores en los estudiantes. En este contexto, resulta fundamental fomentar la implicación intelectual, personal, afectiva y cívica del alumnado para ir más allá del trabajo en el aula y resolver las necesidades del mundo real.

En el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), las titulaciones universitarias se articulan sobre la adquisición de competencias. La formación por competencias enfatiza los resultados de aprendizaje y orienta los planes de estudio a las demandas de una sociedad que exige una formación continua (González y López, 2010). Así, las titulaciones plantean itinerarios académicos basados en competencias, buscando que el alumnado adquiera niveles demostrables de dominio de estas. En este contexto, la metodología pedagógica de aprendizaje-servicio (ApS) permite adaptarse al enfoque formativo del EEES, pues ofrece herramientas para que el alumnado se comprometa a dar lo mejor de sí mismo, conservando a la vez el rigor académico y la adquisición de conocimientos y competencias específicas de cada disciplina (Zlotkowski, 1998; Ropers-Huilman *et al.*, 2005). Su uso se ha incrementado gracias a su eficacia didáctica, pues se logran los resultados de aprendizaje y se fomenta el desarrollo afectivo y el sentido de pertenencia en el alumnado (Simmons *et al.*, 2017).

La experiencia educativa de aprendizaje-servicio (ApS) se basa en créditos reconocidos y fomenta la participación del alumnado, pudiendo ser además una actividad organizada de servicio que satisfaga las necesidades reales de la población. Ello implica necesariamente una reflexión sobre el contenido del curso, los conocimientos que impartir y el sentido de la responsabilidad cívica que pretende inculcarse en los estudiantes (Bringle y Hatcher, 1995, 1996). Se trata, por tanto, de una metodología pedagógica que va más allá de la enseñanza presencial en el aula y que se centra en la colaboración con la comunidad, el aprendizaje activo y el respeto entre todos los agentes participantes (O'Grady, 2014).

Se presenta una experiencia ApS aplicada a trabajos de fin de titulación (TFT) en el Grado de Ingeniería Civil y Territorial de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) desarrollados en la modalidad de cooperación internacional. Estos trabajos se enmarcan en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 3, 6 y 11 (Colglazier, 2015). Son proyectos constructivos que plantean dotar de infraestructuras básicas –viviendas, dotaciones sanitarias, centros de formación y reunión– a regiones desfavorecidas, de modo que sus resultados recaen directamente en las comunidades destinatarias, a menudo en riesgo de exclusión social. La interacción del alumnado con las comunidades y las entidades receptoras permite una evaluación formativa de forma natural, sin descuidar la adquisición de las competencias científico-tecnológicas exigidas por la titulación.

Esta experiencia de ApS es fruto de la colaboración internacional de la UPM, la Universidad de Jaén (UJAEN), Caritas Abancay (CA, Perú) y la Universidad de Piura (UDEP, Perú). Su diseño se enfoca tanto en el reconocimiento académico como en la utilidad de los resultados de los TFT. Así, se ha implementado una metodología pedagógica de ApS en la que el alumnado desarrolla a la vez capacidades profesionales y personales, tales como la inteligencia creativa, la capacidad crítica, la visión de futuro y el altruismo. Es decir, en la ejecución de estos TFT se combinan el servicio a la comunidad y la adquisición de competencias curriculares, siempre en el marco del ejercicio profesional.

La experiencia de ApS y los TFT de cooperación al desarrollo se orientan fundamentalmente a que el alumnado mejore su capacidad de aprendizaje activo, en contraposición a las clases magistrales. Se pretende estimular una vía de aprendizaje experien-

cial que los motive e implique en el proceso para que, además de los conocimientos técnicos necesarios, adquieran habilidades tales como el emprendimiento, la capacidad de analizar e interpretar datos, así como afrontar retos ingenieriles y obtener conclusiones con una formación sólida en ingeniería civil. La experiencia se alinea también con los resultados de aprendizaje establecidos por el programa de acreditación ABET en su programa 2022-2023, referente a potenciar la capacidad de comunicarse eficazmente en ámbitos diversos y a afrontar problemas de forma autónoma (ABET, 2022).

Por su parte, los docentes de los equipos de las universidades implicadas proponen aplicar con entusiasmo la metodología del ApS, aunando aprendizaje práctico y servicio a la comunidad (Billig y Waterman, 2003; Tapia, 2010). Ello se enmarca en la continua búsqueda y mejora de las metodologías didácticas para lograr aprendizajes más dinámicos y eficaces, pudiendo extender en un futuro la experiencia a otras asignaturas con contenidos o métodos afines.

Desde la perspectiva social, la experiencia pretende desarrollar la capacidad del alumnado para identificar sus implicaciones éticas y profesionales ante retos de ingeniería. En muchos casos, los TFT son la primera toma de contacto de los estudiantes con situaciones reales, en las que deben ser capaces de emitir juicios informados sobre una actuación ingenieril, teniendo en cuenta el contexto económico, social y ambiental. Todo ello va unido al sentido de altruismo, solidaridad y empatía con las comunidades destinatarias.

El alumnado participante en el modelo ApS propuesto debe completar un TFT individual, que en las enseñanzas de ingeniería civil consiste en un proyecto constructivo simplificado, supervisado por uno o varios tutores. La elaboración del proyecto supone la culminación del itinerario formativo, en la que el alumnado aplica los conocimientos y competencias adquiridos durante sus estudios para afianzar su aprendizaje (Martín Cuadrado *et al.*, 2017).

Con estos TFT se aspira a contribuir a mejorar las condiciones de vida de las comunidades destinatarias, en las que la carga del hogar reposa habitualmente en la mujer y la escasa empleabilidad agrava la exclusión social. Esta experiencia busca aportarles una base de conocimiento y recursos metodológicos que ayuden

a mejorar sus formas de construir edificaciones, cumpliendo unos requisitos mínimos de seguridad y salubridad. La metodología propuesta va en consonancia con la consecución del ODS 3 –garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos–, el ODS 6 –garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos– y el ODS 11 –lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles– (Colglazier, 2015).

Esta experiencia de ApS se ha aplicado en Abancay, capital de la región homónima y una de las regiones más pobres de Perú. Se inició en el bimestre de vacaciones anterior al curso académico; abarca, además, el curso académico y el periodo de vacaciones lectivas posterior al curso. Se aprovechan los meses de vacaciones escolares, en los cuales los estudiantes tienen mayor facilidad para desplazarse a las comunidades destinatarias.

6.2. Camino al andar: alianzas, sinergias, proyectos y destinatarios

Esta experiencia de ApS ha congregado las colaboraciones institucionales de equipos de la UPM, de la Universidad de Jaén (UJAEN), la Universidad de Piura (UDEP) y Caritas Abancay –agente de cooperación e interlocutor ante las comunidades destinatarias–.

Los equipos de estas universidades contribuyen con su asistencia técnica y su experiencia formando al alumnado en competencias para el servicio a la comunidad.

La iniciativa desarrollada persigue fomentar la adquisición de competencias mediante la resolución de problemas y un aprendizaje basado en retos reales, planteado sobre recomendaciones y soluciones constructivas de bajo coste que reduzcan el riesgo sísmico y mejoren las condiciones de las viviendas en zonas vulnerables. Este planteamiento se ha aplicado con alumnado del último curso del Grado en Ingeniería Civil y Territorial, que debe realizar su TFT.

Los TFT de cooperación internacional pretenden dar respuesta a necesidades humanas de la comunidad de destino que la entidad social contraparte ha identificado como parte de sus

propios planes de actuación y ayuda humanitaria. El cometido del alumnado consiste en la elaboración de los documentos que componen un proyecto constructivo –en este caso, de sendas edificaciones de dos plantas, según la normativa constructiva y antisísmica vigente en Perú–. Dichas edificaciones se destinan a usos polivalentes –no solo residencial– con el fin de fomentar la formación y la empleabilidad de personas en riesgo de exclusión y potenciar el papel de la mujer en la comunidad. Mediante la estrategia de los TFT también se pretende avanzar en la elaboración de guías y recomendaciones de diseño para edificaciones en áreas con riesgo sísmico o climático.

El destinatario final de las construcciones o proyectos realizados fue la población de las regiones áridas del Perú, que frecuentemente autoconstruyen sus viviendas, marcadas por un contexto social de desigualdad que limita las condiciones de salubridad, la calidad de los materiales empleados y de los procedimientos constructivos. En muchas ocasiones, las viviendas unifamiliares típicas consisten en una sola estancia, sin divisiones ni particiones interiores que doten de diferentes funcionalidades a cada espacio. Los materiales más utilizados son la quincha o bahareque, el adobe, los bloques de cemento y ladrillos artesanos. El uso de materiales vegetales se fundamenta en su viabilidad económica que, junto con una técnica de construcción basada en madera, cañas, barro, yeso y hormigón pobre (Fernández *et al.*, 2005), se encuentran en la mayoría de las viviendas de familias con bajos ingresos económicos.

La metodología propuesta, aplicada a la realización de TFT solidarios con un enfoque ApS, consta de tres fases en su diseño y gestión. En cada etapa se reflexiona sobre cada uno de los procesos en curso, registrándose su seguimiento y evaluación. Ello permite valorar la experiencia de cooperación y de ApS en los discentes.

6.2.1. Diagnóstico y planificación

Las necesidades y problemas de las comunidades se identifican a partir de la realidad y los recursos disponibles. Con ello se elabora un primer borrador del plan y las posibles alianzas con Caritas. La planificación, que debe guiar al alumnado en la realización del proyecto, contempla acciones sobre:

- la fundamentación de las actuaciones,
- objetivos de las acciones solidarias y del aprendizaje,
- destinatarios de las actuaciones,
- contenidos y actividades del aprendizaje,
- planificación temporal y recursos disponibles,
- espacios para desarrollar cada proyecto,
- designación de responsables y protagonistas,
- reflexión sobre el diseño y la coherencia interna de cada proyecto.

6.2.2. Ejecución del proyecto

Durante esta segunda fase, se ponen en práctica los contenidos de aprendizaje previstos en la planificación para su posible implementación práctica en la comunidad. Para los estudiantes, esta etapa supone la mayor implicación personal, afectiva y de aprendizaje. Deben ser conscientes de sus necesidades, establecer su ritmo de trabajo y poner en marcha las estrategias para dar respuesta a los problemas. Según los recursos disponibles y las necesidades imprevistas que se detecten durante la ejecución de los proyectos, se suelen requerir ajustes o nuevos desarrollos. Se trata, por tanto, de un proceso continuo de reflexión y evaluación de los logros intermedios.

En paralelo, los tutores de los proyectos actúan como impulsores del reto progresivo y acompañantes en el camino hacia la solución. El seguimiento y tutela del proyecto se realiza a través de registros y revisiones, de modo que la evaluación de resultados y aprendizajes es formativa. Durante esta fase se incluye también la gestión y formalización de acuerdos, convenios y la obtención de recursos con los organismos implicados.

En la realización del TFT, cada estudiante debe llevar a cabo una investigación autónoma de los condicionantes del proyecto y elaborar los documentos que componen el documento final, con una carga total de trabajo equivalente a 12 créditos ECTS. En este sentido, el EEES exige la realización de un proyecto autónomo de entre 6 y 30 créditos ECTS para obtener la titulación universitaria, de acuerdo con el RD 1393/2007 y las órdenes CIN/307/2009 y CIN/309/2009 (ETSICCP, 2015). El proyecto constructivo, producto tangible final, es evaluado por un tribunal de tres profesores expertos en la materia durante el acto de

presentación y defensa pública del TFT. El contenido de un TFT constructivo consta de los siguientes documentos:

- Documento 1. Memoria y sus anexos
- Documento 2. Planos
- Documento 3. Pliego de prescripciones técnicas particulares
- Documento 4. Presupuesto

Además, en algunos casos se plantea la realización de estudios complementarios, tales como planes de obra, replanteos de la obra, estudios de seguridad y salud, estudios de impacto ambiental, de gestión de residuos sólidos, o de explotación de la obra, entre otros.

Durante el curso académico se imparte una serie de seminarios de apoyo al desarrollo del TFT, en los que se enseñan los conceptos generales del proyecto, la metodología para su elaboración y su adaptación a la normativa vigente. También se desarrollan conferencias impartidas por ingenieros destacados, en las que se muestran proyectos recientes de obra civil en los ámbitos nacional e internacional.

Ya durante sus vacaciones académicas previas al comienzo del curso, los estudiantes se desplazan a la comunidad destinataria, en la que residen y conocen a la población local y observan sus recursos y necesidades. Paralelamente, comienzan a tomar conciencia de sus propias limitaciones y necesidades en la adquisición de competencias. Además, durante su estancia, tienen la oportunidad de participar como voluntarios, tanto en acciones técnicas sobre las instalaciones e infraestructuras como solidarias en colaboración con Caritas Abancay (asistencia a discapacitados, talleres formativos, ayuda en comedores sociales, etc.). La convivencia prolongada en la comunidad contribuye a desarrollar empatía y al aprendizaje de contenidos prácticos y tecnológicos por medio del trabajo en equipo basado en retos (Lemons *et al.*, 2011).

Posteriormente, al comenzar el curso, mientras inician sus TFT, los alumnos mantienen el contacto con las entidades contraparte. Durante el curso académico, los estudiantes avanzan en la elaboración del proyecto bajo la supervisión de los técnicos de Caritas y del profesorado, a la vez que cursan las asignaturas de su itinerario académico y plasman en sus TFT los contenidos téc-

nicos aprendidos. En todo momento se controla el nivel de adquisición de competencias mediante diversos indicadores y registros.

6.2.3. Cierre y evaluación de los proyectos

En la última etapa se lleva a cabo la sistematización final, la culminación de los productos tangibles, la celebración de los logros y el reconocimiento de los protagonistas. También se mide el impacto de la experiencia humana sobre los agentes implicados (estudiantes, profesorado, instituciones y comunidad beneficiaria).

Al terminar el curso académico retorna el alumnado a la comunidad de destino para concluir sus TFT. Finalmente, al regreso de su segunda estancia, deben defenderlos en la UPM con arreglo a las normas académicas. En su defensa se valoran los conocimientos y las competencias transversales adquiridas. Así, sus aprendizajes se consolidan y el producto de sus trabajos se plasma en bienes tangibles al servicio de las comunidades andinas.

Más allá de la evaluación y calificación de los TFT, los resultados de cada experiencia inciden sobre su continuidad y abren puertas a nuevos retos y actividades de cooperación bajo el enfoque de ApS, que suponen nuevos proyectos para los próximos cursos.

6.3. Hitos alcanzados: proyectos constructivos solidarios y cambios

Los resultados finales pueden agruparse en dos bloques. Por una parte, los proyectos realizados y sus construcciones asociadas, destacando procesos constructivos, materiales y herramientas utilizadas, con los aprendizajes que conllevan. Cada alumno ha desarrollado su propio TFT, la elaboración de un proyecto constructivo de una edificación sobre terrenos propiedad de la Diócesis de Abancay. Los títulos de los proyectos eran, respectivamente: «Proyecto constructivo de nave para la producción de productos alimenticios en Abancay (Perú)» y «Proyecto cons-

tructivo de edificación para la formación y empleabilidad de sectores desfavorecidos en Abancay (Perú)».

Por otra parte, se resalta el impacto sobre el alumnado. Al tratarse de una experiencia de ApS, su formación y aprendizaje es un pilar fundamental. Estos resultados se centran en la experiencia académica del estudiante, pues manifiestan los conocimientos adquiridos, la mejora en las competencias transversales mencionadas por ABET y las específicas.

6.3.1. Realizaciones

En el ámbito social de los países en desarrollo es común encontrar construcciones basadas en bloques de hormigón, suelo-cemento, ladrillo, adobe e incluso materiales vegetales como la quincha o bahareque, caracterizados por su bajo coste, permitiendo así a sectores sociales humildes poder ejercer el derecho fundamental de disponer de vivienda. Sin embargo, este tipo de construcciones carece de las características necesarias de seguridad, por ejemplo, frente a desastres naturales o incluso de condiciones sanitarias aceptables.

El contexto así planteado supone una excelente oportunidad para ayudar a sectores desfavorecidos de diferentes regiones a mejorar sus dotaciones y proporcionar conocimientos sobre la construcción de edificaciones. A su vez, no solo supone un claro beneficio para dichas regiones, sino también para el alumnado de la UPM. Mediante el aprendizaje basado en proyectos, los estudiantes se enfrentan a problemas reales, desarrollando así importantes competencias para su ámbito profesional. Las sinergias entre las comunidades más humildes y el alumnado de ingeniería de la UPM a través de estas experiencias de ApS son relevantes, pues permiten: 1) involucrar al alumnado en proyectos reales; (2) construir y mejorar las dotaciones de territorios con gran desigualdad social.

El conocimiento de los materiales locales y de las técnicas asociadas a su proceso constructivo es esencial para los alumnos involucrados en el reto. Así, es común encontrar peculiaridades relativas al proceso constructivo asociado a la edificación mediante quincha. Por ejemplo, las típicas viviendas suelen carecer de solera y de cimentación consistente, edificándose directamente sobre el suelo natural. Los pilares de madera se fijan directa-

mente al suelo, sin tratamiento químico previo que pudiera mejorar sus características. Un ejemplo de diferentes elementos constructivos basados en quincha, cañas y barro se aprecia en la figura 6.1.



Figura 6.1. Quincha simple basada en material vegetal (izquierda) y quincha mejorada con relleno de barro o suelo-cemento (derecha).

Además, el objetivo principal de dichos TFT es mejorar y estandarizar las técnicas de autoconstrucción realizadas con los materiales propios de la región. Así, es prioritario que los productos finales de los TFT sean proyectos constructivos realizables. La figura 6.2 muestra el cambio esperable en uno de los TFT desarrollados durante esta experiencia.

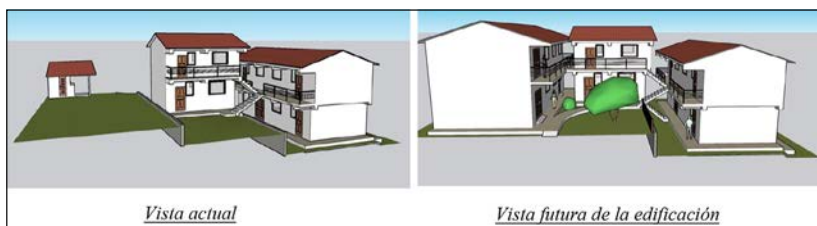


Figura 6.2. Vista actual y extensión futura tras el proyecto del centro de formación para la empleabilidad.

La calidad de los proyectos constructivos realizados en la ET-SICCP de la UPM es alta, y en constante actualización con las tecnologías emergentes y software utilizados en el sector de la

ingeniería civil. Algunos de los puntos destacados en los proyectos constructivos realizados por los alumnos involucrados en este ApS son los relativos al análisis estructural de la quincha. En este sentido, se realizaron modelos computacionales de los diferentes elementos constructivos para evaluar el comportamiento estructural de dicho material, como se aprecia en la figura 6.3.

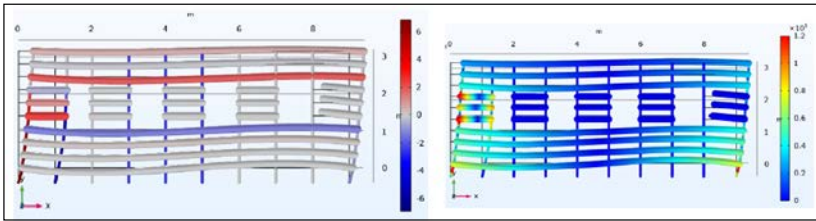


Figura 6.3. Modelos computacionales de una pared de quincha: esfuerzos axiales (izquierda) y estados tensionales (derecha).

Los proyectos realizados por los alumnos permitieron mejorar los procesos constructivos, sirvieron como documentos de base para la construcción de las edificaciones (figuras 6.2 y 6.4) y permitieron mejorar la calidad de las construcciones, e incluso se crearon particiones internas en la vivienda.



Figura 6.4. Estructura de madera para rellenar con carrizo o caña (izquierda) y viviendas con subdivisiones (derecha).

Además de los propios TFT, de la experiencia durante la ejecución de estos proyectos se ha recopilado conocimiento y material para elaborar un «Manual de construcción sismorresistente de viviendas con materiales locales» (Mosquera-Feijóo y García-Alberti, 2024), que sintetiza algunos criterios de diseño, solucio-

nes constructivas y recomendaciones prácticas para la cimentación y construcción de viviendas más seguras frente a sismos con materiales como quincha, adobe, ladrillo o bloques de hormigón.

6.3.2. Impacto sobre el alumnado

A través de este tipo de proyectos de ApS, el alumnado del Grado en Ingeniería Civil y Territorial (GICyT) de la UPM tiene acceso a acometer un proyecto real, con las implicaciones que conlleva. La toma de decisiones, comprobación del estado actual y antecedentes, estudio de alternativas o el análisis económico son conceptos estudiados en un ámbito teórico en las aulas. Mediante este tipo de proyectos constructivos, el alumno tiene la posibilidad de aplicar en un entorno real dichos conceptos, yendo más allá del papel y enfrentándose a la realidad social.

Con la promoción de este tipo de TFT se pretende, además, reforzar las competencias transversales y el desarrollo personal del alumnado. Su presentación pública ayuda a mejorar competencias asociadas a la comunicación ante diversas audiencias, a la realización de ponencias e informes eficaces, a tomar conciencia de los aspectos no verbales, así como a potenciar las habilidades organizativas y de gestión del tiempo.

Para acometer esta experiencia, dos alumnos del GICyT de la UPM viajaron a Abancay, Perú, en sus dos meses de vacaciones académicas, durante dos años consecutivos. El objetivo principal era realizar sus TFT, tutelados de manera conjunta por el profesorado de la ETSICCP de la UPM y el equipo técnico de Caritas Abancay. Estos viajes revistieron de una gran importancia, que se tradujo en un impacto positivo en los alumnos: tuvieron la oportunidad de conocer la comunidad de Abancay, estudiar los recursos disponibles, analizar las necesidades reales y aprender las técnicas de construcción propias de dicha región, basada principalmente en el uso de adobe o de bloques de suelo-cemento. A su vez, participaron asiduamente en las acciones solidarias propias de Caritas Abancay en dicho territorio (figura 6.5).



Figura 6.5. Trabajos sociales realizados con Caritas Abancay. Mediante experiencias, los alumnos aprenden diversas cuestiones constructivas y las realidades de la comunidad destinataria.

Paralelamente, otra parte del alumnado realiza prácticas en empresas durante el curso académico, por lo que el enfoque ApS planteado también favorece sinergias entre el mundo laboral y los estudiantes que aún no han comenzado su andadura profesional.

En definitiva, esta experiencia de ApS repercutió muy positivamente en los alumnos, mejoró sus competencias y contribuyó al aprendizaje de aspectos ingenieriles como:

- procesos y experiencias reales en las diferentes fases del proyecto;
- mejora y puesta en práctica de habilidades relativas a la comunicación, demostración, análisis, diseño y evaluación de ideas o de alternativas;
- capacidad de diseñar, desarrollar y ejecutar métodos de experimentación apropiados;
- capacidad de trabajar en equipo y liderazgo, siendo esta una de las competencias transversales más importantes destacada por la propia UPM.

También destacan otros conocimientos y experiencias enfocadas al ámbito social:

- desarrollo del altruismo y aumento del sentido de la ciudadanía;
- consciencia de la importancia de las construcciones civiles en el ámbito social;

- capacidad de comunicación ante variedad de audiencias y registros idiomáticos;
- compromiso solidario y trabajo en equipo para afrontar retos y alcanzar el objetivo del proyecto: mejorar la calidad de vida de ciudadanos de Abancay, Perú.

La contribución positiva de los modelos de ApS en el ámbito académico a través de estos TFT es un hecho contrastado. Otros autores refrendan su versatilidad para sensibilizar y formar al alumnado de asignaturas tecnológicas de ingeniería en competencias de desarrollo sostenible, solidaridad o ciudadanía (Furco y Billig, 2002).

6.4. Lecciones aprendidas: misión social de la universidad, sentido de ciudadanía y corresponsabilidad para afrontar retos globales

Los resultados finales y magnitud de esta experiencia de ApS aporta conclusiones en el ámbito ingenieril, en los alumnos y docentes involucrados, así como en viabilidad del modelo ApS en materias propias de ingeniería civil.

Se afirma que los TFT de cooperación al desarrollo en ingeniería civil reúnen las características de aprendizaje autónomo del alumnado; de modo progresivo, conllevan la adquisición de competencias demostrables, imprimen una cierta transformación personal en el alumnado y un cambio en la comunidad destinataria. La elaboración de la memoria, los planos, el presupuesto y el plan de obra en sus TFT son registros decisivos que determinan los logros del aprendizaje.

Mediante esta experiencia, gracias a la cooperación del alumnado desplazado a Perú, ha sido posible aumentar el conocimiento existente en cuanto a los métodos y procesos constructivos de viviendas unifamiliares basadas en materiales locales. Esto ha permitido también avanzar en la elaboración de un manual con recomendaciones para la construcción sismorresistente de viviendas con materiales locales, a disposición de las comunidades (Mosquera-Feijóo y García-Alberti, 2024).

Con respecto a las sinergias y alianzas surgidas del desarrollo de este proyecto, la colaboración entre Caritas Abancay, la UDEP, la UJAEN y la UPM ha permitido beneficiar a la comunidad de Abancay y proporcionar una experiencia real de proyecto constructivo a los alumnos involucrados, de modo que han adquirido nuevos conocimientos sobre la problemática local.

Con relación al impacto en los aprendizajes, se destaca el logro de competencias específicas y transversales, como la proactividad, el trabajo en equipo, la resiliencia, el sentido de la responsabilidad o la adaptabilidad a diferentes entornos de trabajo. También destaca la afección de los docentes en relación con cambios de percepción relativos a cuestiones sociales derivadas de la desigualdad y los retos sociales que estos suponen: la lucha contra la pobreza, el hambre y las necesidades básicas de agua, vivienda y medioambiente digno son algunos ejemplos.

Los TFT de cooperación al desarrollo elaborados mediante modelos de ApS se basan en dos componentes principales: el aprendizaje ligado al currículo académico y el servicio voluntario a la comunidad. Este tipo de TFT contribuye a estos dos pilares. Así, se dota a dichas actividades de diversas estrategias para su implementación, tanto académicas como sociales. Se considera que esta experiencia de ApS ha cumplido satisfactoriamente con ambos pilares, pues ha contribuido a un cambio en la comunidad de Abancay y proporcionado un aprendizaje significativo al alumnado implicado de la UPM. La gran experiencia positiva incita a la aplicación de este tipo de proyectos de ApS en más materias tecnológicas propias del GICyT.

6.5. Claves para la transferencia: insertar el ApS en los planes de estudio

A la luz de esta experiencia, se resumen los pasos necesarios para replicar su método en otras disciplinas que incluyan los TFT en la modalidad de proyectos constructivos o de ordenación territorial:

- Recepción y aprobación de propuestas de proyectos por parte de las entidades contraparte sobre necesidades de las comunidades de destino a dar respuesta. Han de ser susceptibles de

constituir materia suficiente para un TFT en modalidad de cooperación al desarrollo. Se debe discernir si son adecuados para un nivel de grado o de máster.

- Anuncio de la oferta de proyectos al alumnado en la escuela o facultad durante el penúltimo año de su itinerario académico (grado o máster). Es esencial el papel que ejercen las subdirecciones de cooperación de las escuelas o facultades.
- Selección de candidatos y asignación de TFT.
- Petición de ayudas académicas –becas, bolsas de viaje, etc.– para que el alumnado seleccionado pueda viajar dos veces a la región destinataria del TFT.
- Primer viaje a la comunidad de destino, preferentemente durante las vacaciones escolares de verano. Conviven, empatizan, conocen, recaban información y valoran recursos, objetivos y procesos.
- Retorno en septiembre para continuar sus estudios universitarios a la vez que desarrollan sus TFT tutelados por profesorado del centro y de la entidad contraparte. Los equipos de las otras universidades aportan valiosa colaboración técnica. A final de curso (junio) tienen la primera oportunidad para defender el TFT en la escuela o facultad para su aprobación e inserción curricular, en caso de que lo hayan concluido suficientemente.
- Segundo viaje a la comunidad de destino al terminar el curso, durante el siguiente período vacacional, para culminar y cerrar el contenido del TFT.
- Defensa académica del TFT en caso de que no la hayan realizado en junio.

Estas experiencias de ApS prueban la capacidad y eficacia de la universidad para afrontar retos relacionados con los ODS. Hasta el momento, un buen número de instituciones de educación superior han establecido gabinetes de servicios de apoyo al ApS, en los que resalta la buena disposición y voluntad de las personas de esos equipos, incluso con escasez de recursos y de autonomía. Diversas dificultades y oportunidades de mejora van aflorando; entre otras: asentar alianzas estables para asegurar la financiación de los proyectos de ApS, motivar al profesorado y alumnado universitarios para implicarse en este enfoque didáctico, lo cual se facilitaría introduciendo algún sistema de recompensas, o incorporar la metodología ApS en los planes de estu-

dio. Desde aquí se sugiere la oportunidad y necesidad de incluir el ApS en el diseño de los currículos para enseñar y formar eficazmente a los ciudadanos del futuro. Su implantación necesita el beneplácito y la implicación –más que el apoyo– de otros agentes educativos y sociales. En el caso de los TFT serán beneficiosas las propuestas conjuntas entre instituciones educativas y organizaciones de la comunidad, asumiendo que la educación es una responsabilidad compartida y el ApS una herramienta eficaz. Una posibilidad sería introducir el ApS como materia con un cierto peso de créditos –ya lo han implantado algunas universidades–; otra podría ser su aplicación en asignaturas optativas de último año de grado o máster cuyos métodos de aprendizaje se orientan a retos, problemas y *design thinking*.

Apoyos

Esta experiencia de ApS ha congregado las colaboraciones institucionales de equipos de la UPM, de la Universidad de Jaén (UJAEN), la Universidad de Piura (UDEP, Perú) y Caritas Abancay (CA, Perú).

Caritas Abancay es la principal entidad contraparte, agente de cooperación y ayuda humanitaria e interlocutor ante las comunidades destinatarias. Pone a su disposición sus instalaciones y medios técnicos y humanos, y materializa la acogida de los estudiantes de la ETSICCP para la realización de sus TFT de cooperación al desarrollo.

La UDEP aporta información detallada sobre materiales, procesos y experiencias constructivas en la región. Además, coordina con su alumnado actuaciones de servicio comunitario y trasladan el producto final de los TFT a las comunidades destinatarias. Merece destacarse la actividad social de la UDEP a raíz de los sucesivos episodios climatológicos denominados «Niño Costero».

Referencias

ABET (s.f.). *Criteria for accrediting engineering programs, 2022-2023*.
<https://www.abet.org/wpcontent/uploads/2022/01/2022-23-EAC-Criteria.pdf>

- Billig, S. H. y Waterman, A. S. (eds.) (2014). *Studying service-learning: innovations in education research methodology*. Routledge.
- Bringle, R. G. y Hatcher, J. A. (1995). A service-learning curriculum for faculty. *Michigan Journal of Community Service Learning*, 2 (1), 112-122. <http://hdl.handle.net/2027/spo.3239521.0002.111>
- Bringle, R. G. y Hatcher, J. A. (1996). Implementing service learning in higher education. *The Journal of Higher Education*, 67 (2), 221-239. <https://digitalcommons.unomaha.edu/slcehighered/186>
- Colglazier, W. (2015). Sustainable development agenda: 2030. *Science*, 349 (6252), 1048-1050. <https://doi.org/10.1126/science.aad2333>
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (2015). *Memoria de verificación del título de Graduado en Ingeniería Civil y Territorial por la Universidad Politécnica de Madrid*. <https://caminos.upm.es/wp-content/uploads/2021/09/MemoRefModRefGolCyT.pdf>
- Fernández, J. E., Esteves, A., Oviedo, G. y Buenanueva, F. (2005). La quincha, una tecnología alternativa eficiente para la autoconstrucción. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 9. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/83043>
- Furco, A. y Billig, S. H. (eds.). (2002). *Service learning: the essence of the pedagogy*. IAP, Information Age.
- González López, I. y López Cámara, A. B. (2010). Sentando las bases para la construcción de un modelo de evaluación a las competencias docentes del profesorado universitario. *Revista de Investigación Educativa*, 28 (2), 403-423. <https://revistas.um.es/rie/article/view/109431>.
- Lemons, G., Carberry, A., Swan, C. y Jarvin, L. (2011). The effects of service-based learning on metacognitive strategies during an engineering design task. *International Journal for Service Learning in Engineering, Humanitarian Engineering and Social Entrepreneurship*, 6 (2), 1-18. <https://doi.org/10.24908/ijsle.v6i2.3561>
- Martín Cuadrado, A. M., Juan Oliva, E. y Carriedo López, N. (2017). *Actas de las VIII Jornadas de Redes de Investigación en Innovación Docente. Los trabajos fin de carrera (TFG y TFM): el camino de la profesionalización*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. http://congresos.uned.es/w5400/archivos_publicos/qweb_paginas/8088/actasviii Jornadasderedes.pdf
- Mosquera Feijóo, J. C. y García Alberti, M. (en prensa). *Manual de construcción sismorresistente de viviendas con materiales locales*. Ingebook.
- O'Grady, C. R. (ed.) (2014). *Integrating service learning and multicultural education in colleges and universities*. Routledge. <https://www>.

- [routledge.com/Integrating-Service-Learning-and-Multicultural-Education-in-Colleges-and/Grady/p/book/9780805833454](https://www.routledge.com/Integrating-Service-Learning-and-Multicultural-Education-in-Colleges-and/Grady/p/book/9780805833454)
- Root, S. (2014). Teacher research in service-learning. En: *Studying service-learning* (pp. 187-200). Routledge. <https://www.routledge.com/Studying-Service-Learning-Innovations-in-Education-Research-Methodology/Billig-Waterman/p/book/9780805842760>
- Ropers-Huilman, B., Carwile, L., y Lima, M. (2005). Service-learning in engineering: a valuable pedagogy for meeting learning objectives. *European Journal of Engineering Education*, 30 (2), 155-165. <https://doi.org/10.1080/03043790410001664363>
- Simmons, D. R., Creamer, E. G., y Yu, R. (2017). Involvement in out-of-class activities: a mixed research synthesis examining outcomes with a focus on engineering students. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 18 (2). <https://www.jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/view/2238>
- Tapia, M. N. (2010). La propuesta pedagógica del «aprendizaje-servicio»: una perspectiva Latinoamericana. *Revista científica TzhoeCoen*, 3 (5), 23-44. https://issuu.com/josephbotelo/docs/final_task/s/11965525
- Zlotkowski, E. (1998). *Successful service-learning programs. New models of excellence in higher education*. Anker. <https://eric.ed.gov/?id=ED419453>

Diseño e implementación de experiencias de aprendizaje basado en proyectos exitosas: una metodología educativa para ingeniería con infinitas posibilidades

ANDRÉS DÍAZ LANTADA

Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

Una metodología activa especialmente útil en ingeniería es el aprendizaje basado en proyectos (ABP), pues su forma habitual de trabajo resulta principalmente adecuada para permitir a los estudiantes aplicar los conocimientos que van adquiriendo a lo largo de sus estudios y para potenciar destrezas técnicas que cultivan competencias profesionales muy importantes, como, por ejemplo, la creatividad, el trabajo en equipo, la comunicación oral y escrita, la ética profesional o la comprensión acerca de la relevancia del aprendizaje a lo largo de la vida. En ocasiones puede parecer que trabajar por proyectos con los estudiantes, en especial con grandes grupos, sea enormemente complejo, más costoso o incluso insostenible y menos efectivo que las clásicas lecciones magistrales, pero la realidad es bien distinta si se sigue una estrategia de diseño e implementación con ciertas claves de éxito básicas. Se trata en este capítulo sobre estas experiencias de aprendizaje basado en proyectos, especialmente aquellas que siguen el enfoque CDIO (concebir, diseñar, implementar y operar). Según este enfoque los estudiantes viven el proceso completo de especificación, concepción, diseño, fabricación o implementación, ensayo y validación de sistemas, productos, procesos y servicios de ingeniería. Se ilustran buenas prácticas para el desarrollo completo de estas actuaciones educativas transformadoras a través múltiples casos de estudio. Todos ellos están relacionados con la implantación de esta metodología en diferentes titulaciones y cursos, según configuraciones muy variadas, para promover la enseñanza del desarrollo de productos para diversas industrias siguiendo principios de equidad tecnológica y sostenibilidad.

7.1. Punto de inicio: ¿qué esperar del ABP?

Comprendí que los estudios de ingeniería eran especiales siendo todavía un niño. A pesar de no contar con familiares cercanos dedicados a la ingeniería, me llamó muy pronto la atención que las carreras de ingeniería, además de tener una duración importante de seis años, terminasen con un «proyecto» de fin de carrera, al que se solía dedicar entre medio año y un año adicional. Sin entender aún lo que implicaba un proyecto, cada vez que en mi entorno se hablaba de esos estudios entre adultos, familiares, amigos y conocidos, percibía que el proyecto constituía algo único, quizá radicalmente innovador y con gran potencial para la personalización de la enseñanza. No sabía entonces que dedicaría una parte fundamental de mi carrera profesional a la promoción de enfoques de enseñanza-aprendizaje basados en proyectos y a que dichas experiencias no fueran únicamente el epílogo personal de una titulación, sino el elemento vertebrador de diferentes ingenierías al intentar dotarlas de mayor dinamismo y flexibilidad.

Como estudiante de ingeniería industrial tuve la gran suerte de aprender de pioneros del aprendizaje basado en proyectos (ABP), viviendo experiencias inolvidables como el diseño completo de un reductor de la mano de la profesora Pilar Lafont, o el proyecto de empresa de mecanizado del profesor Antonio Vizán, entre otras actuaciones orientadas a proyectos reales a lo largo de la titulación. Esas vivencias, junto con mi proyecto de fin de titulación sobre el diseño y la fabricación rápida de una bomba de engranajes, también con Pilar, fueron las que me resultaron más transformadoras desde el punto de vista educativo. Posteriormente, ya en mis tiempos del doctorado y como profesor universitario, en paralelo al proceso de implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), que siguiendo las pautas de la Declaración de Bolonia (1999) perseguía unos procesos de enseñanza-aprendizaje más centrados en los estudiantes, he tenido la gran fortuna de haber participado en la concepción, desarrollo y supervisión de numerosas actuaciones docentes centradas en proyectos que considero atractivas y exitosas.

Hoy en día, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos –en gran medida, metodologías análogas al ser los proyectos problemas complejos– se han convertido para muchos docentes en la piedra angular de su práctica profe-

sional, en especial a la hora de promover enfoques holísticos y acercar a los estudiantes a la realidad laboral. De hecho, los proyectos de fin de titulación se han extendido más allá de las disciplinas científico-tecnológicas y la filosofía de «aprender haciendo» se ha posicionado como uno de los eslóganes más seductores de las universidades más ejemplares.

Tengo la certeza de que todos los conocimientos, destrezas y habilidades profesionales y sociales que precisan los ingenieros del futuro se pueden enseñar, transmitir o potenciar a través de proyectos. Es una visión demostrada a través de ejemplos de universidades que trabajan casi íntegramente por proyectos en sus titulaciones, como las de Aalborg (Kolmos, 2006) o el Olin College (Sommerville, 2005), y diría que es también compartida con numerosísimos estudiantes y colegas que aprecian y recomiendan estas actuaciones (De los Ríos, 2010, Larmer, 2015, Guo, 2020), incluidos los miembros de la International CDIO Initiative (Crawley, 2007), probablemente la comunidad global que mayor impacto ha tenido en la transformación de la educación ingenieril en el siglo XXI. Las experiencias de ABP según su modelo son especialmente formativas y motivadoras, pudiendo generar impactos sociales muy destacables, gracias a que los estudiantes viven el ciclo completo de desarrollo de nuevos productos, procesos y sistemas de ingeniería, llegando a resultados físicos tangibles más allá de los modelos fruto de experiencias ABP más clásicas.

Pienso también que nuestro equipo de la División de Ingeniería de Máquinas, desde la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSI) de la Universidad Politécnica de Madrid, ha contribuido y contribuye, con cada nuevo curso, a la investigación y mejora continua de estas metodologías que tienen a los estudiantes como protagonistas. En los últimos años hemos llevado a cabo diferentes estudios centrados en la recopilación de buenas prácticas para el ABP exitoso, para su internacionalización y promoción en entornos de bajos recursos y para su incesante adecuación o reformulación según las necesidades sociales más acuciantes (Díaz Lantada *et al.*, 2013; Díaz Lantada y de María, 2019; Díaz Lantada, Chacón Tanarro y Muñoz-Guijosa, 2020; Díaz Lantada, 2022; Ahluwalia 2018).

Basándonos en el estudio personal de dos décadas sobre actuaciones de ABP y en las vivencias citadas, se resumen aquí ciertas tipologías y características esenciales de estas acciones forma-

tivas y algunas claves para que resulten lo más estimulantes y transformadoras posibles. La intención es proporcionar una introducción al ABP en sus diferentes vertientes, así como acompañar a educadores y estudiantes interesados en su concepción, desarrollo, implementación y operación de forma exitosa, eficiente y sostenible. Hago referencia aquí a los estudiantes como protagonistas del cambio, ya que algunas de las actuaciones basadas en proyectos de mayor impacto que he conocido han tenido su génesis en asociaciones estudiantiles y grupos de amigos que buscaban otra forma de aprender y perseguían temáticas que los planes de estudio tradicionales no proporcionaban.

7.2. Camino al andar: experiencias de aprendizaje basado en proyectos en ingeniería

En la actualidad, el ABP engloba a numerosos tipos de actuaciones docentes y entronca en cierta medida con la gran mayoría de metodologías que promueven el aprendizaje activo de los estudiantes. Factores como la implantación del EEES, la convergencia de numerosas revoluciones tecnológicas (Roco, 2003a, 2003b) y los acelerados procesos de cambio presentes, que conllevan una necesidad de actualización continua de los planes de estudio, han contribuido al auge del ABP y a su reformulación con numerosas ramificaciones y aplicaciones.

En este contexto cambiante resulta interesante comenzar con ciertas definiciones básicas que sirvan de introducción a las metodologías educativas orientadas a proyectos. En esencia, el ABP expone a los estudiantes, normalmente trabajando en equipos, a problemas y situaciones relacionadas con la práctica profesional real de la ingeniería. Ampliando la definición del Project Management Institute (PMI, 2017), un proyecto es un esfuerzo temporal, desarrollado habitualmente en equipo, para crear un producto, proceso, sistema, servicio o resultado tangible y único, que genera impacto socioeconómico y que se alcanza aplicando los conocimientos, principios y técnicas de la ingeniería y las habilidades técnicas y sociales del equipo de desarrollo. Así, el equipo establece una alianza para conseguir la especificación, la planificación, el diseño conceptual, la ingeniería básica y de de-

talle, la implementación y la operación del producto, proceso, sistema o servicio.

En el ámbito educativo, en general, cuantas más etapas del ciclo de vida del proyecto puedan desarrollar los equipos de estudiantes, mayor será el impacto formativo de la experiencia. El ABP más común, en muchas ocasiones sujeto a limitaciones temporales o de recursos, suele centrarse en las etapas de especificación, planificación, diseño conceptual y fase inicial de la ingeniería básica, llegando en la mayoría de los casos a planos y diseños validados con simulaciones. La evaluación incluye generalmente una exposición pública de resultados para potenciar el aprendizaje global. Ciertamente, el ABP resulta especialmente transformador en los cursos más avanzados de las titulaciones de ingeniería, en los que los estudiantes pueden afrontar proyectos muy reales. Sin embargo, entronca también con el aprendizaje basado en problemas si entendemos los proyectos como problemas especialmente complejos. En consecuencia, para los primeros cursos de las titulaciones de ingeniería, el aprendizaje basado en problemas puede ser una opción algo más acotada que permita la aplicación integradora de conocimientos de disciplinas más básicas.

El ABP, según el ya comentado modelo CDIO (Crawley, 2007), persigue un nivel de profundidad mayor y promueve culminar la fase de ingeniería básica y alcanzar la fase de detalle, incluyendo validaciones reales de los productos, procesos o sistemas mediante prototipos que se ensayan adecuadamente. Este nivel de desarrollo tan completo es también frecuente en experiencias de proyectos asociados a competiciones estudiantiles –aprendizaje orientado a retos o desafíos– de largo recorrido (Formula Student, Solar Decathlon, Cybertech o UBORA Design Competitions & Schools, entre otros), *hackathons* y eventos de diseñadores y *makers*. También es habitual en proyectos de innovación educativa asociados a la implementación de escuelas nacionales o internacionales de ingeniería, tanto curriculares, como extracurriculares, que promuevan enfoques holísticos (escuelas de verano de diseño e ingeniería, cursos Athens, etc.).

En relación con el aprendizaje-servicio, se trata de una metodología en la que el resultado de la experiencia formativa contribuye a la satisfacción de una necesidad real de una comunidad, generalmente del entorno estudiantil, con la que los estudiantes interactúan y viven un proceso de codiseño o cocreación. Puesto que las

necesidades reales se resuelven habitualmente mediante productos, procesos o servicios innovadores, el aprendizaje-servicio habitualmente se hibrida con el aprendizaje basado en proyectos.

No podemos olvidarnos de los proyectos de fin de titulación, los clásicos proyectos de fin de carrera que ahora los estudiantes de ingeniería deben desarrollar tanto al finalizar sus grados como al culminar sus másteres. En ocasiones, dichos proyectos de fin de titulación se desarrollan en solitario, siguiendo las pautas del profesor que ejerce como director y tutor, pero es también habitual que se desarrollen en equipo, con estudiantes llevando a cabo distintos subsistemas de un proyecto o resolviendo subproblemas de un desafío especialmente complejo. Con frecuencia, los estudiantes colaboran, durante sus proyectos de fin de titulación, con grupos o centros de investigación y empresas en proyectos de I+D+i reales, con lo que el ABP entronca también con el aprendizaje basado en investigación.

Una vez revisadas las principales configuraciones que adopta el ABP, se resumen sus características más destacadas en la tabla 7.1. Posteriormente, en el apartado 7.3 se ilustrarán mediante ejemplos reales de implementación de nuestro equipo, a través de los cuales hemos adquirido un conjunto de buenas prácticas y podido articular una serie de recomendaciones de cara a la implementación exitosa, eficiente y sostenible de estas experiencias.

Tabla 7.1. Tipos de experiencias de ABP en ingeniería y sus características

Tipos de experiencias ABP	Descripción	Ejemplos de implementación
Aprendizaje orientado a problemas	Aprendizaje activo centrado en el planteamiento y resolución de uno o varios problemas ingenieriles aplicando e integrando enseñanzas.	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de un simulador. - Resolución de un problema matemático o fisicoquímico. - Cálculo de una máquina o estructura.
ABP descriptivo	Experiencias ABP en las que los estudiantes, basándose en un caso, describen o documentan un producto, proceso o sistema en detalle.	<ul style="list-style-type: none"> - Seleccionar y describir una máquina. - Documentar una instalación. - Enumerar los materiales de un satélite o una aeronave.
ABP analítico	Experiencias ABP centradas en el estudio de un producto, proceso o sistema, normalmente por subsistemas, modelando sus principios funcionales y comportamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Simular una cadena productiva. - Modelado de un brazo robótico. - Ingeniería inversa de un panel solar. - Simulación de una instalación eléctrica o neumática.

ABP sintético	Proyectos centrados en alcanzar una solución para un problema ingenieril. Desarrollo de un concepto hasta llegar al diseño de un producto, proceso o sistema.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de una caja de cambios. - Ingeniería de una fábrica. - Modelado de una ecovivienda. - Diseño del chasis de una bicicleta.
ABP según el modelo CDIO	ABP altamente integrador en el que equipos viven la concepción (C), diseño (D), implementación (I) y operación (O) de un producto, proceso o sistema innovador.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño, construcción y ensayo de dispositivos médicos. - Prototipado de una máquina de impresión 3D innovadora. - Desarrollo de una bomba hidráulica para entornos de bajos recursos.
ABP de I+D+i	Experiencias ABP en la vanguardia científico-tecnológica; en general, trabajando en centros de I+D+i en proyectos reales. Suelen finalizar con una comunicación científica o presentación en congreso.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de sistemas nanomecánicos, micromecánicos y electromecánicos (NEMS/MEMS). - Desarrollo de un dispositivo basado en inteligencia artificial. - Investigación y producción de un material con propiedades especiales.
ABP en empresas	ABP inmersivo con estudiantes viviendo una experiencia profesional real, ayudando a resolver un problema o haciendo reingeniería de procesos.	<ul style="list-style-type: none"> - Optimización de línea productiva. - Definición de subsistemas y equipos para una nueva planta industrial. - Contribución a la elaboración de una estrategia de <i>marketing</i>.
Aprendizaje-servicio (ApS)	Experiencias formativas con misión social. Los equipos de estudiantes detectan un problema real y llegan a una solución interactuando con los principales afectados o usuarios.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de la estrategia de reciclaje de un campus universitario. - Organización de una campaña social de captación de fondos. - Creación de una asociación educativa o con misión social.
Proyectos de fin de titulación y tesis	ABP holístico, integrador, centrado en la resolución de un problema ingenieril complejo tanto individualmente como en equipo, bajo la supervisión de un director.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de una estructura ligera. - Optimización de los impactos ambientales de un sistema. - Diseño de la suspensión de un vehículo de competición.
Competiciones y desafíos	Solución a un desafío en equipos, habitualmente internacionales, llegando a un prototipo funcional cuyas características se evalúan y defienden públicamente.	<ul style="list-style-type: none"> - Formula Student/Moto Student: construcción de vehículos de carreras. - Solar Decathlon: construcción de casa solar. - UBORA Design Competitions: diseño de dispositivos médicos. - Competición de diseño de aplicaciones móviles.

Nota. Adaptado y actualizado un estudio reciente de Díaz Lantada (2022).

7.3. Hitos alcanzados: solidez de la formación a través del ABP

Durante los últimos veinte años la División de Ingeniería de Máquinas de la ETSI Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid y su Grupo de Innovación Educativa para la Docencia Innovadora de Máquinas ha transformado numerosas asignaturas y titulaciones a través de la incorporación de metodologías orientadas a la promoción del aprendizaje activo de los estudiantes, especialmente a través de ABP. Se resumen algunas de ellas en la tabla 7.2 y se detallan en algunas referencias incluidas al final del capítulo (Bautista, 2009; Díaz Lantada *et al.*, 2013; Díaz Lantada y Márquez Sevillano, 2017; Díaz Lantada, 2022). A modo de ejemplo, la figura 7.1 presenta resultados concretos de diferentes proyectos de diseños de máquinas, productos, juguetes y tecnologías médicas, desarrollados por equipos de estudiantes de una selección de asignaturas de la tabla 7.2. Entre todas recorren y ejemplifican las principales vertientes del ABP, desde aprendizajes basados en problemas quizá más clásicos, como complemento a asignaturas fundamentales de la ingeniería mecánica, centrados en el desarrollo de simuladores y en el diseño de mecanismos, hasta experiencias de ABP más holísticas, enfocadas al diseño de máquinas y productos y llegando en muchos casos a la fabricación y ensayo de prototipos siguiendo el modelo CDIO o entroncando con acciones de aprendizaje-servicio.

Los aprendizajes de nuestro equipo en la implementación de dichas iniciativas han permitido también introducir conceptos como el «CDIO exprés», experiencias formativas especialmente intensas, en general de una semana de duración y desarrolladas como competiciones, *hackathons* y escuelas de diseño, con objetivos educativos, resultados de aprendizaje y alcance de los proyectos similares a los de asignaturas semestrales o anuales.

También resulta destacable la dedicación de nuestro equipo a la tutela de estudiantes en sus proyectos de fin de titulación. Con el paso de la estructura clásica de titulaciones superiores de ingeniería de seis años a la estructura actual europea de grados y másteres, el ABP se ha visto necesariamente potenciado, ya que los estudiantes realizaban antiguamente un único proyecto de

fin de carrera y ahora necesariamente desarrollan uno de fin de grado y otro de fin de máster. Ha sido preciso reformular en cierta medida los objetivos y alcances de estos, habitualmente enfocando los proyectos de fin de grado a aplicaciones más directas y problemas ingenieriles más acotados, e intentando ligar los proyectos de fin de máster con desafíos más complejos en el ámbito de proyectos de I+D+i.

Para todas estas actuaciones ha resultado vital contar con personal docente y personal técnico de apoyo adecuadamente preparados y con laboratorios de diseño y fabricación digital, con tecnologías que posibilitan la simulación, verificación y optimización de diseños y la fabricación rápida de prototipos, herramientas, utillajes y componentes. Debo hacer referencia explícita aquí al papel transformador del Laboratorio de Desarrollo de Productos (LDP) de la UPM, fundado en 1997 por la profesora Pilar Lafont, precursor de lo que luego vendrían a ser los laboratorios de diseño y fabricación digital promovidos desde el Massachusetts Institute of Technology por Gershenfeld y su iniciativa de *fablabs* a partir de 2001.

Desde su fundación, en el LDP de la UPM, en relación con las actuaciones resumidas en la tabla 7.2, se han fabricado prototipos para validar los desarrollos de más de 200 estudiantes de proyectos de fin de titulación. También se han obtenido modelos funcionales de más de 300 diseños de máquinas, productos, juguetes y dispositivos médicos seleccionados entre unos 600 proyectos realizados por equipos de estudiantes de las asignaturas citadas, en las que se ha trabajado por proyectos con más de 4000 alumnos de ingeniería. La pericia de D. Pedro Ortego, director técnico del LDP, ha sido clave para la materialización de dichos prototipos. También lo ha sido la creciente incorporación a nuestro equipo de estudiantes de últimos cursos y de investigadores predoctorales, que en numerosas ocasiones ejercen como mentores de experiencias ABP y nos apoyan en los laboratorios. Otro aspecto determinante ha sido la progresiva vinculación entre proyectos de investigación del LDP y las actuaciones ABP de las asignaturas. En mi opinión, las actuaciones de transferencia tecnológica de mayor impacto realizadas desde las universidades son las llevadas a cabo a través de la enseñanza, aquellas transferencias que basándose en los resultados de proyectos de I+D+i redundan en la creación de asignaturas modernas o en la actuali-

zación continuada de programas formativos y asignaturas, motivan a los estudiantes y facilitan su posterior incorporación al mundo laboral.

Es importante destacar que los diseños y prototipos fruto de experiencias ABP se han ido integrando progresivamente como casos de estudio para la mejora continua de nuestras asignaturas. Además, han servido de ejemplo a la hora de implantar nuevas experiencias formativas, incluyendo asignaturas novedosas, cursos de especialización curriculares y extracurriculares, tanto para estudiantes universitarios como para empresas, formación para doctorandos, entre otras, y cuando hemos intentado expandir nuestro modelo a otras universidades en el ámbito de proyectos de innovación nacionales e internacionales.

Tabla 7.2. Ejemplos de algunas experiencias de aprendizaje basado en proyectos desarrolladas por el Grupo de Innovación Educativa de la División de Ingeniería de Máquinas (GIE-DIM) de la ETSI Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid

Tipos de experiencias ABP	Asignaturas y titulaciones, cursos	Descripción de las experiencias	Ejemplos de proyectos implementados
Aprendizaje orientado a problemas	Asignaturas varias de la División de Ingeniería de Máquinas de la UPM. Grado y Máster en Ingeniería Industrial.	Diseño y simulación de un problema mecánico, de una máquina o de subsistemas de máquinas y productos.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño CAD de mecanismos. - Implementación de simuladores para problemas vibratorios.
ABP sintético	Diseño y fabricación con materiales poliméricos. Máster en Ingeniería Industrial, UPM.	Diseño de juguetes y de las herramientas productivas para su fabricación por inyección.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño de juguetes inspirados en las máquinas de Leonardo. - Diseño de vehículos de juguete.
	Ingeniería mecánica asistida por computador. Máster en Ingeniería Mecánica, UPM.	Diseño y simulación de mecanismos para creación de una librería.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño y simulación de diferentes motores. - Diseño y simulación de diferentes mecanismos.

ABP según el modelo CDIO	Másteres en Ingeniería Industrial, en Ing. Mecánica, en Ing. de Organización, en Ing. Biomédica y Grado en Ing. Biomédica, UPM.	Desarrollo completo de dispositivos médicos para necesidades de salud. Eventuales simulaciones de la creación de empresas de base tecnológica asociadas.	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de dispositivos para monitorización de pacientes. - Desarrollo de tecnologías médicas para diagnóstico y tratamiento de patologías.
	Ingeniería mecánica asistida por computador. Fabricación avanzada de materiales estructurales. Másteres en Ingeniería Mecánica y en Ing. de Materiales, UPM.	Desarrollo completo de materiales/componentes estructurales multifuncionales. Rediseño de estructuras, construcción y ensayo de estas.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño y optimización de chasis para vehículos. - Diseño y optimización de estructuras de instrumentos musicales. - Desarrollo de prótesis ultraligeras.
Aprendizaje-servicio (ApS)	Grado y Máster en Ingeniería Industrial, Máster en Ingeniería Mecánica, Grado y Máster en Ingeniería Biomédica, UPM.	Diseño, fabricación y ensayo de tecnologías sanitarias colaborando con hospitales de la Comunidad de Madrid.	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de instrumentos quirúrgicos impresos en 3D. - Desarrollo de modelos para planificación de cirugías.
Competiciones y escuelas de diseño internacional (presenciales y virtuales)	Competiciones internacionales de diseño de UBORA. <i>Hackathons</i> sobre tecnologías accesibles.	Desarrollo completo de dispositivos médicos de código abierto para la Wikipedia biomédica de UBORA.	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de dispositivos para salud materno-infantil. - Desarrollo de dispositivos para emergencias sanitarias.
	Escuelas del programa Athens. Curso sobre tecnologías para salud.	Desarrollo completo de dispositivos médicos aplicando impresión 4D.	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de dispositivos neurológicos y cardiovasculares mínimamente invasivos.
Proyectos de fin de titulación	Grado y Máster en Ingeniería Industrial, Máster en Ingeniería Mecánica, Grado y Máster en Ingeniería Biomédica, UPM.	Diseño, fabricación y ensayo de productos en relación con las líneas de I+D+i del Laboratorio de Desarrollo de Productos de la UPM.	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de elementos y subsistemas de máquinas y productos. - Diseño, fabricación y ensayo de dispositivos médicos.

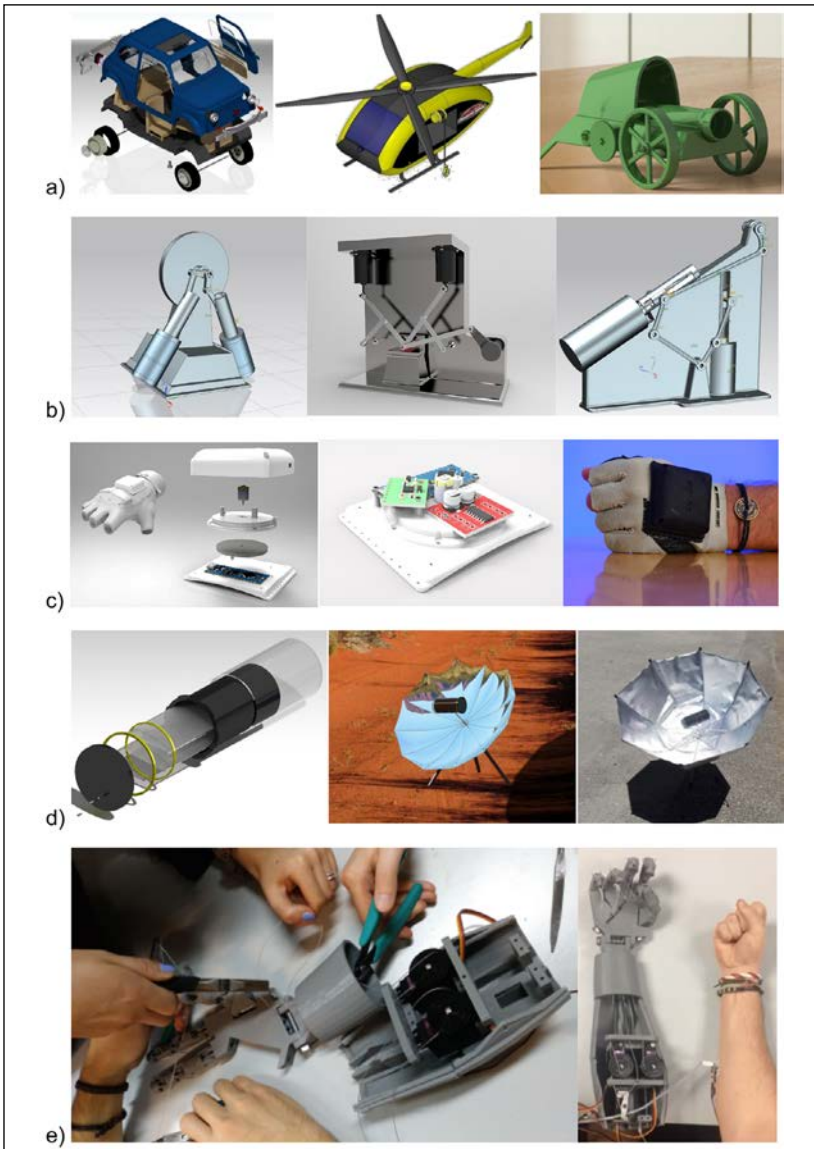


Figura 7.1. Ejemplos de resultados de proyectos descritos en la tabla 7.2: a) Diseños de juguetes para su fabricación por inyección de termoplásticos. b) Diseños de diferentes máquinas y mecanismos. Diseños y prototipos funcionales de dispositivos médicos para resolución innovadora de problemas de salud: c) guante para control de temblores en patologías neurológicas, d) autoclave solar para esterilización en entornos de bajos recursos, e) ingeniería de mano robótica con control mioeléctrico.

7.4. Lecciones aprendidas: claves para desarrollar proyectos para la sociedad 5.0

Sin duda, la Universidad Politécnica de Madrid es referencia en este tipo de experiencias ABP. El bagaje adquirido en las actuaciones descritas nos ha permitido aprender numerosas lecciones, corregir errores y seleccionar ciertas buenas prácticas para llevar a cabo actuaciones formativas por proyectos exitosas. Se resumen aquí con la intención de facilitar su transferencia a otros ámbitos de la ingeniería y a otras facultades y universidades. En gran medida coinciden con recomendaciones aportadas por estudios previos (Blumenfeld, 1991; De Graaf, 2007; Díaz Lantada *et al.*, 2013; Díaz Lantada, 2022), pero actualizadas a las tendencias derivadas de tecnologías emergentes, de la deseada consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y de la expectativa generada por los conceptos de industria 5.0 y sociedad 5.0.

Según las vivencias de nuestro equipo –aunque me atrevería a decir que se trata de una buena práctica universal–, la formación de formadores es piedra angular para el éxito de cualquier transformación educativa que se desee realizar. Es evidente que los profesores también pueden aprender haciendo y mejorar con la experiencia. Sin embargo, especialmente en las universidades, la transición entre la vida investigadora del estudiante de doctorado y la del profesor universitario es en muchas ocasiones demasiado repentina, sin la adecuada preparación previa como docente. A título personal, tuve la gran suerte de participar, cuando todavía era estudiante de doctorado, en el curso «Formación inicial del profesorado universitario en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior» del Instituto de Ciencias de la Educación de la UPM. Allí aprendí de grandes profesores los fundamentos de la planificación, implementación y evaluación de actividades formativas y algunas claves de éxito para experiencias de aprendizaje basado en proyectos, como la búsqueda de la interdependencia positiva y la necesidad de una exigibilidad individual. También conté en mis primeros años de profesor con los consejos de mi maestra Pilar Lafont y de colegas algo más experimentados, como Juan Manuel Muñoz Guijosa («la mejor forma de enseñar es a través del ejemplo»), Javier Echávarri o Héctor

Lorenzo, que fueron excelentes mentores. Asimismo, aprendimos todos juntos con la fundación del Grupo de Innovación Educativa para la Docencia Innovadora de Máquinas en 2007, desde entonces, a través de nuestra participación en equipo en múltiples proyectos educativos financiados por la ETSI Industriales, la UPM y los programas Horizon y Erasmus+ en sus convocatorias de innovación. La comunicación de resultados en eventos contribuye también a dichos aprendizajes y a la creación de alianzas educativas transformadoras, como es el caso de la International CDIO Initiative, que también forma a profesores.

En todo caso, las universidades españolas deberían tener clara la relevancia de sus institutos de ciencias de la educación y de sus servicios de innovación educativa como agentes del cambio. En un estudio reciente analizamos cómo una gobernanza orientada a la innovación pedagógica contribuye a la construcción de universidades de clase o rango mundial (*world class universities*) y resulta un instrumento estratégico para la mejora continua en educación superior (De los Ríos, 2021). En el ámbito de la formación de formadores para experiencias ABP, según el modelo CDIO, se ha trabajado también considerando la propia concepción, diseño, implementación y operación de asignaturas como actuaciones de formación orientada a proyectos para formadores (Díaz Lantada, 2020).

Analizada la relevancia de la formación de formadores, es necesario también profundizar en la promoción de la motivación estudiantil como aspecto absolutamente necesario para el éxito de la acción educativa. En efecto, la capacidad de aprendizaje de equipos de estudiantes motivados no tiene límites y los profesores deben alimentar esa motivación y la capacidad de aprendizaje asociada. A tal efecto, si bien el ABP debería ser intrínsecamente motivador, existen ciertas buenas prácticas que contribuyen a motivar aún más a los estudiantes y también a mantener a nuestras acciones formativas vivas o actualizadas. Cabe citar, entre otras: 1) la selección de temáticas para las experiencias que estén alineadas con los ODS y se orienten a sus metas concretas; 2) el planteamiento de retos sociales importantes, quizá en relación con la construcción de una sociedad 5.0 más equitativa y facilitada por un desarrollo tecnológico sostenible; 3) la elección de tecnologías emergentes como apoyo a la implementación de los proyectos de forma que, actualizando las tecnologías emer-

gentes, se puedan renovar las asignaturas o adecuarlas a diferentes programas formativos; 4) formar equipos multidisciplinares y dar libertad de actuación a los estudiantes, siempre que cumplan con los hitos formativos de la asignatura y los equipos trabajen de forma equilibrada y respetuosa.

Para la mejora continua, tanto la actualización de las experiencias, como la formación continua del personal involucrado en ellas resultan primordiales. Siguiendo el principio fundamental de que el conocimiento aumenta cuando se comparte, diferentes acciones se pueden implementar a modo de buenas prácticas. Por un lado, la participación de los profesores en redes temáticas internacionales y congresos asociados en los que debatir sobre el futuro de la enseñanza de la ingeniería y poner iniciativas exitosas en común. Por otro, todos los instrumentos que las universidades puedan implementar para formar a su personal. Aprender junto a colegas en equipos interdepartamentales es también esencial.

A modo de resumen gráfico, la figura 7.2 propone un esquema-guía en nueve etapas para el desarrollo de experiencias de aprendizaje basado en proyectos orientadas a las nuevas tecnologías de la industria 5.0 para la sociedad 5.0. Asimismo, las 20 claves de éxito detectadas se enumeran a continuación:

- Definir claramente los objetivos de la experiencia y planificar de forma clara los hitos principales.
- Considerando lo anterior, tener también en cuenta que los proyectos reales se desarrollan con condiciones y en entornos cambiantes.
- Proporcionar los conocimientos generales y específicos necesarios para que los estudiantes afronten las experiencias con garantía.
- Promover el autoaprendizaje como competencia fundamental de los ingenieros asociada al aprendizaje a lo largo de la vida.
- Establecer unas pautas claras para el trabajo en equipo y entrenar a los estudiantes en aspectos relacionados con la gestión de equipos.
- Revisar los fundamentos del desarrollo sistemático de productos, procesos y sistemas y de gestión de proyectos, como introducción necesaria.

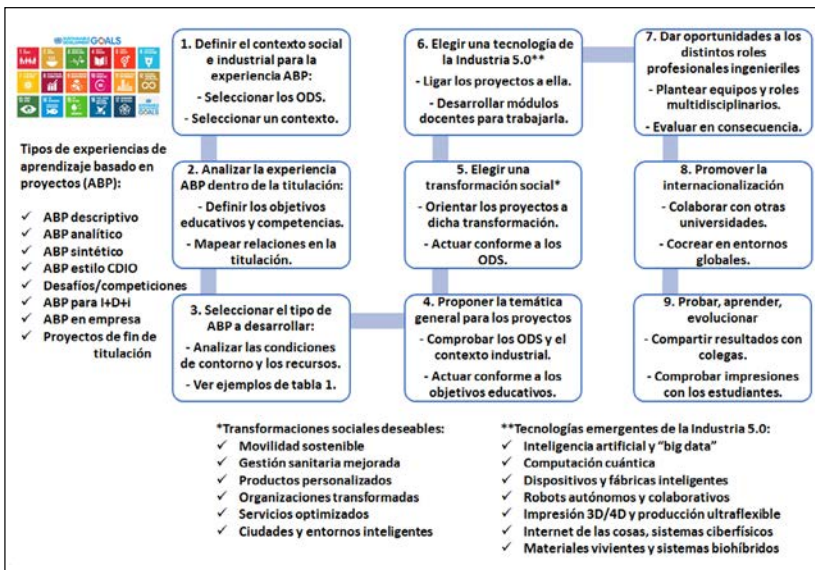


Figura 7.2. Esquema-guía para el desarrollo de experiencias de aprendizaje basado en proyectos orientadas a las nuevas tecnologías de la industria 5.0 para la sociedad 5.0. Fuente: adaptado, actualizado y ampliado a partir de un estudio reciente de Díaz Lantada (2022).

- Emplear recursos de software y hardware libre, generalmente más económicos y sostenibles para diseñar y fabricar.
- Reciclar subsistemas utilizables para cursos sucesivos y emplear los proyectos realizados como casos de estudio para el futuro.
- Compartir los proyectos a través de entornos educativos abiertos como «wikis» y promover así la colaboración con colegas.
- Utilizar entornos online y ágiles para gestión de proyectos y para posibilitar experiencias de cocreación en contextos internacionales.
- Actualizar continuamente las temáticas para los proyectos y las tecnologías a emplear para motivar a los estudiantes.
- Redefinir con frecuencia los contextos sociales e industriales para mantener las experiencias vivas, en evolución incesante.
- Fomentar la interdependencia positiva con desafíos relevantes, así como la exigencia individual mediante tutorías y entrevistas.

- Involucrar a agentes de interés externos a modo de usuarios, clientes, cocreadores... y como público en las presentaciones de resultados.
- Contar con personal técnico de apoyo a los estudiantes para la fabricación, puesta a punto y ensayo de productos, procesos y sistemas.
- Garantizar unas condiciones de trabajo seguro para los estudiantes, con trabajo supervisado en los laboratorios.
- Contribuir a la libertad de decisión y acción de los estudiantes manteniendo un adecuado seguimiento y supervisión.
- Ligar las experiencias de aprendizaje a proyectos reales de I+D+i o empresariales y contar así con recursos adicionales.
- Motivar a los estudiantes a continuar sus proyectos educativos, transformándolos en empresas de base tecnológica o iniciativas sociales.
- Entrenar a los profesores para la concepción, el diseño, la implementación y la operación de experiencias ABP.

7.5. Claves para transferencia: cómo incorporar el ABP a las ingenierías

Pensemos ahora en las claves para implementar un conjunto de actuaciones de ABP que vertebrén una titulación o un conjunto de titulaciones y transformen así una escuela de ingeniería o toda una universidad técnica, de forma similar a transformaciones recientes vividas por la UPM en paralelo a la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior.

Un primer paso para la mencionada gobernanza orientada a la innovación educativa necesariamente implica analizar los recursos de la universidad para la formación de formadores y dotar de recursos adecuados a sus centros de investigación en enseñanza universitaria o a sus departamentos de innovación educativa. A continuación, se profundizaría en la formación de una cohorte de profesores enfocados en la gestión del cambio a través de experiencias ABP, con la visión de que cada uno de ellos implementase alguna actividad o varias actividades formativas de largo recorrido y orientadas a proyectos y se convirtiesen en agentes del cambio en sus titulaciones.

Siguiendo la propuesta de los estándares de la iniciativa CDIO (CDIO 3.0), idealmente, cada curso de cada titulación terminaría contando con al menos una experiencia ABP integradora, quizá más descriptivas y analíticas en los primeros cursos y más sintéticas y holísticas en cursos avanzados, siempre culminando con el clásico proyecto de fin de titulación. En el proceso de cambio se contaría con numerosos agentes de interés: empresas que puedan patrocinar ciertas experiencias, centros de I+D+i para proponer y tutelar a los estudiantes en desafíos en la frontera del conocimiento, asociaciones estudiantiles y organizaciones no gubernamentales como apoyo al planteamiento y desarrollo de experiencias de aprendizaje-servicio, entre otras.

Involucrar a los laboratorios en la enseñanza resulta clave para la formación de su personal técnico y resultaría muy necesario priorizar la dedicación de sus recursos materiales y tecnológicos, en primer lugar, orientándolos a la formación; en segundo lugar, a la investigación y, en tercero, a eventuales servicios tecnológicos a entidades externas. A través de los laboratorios y sus proyectos de investigación se proporcionarían a las experiencias ABP retos reales, continuamente actualizados y altamente motivadores.

Finalmente, los propios estudiantes formados con este enfoque se convertirán también en agentes del cambio, aportando sus propios proyectos como casos de estudio a las distintas asignaturas y, en numerosas ocasiones, encontrando su vocación docente y desarrollando su carrera profesional en las universidades en las que aprendieron o en otras a las que trasladar lo aprendido.

Desde hace décadas, el ABP es considerada una metodología activa especialmente propicia para la formación de ingenieros, que habitualmente desarrollan su vida profesional trabajando por proyectos. En sus diferentes vertientes o implementaciones permite enseñar conocimientos, transmitir destrezas técnicas y promover todo tipo de competencias profesionales, por lo que resulta cada vez más empleada. Parecerían metodologías muy complejas de llevar a cabo, pero la realidad es bien distinta si se siguen unas pautas básicas y se cuenta con la motivación de estudiantes, profesores y personal de apoyo.

Apoyos

Las experiencias presentadas han sido posibles, en gran medida, gracias al apoyo continuado de la Universidad Politécnica de Madrid a la innovación educativa a través de sus convocatorias anuales de financiación a los grupos de innovación educativa.

Muchas de las reflexiones presentadas son consecuencia directa de aprendizajes y debates junto a colegas de profesión desde mis inicios como profesor de universidad. Me gustaría destacar lo aprendido en el clásico curso de formación inicial para el profesorado universitario del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Politécnica de Madrid.

Referencias

- Ahluwalia, A., Maria, C. D., Díaz Lantada, A., Madete, J., Makobore, P. N., Ravizza, A., Pietro, L. D., Mridha, M., Munoz-Guijosa, J. M., Tannarro, E. C. N., y Torop, J. (2018). Biomedical engineering project based learning: Euro-African design school focused on medical devices. *International Journal of Engineering Education*, 34 (5), 1709-1722.
- Bautista, E., Echávarri, J., Munoz-Guijosa, J., Díaz Lantada, A., Lafont, P., Muñoz-García, J., Muñoz-Sanz, J. y Yustos, H. (2009). Simulink model for teaching the «stick-slip» friction phenomenon in «Machine vibration and noise» course. *International Journal of Engineering Education*, 25, 280-288.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M. y Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26 (3-4), 369-398. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
- CDIO Standards 3.0, Worldwide CDIO Initiative (s.f.). <http://www.cdio.org/content/cdio-standards-30>
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S. y Brodeur, D. R. (eds.) (2007). Introduction. En: *Rethinking engineering education: the CDIO approach* (pp. 1-5). Springer.
- De Graaf, E. y Kolmos, A. (2007). Management of change: implementation of problem-based and project-based learning in engineering. En: *Management of Change*. Brill.
- De los Ríos, I., Cazorla, A., Díaz-Puente, J. M. y Yagüe, J. L. (2010). Project-based learning in engineering higher education: two deca-

- des of teaching competences in real environments. *Procedia, Social and Behavioral Sciences*, 2 (2), 1368-1378. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.202>
- De los Ríos-Carmenado, I., Sastre-Merino, S., Díaz Lantada, A., García-Martín, J., Nole, P. y Pérez-Martínez, J. E. (2021). Building world class universities through innovative teaching governance. *Studies in Educational Evaluation*, 70, 101031. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.101031>
- Declaración conjunta de los ministros europeos de Educación reunidos en Bolonia el 19 de junio de 1999 (*Declaración de Bolonia*).
- Díaz Lantada, A. (2020). Reinventing biomedical engineering education working towards the 2030 Agenda for Sustainable Development. En: *Biomedical engineering systems and technologies. BIOSTEC 2019. Communications in Computer and Information Science* (vol. 1211). Springer.
- Díaz Lantada, A. (2022). Engineering education 5.0: strategies for a successful transformative project-based learning. En: *Insights into global engineering education after the birth of industry 5.0*. IntechOpen.
- Díaz Lantada, A., Chacón Tanarro, E. y Muñoz-Guijosa, J. M. (2020). Spreading the model: CDIO of CDIO courses using creativity techniques. *16th International CDIO Conference*, Chalmers UT, Suecia.
- Díaz Lantada, A., Lafont Morgado, P., Muñoz-Guijosa, J. M., Muñoz Sanz, J. L., Echavarrí Otero, J., Muñoz García, J., Chacón Tanarro, E. y De la Guerra Ochoa, E. (2013). Towards successful project-based teaching-learning experiences in engineering education. *The International Journal of Engineering Education*, 29 (2), 476-490.
- Díaz Lantada, A. y De María, C. (2019). Towards open-source and collaborative project-based learning in engineering education: situation, resources and challenges. *International Journal of Engineering Education*, 35 (5).
- Díaz Lantada, A. y Márquez Sevillano, J. J. (2017). Ten years of CDIO experiences linked to toy design. *13th International CDIO Conference*, University of Calgary, Canada.
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S. y Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, 102, 101586. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>
- Kolmos, A. (2006). Transformation to problem and project-based learning. En: A. Kolmos (ed.). *PBL at Aalborg university* (pp. 17-25). Technology, Environment and Society, Department of Development and Planning, Aalborg University.

- Larmer, J., Mergendoller, J. y Boss, S. (2015). *Setting the standard for project-based learning*. ASCD.
- Project Management Institute (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*. AwesomeBooks.
- Roco, M. C. (2003). Nanotechnology: convergence with modern biology and medicine. *Current Opinion in Biotechnology*, 14 (3), 337-346. [https://doi.org/10.1016/S0958-1669\(03\)00068-5](https://doi.org/10.1016/S0958-1669(03)00068-5)
- Roco, M. C. y Bainbridge, W. S. (2003). Overview converging technologies for improving human performance. En: M. C. Roco y W. S. Bainbridge (eds.). *Converging technologies for improving human performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science* (pp. 1-27). Springer Netherlands.
- Somerville, M., Anderson, D., Berbeco, H., Bourne, J. R., Crisman, J., Dabby, D., Donis-Keller, H., Holt, S. S., Kerns, S., Kerns, D. V., Martello, R., Miller, R. K., Moody, M., Pratt, G., Pratt, J. C., Shea, C., Schiffman, S., Spence, S., Stein, L. A. *et al.* (2005). The Olin curriculum: thinking toward the future. *IEEE Transactions on Education*, 48 (1), 198-205. <https://doi.org/10.1109/TE.2004.842905>.

Empoderar al alumnado para su transición de la educación secundaria a la universidad

ICIAR PABLO-LERCHUNDI
Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

MARIA YAROSH
Rijksuniversiteit Groningen

Resumen

Al acceder a la universidad los estudiantes se enfrentan a retos de índole personal, social, de cultura universitaria y de implicación académica. La capacidad de superarlos con éxito determina en muchos casos su permanencia en el itinerario de estudios elegido, así como su aprendizaje y rendimiento, sin obviar su bienestar personal. El profesorado que imparte clase en los primeros cursos universitarios ha de tomar conciencia, por un lado, de las dificultades a las que se enfrenta su alumnado y, por el otro, del rol especial que desempeña al estar a cargo de las primeras experiencias académicas en educación superior. Asimismo, resulta fundamental el planteamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje revisando la evaluación y las estrategias metodológicas para que contribuyan a unos estudios universitarios inclusivos, accesibles y motivantes. Por ello, el trabajo presentado en este capítulo se centra en dotar al profesorado de herramientas útiles y aplicables, tanto para concienciarse de la problemática imperante en la transición a la vida universitaria, como para ser capaces de empoderar a su alumnado y que logre enfrentarse con satisfacción a los desafíos que la educación superior supone.

8.1. Punto de inicio: concienciando al profesorado

En muchos países existe una tendencia, o por lo menos un discurso, de querer eliminar barreras que impiden que estudiantes

cada vez más diversos cursen estudios superiores. En la Unión Europea, el objetivo de lograr una educación superior más accesible e inclusiva forma parte de la agenda renovada para la educación superior (Comisión Europea, 2017). No obstante, dar acceso a más estudiantes no es suficiente (Cifuentes-Gomez *et al.*, 2022). Las instituciones de educación superior deben crear condiciones en las que todos los estudiantes puedan tener una posibilidad real de éxito académico.

Sin embargo, los informes anuales del panorama de la educación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) revelan que todavía queda camino por recorrer. El informe OCDE (2019) mostraba tasas de abandono considerables durante el primer año (p. ej., 12 % en Países Bajos, 13 % en España o 20 % en Eslovenia). Hoy en día, el promedio de abandono para los países de la OCDE sigue siendo del 12 % para estudiantes a tiempo completo, con más de un 20 % en ciertas regiones como el sector francófono belga (OCDE, 2022). Asimismo, los estudiantes que siguen matriculados a menudo acumulan tanto retraso en su primer año que en varios países del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) menos del 50 % de estudiantes terminaban los estudios en los tiempos previstos: el 41 % en Francia (OCDE, 2019), el 40 % en España (Ministerio de Universidades, 2023) o el 28 % en Países Bajos (OCDE, 2019). Mirando más allá del EEES, el promedio para los países de la OCDE no llega ni al 40 %, con un mínimo de 12 % y un máximo de 69 % de estudiantes que se gradúan en los tiempos previstos (OECD, 2019). En informes más recientes se ve que el problema no se ha resuelto; por ejemplo, se reporta como un logro que el 71 % de estudiantes de primer ciclo en Países Bajos terminan sus estudios dentro de los tres años posteriores al año en que se suponía que debían hacerlo, igual que en Francia, con solo un 36 % de estudiantes que terminaron sus estudios a tiempo en 2020 –antes de posibles retrasos causados por la pandemia covid-19– (OECD, 2022). En España encontramos un 53 % de estudiantes que finalizan sus estudios con un año de retraso, dato que en titulaciones de ingeniería y arquitectura se ve considerablemente disminuido con cifras en torno al 18 % y al 35 %, respectivamente, lo que denota que en grados científico-tecnológicos el retraso es incluso mayor (Ministerio de Universidades, 2023).

Enfocándonos en el abandono/retraso no deseado y prevenible,¹ es importante entender las experiencias de transición de estudiantes diversos. Al acceder a la universidad, los estudiantes se enfrentan a retos que pueden categorizarse como de índole personal, social, de cultura universitaria y de implicación académica. Estas categorías de retos se explicarán más adelante. La capacidad de superar con éxito dichos retos determina en muchos casos su permanencia en el itinerario de estudios elegido, así como su aprendizaje y rendimiento, y, por supuesto, su bienestar. Desde el punto de vista holístico, los estudiantes de los primeros cursos necesitan aprender a ser estudiantes universitarios; es decir, aprender cómo se espera que uno aprenda en la universidad y a lo largo de la vida y aprender a relacionarse con otros actores de la educación superior de manera considerada apropiada en el contexto académico.

Si queremos llegar a una educación superior inclusiva, ya no se puede esperar a que el estudiantado, cada vez más diverso, lo logre «a pesar» de los docentes. Las instituciones de educación superior deben asumir la responsabilidad de apoyar a los estudiantes en su transición y los docentes que imparten clases en primero tienen un rol destacado, al ser el primer contacto directo.

Diversos autores observan que una de las estrategias para las instituciones de educación superior que quieren llegar a ser inclusivas consiste en lograr que sus currículos, actividades de aprendizaje, evaluación y enseñanza estén diseñados para responder a las necesidades de la diversidad del estudiantado (Crosling, 2017; Islam y Stamp, 2020; Kyne y Thompson, 2020; Pollard y Bamford, 2022; Super *et al.*, 2021) y que los docentes que trabajan con estudiantes de primer año utilicen técnicas y herramientas variadas para apoyarles en la transición a la universidad (Fokkens-Bruinsma *et al.*, 2021; Gibney *et al.*, 2011; Gill, 2021; Hassel y Ridout, 2018; Katartzi y Hayward, 2020; Knoesen y Naudé, 2018). De este modo, ayudan a sus estudiantes a aprender a aprender y creer en su capacidad de éxito académico (Cameron y Rideout, 2022; Goodchild, 2019; Gill, 2021; Meehan y Howells, 2019; Ribeiro *et al.*, 2019), así como a sentirse parte de la cultura universitaria, desarrollando un sentido de pertenencia

1. Sin contar estudiantes que abandonan/acumulan retraso por haber elegido una carrera equivocada o por razones personales que provocan un cambio drástico en su vida.

(Ekornes, 2022; Gill, 2021; Meehan y Howells, 2019; Timmis y Muñoz-Chereau, 2022). Dicho esto, es importante reconocer que ni los estudiantes ni los docentes solos pueden lograr que estudiantes de diversos perfiles, además de acceder a la educación superior, tengan una posibilidad real de éxito académico (Crosling, 2017; Hassel y Ridout, 2018). Tiene que ser una responsabilidad compartida.

En otras palabras, los docentes tienen un gran impacto sobre las experiencias de transición a la educación superior de los estudiantes. Quienes asumen esta responsabilidad, se interesan por las experiencias de transición de sus estudiantes y tienen las competencias necesarias para apoyarlos en su/s transición/es pueden tener un impacto positivo y contribuir a lograr una educación superior inclusiva (Pollard y Bamford, 2022).

Uno de los primeros pasos vinculados a dicha responsabilidad, y para que el profesorado pueda cumplir con el rol orientador intrínseco a la docencia, consiste en desarrollar conciencia de los retos a los que se pueden enfrentar los estudiantes en su transición a la educación superior (Cameron y Rideout, 2022; Charalambous, 2020). Este trabajo se centra en compartir recursos que contribuyen a concienciar a los docentes universitarios acerca de los retos a los que se enfrentan sus estudiantes de primero, contribuyendo así a poner en el centro de atención al alumnado y tratar de conseguir una educación superior verdaderamente inclusiva.

8.2. Camino al andar: los retos del alumnado

Cualquier estudiante que accede a la educación superior, sin considerar casos en situación de especial dificultad, ha de afrontar diversos retos. Dichos retos podemos clasificarlos en cuatro ámbitos: personales, sociales, de cultura universitaria y de implicación académica (Knoesen y Naudé, 2018; Pennington *et al.*, 2018; Pollard y Bamford, 2022; Trautwein y Bosse, 2017; Wasylkiw, 2015). A continuación, se detalla qué dificultades concretas se engloban en cada uno de estos ámbitos.

Los retos personales a los que se enfrentan los estudiantes durante su transición hacen referencia a la necesidad de crear una nueva identidad cuando se accede a la universidad. Esta identi-

dad incluye elementos sociales, académicos y de persona adulta (Brunton y Buckley, 2021) e influye en rasgos individuales como su confianza personal y su nivel de resiliencia, impactando en la percepción que el estudiantado tiene de su capacidad de superación (Bormann y Thies, 2019). No se puede obviar, por tanto, la relevancia de los retos identitarios para el afrontamiento de la nueva etapa vital y, consecuentemente, el posible abandono. Por otro lado, en el ámbito de los retos personales se considera la capacidad de adaptación a las nuevas demandas académicas y de integración social, relacionados con retos del ámbito de la cultura universitaria y sociales, respectivamente. En la base de todos los retos personales se encuentran retos emocionales.

En el ámbito de los retos de índole social se consideran aquellas interacciones y relaciones que permiten al estudiantado la formación de un sentido de pertenencia, propiciando que se involucre activamente en la vida social universitaria y que establezca estrategias de afrontamiento tanto a través de la creación de redes de apoyo entre iguales como de la utilización de las estructuras que la institución pone a su disposición (Corradi y Levrau, 2021; Willems *et al.*, 2022). Estas relaciones sociales se extienden a toda la comunidad universitaria: compañeros, profesorado y personal de administración y servicios.

Con cultura universitaria se hace referencia a los retos que ha de afrontar el alumnado de los primeros cursos universitarios en cuanto a códigos, valores y normas (sociales, educativas e institucionales) que impregnan el contexto de la educación superior. Algunos de los aspectos de la cultura universitaria, como el relativo a los trámites y las formalidades administrativas, son explícitos. Sin embargo, la mayoría de los elementos que configuran la cultura universitaria son implícitos y varían en función del contexto cultural. Entre ellos destaca el vínculo con el conocimiento y la investigación, según el cual ya no se dan los hechos por sabidos, sino que se entiende que el conocimiento se encuentra en constante evolución, construyéndose desde una mirada crítica. También existe una dinámica distinta a la de etapas educativas anteriores en cuanto a la organización espacial y temporal, ya que el estudiantado ha de adaptarse a nuevas rutinas de aprendizaje, ha de establecer una nueva relación docente-estudiante e integrarse en nuevos espacios estudiantiles (Cameron y Rideout, 2022).

Finalmente, los retos cognitivos relacionados con el proceso de adaptación del estudiante a la metodología, organización y rendimiento que se requiere en las asignaturas universitarias se engloban en el ámbito de la implicación académica. Bajo este paraguas encontramos las expectativas que el alumnado desarrolla en relación con el mundo profesional, así como con sus propias habilidades y capacidad de éxito (Charalambous, 2020; Cifuentes-Gomez *et al.*, 2022), íntimamente ligadas a las percepciones sobre su desempeño, incluyendo su habilidad para manejar fuentes de conocimiento e información de calidad, su participación en clase, su capacidad para aceptar críticas en el proceso de evaluación o su adaptación a un nuevo nivel de exigencia y, consecuentemente, a una carga de trabajo quizás no mayor, pero sí distinta, al requerir mayor autonomía. Otro aspecto relevante de la implicación académica es la capacidad para organizar sus estudios desarrollando estrategias de aprendizaje, manteniendo la motivación por aprender, conectando el contenido académico con su utilidad para la vida profesional o gestionando adecuadamente el tiempo disponible (Cameron y Rideout, 2022; Thompson *et al.*, 2021).

En definitiva, el alumnado se enfrenta en su transición a la educación superior a retos de distinta naturaleza que podrían dificultar su adaptación. Al margen de los servicios y programas que cada institución puede poner a disposición del alumnado para apoyar su transición, todos los estudiantes tienen contacto con sus docentes. No podemos obviar, pues, que el profesorado tiene un rol especial, sobre todo quienes imparten clase en los primeros cursos (Greenfield *et al.*, 2013). Se torna necesario concienciar a los docentes universitarios acerca de los retos que supone la transición a la educación superior, así como del rol que ellos desempeñan, al ser uno de los contactos centrales al inicio de la etapa universitaria. Ya para Piaget (1985), la toma de conciencia suponía el primer hito hacia el aprendizaje significativo, puesto que implica pasar de las competencias automáticas, inconscientes, a la acción consciente y dirigida. En esta línea, diversos estudios destacan el potencial de la reflexión y la concienciación para el desarrollo de competencias en ámbitos tan diversos como la práctica médica (Lane y Roberts, 2022) o la educación ambiental (Prada-Rodríguez, 2013). Por tanto, la concienciación del profesorado universitario se fundamenta so-

bre el proceso de transición que experimentan sus estudiantes, enfatizando el rol orientador del docente y poniendo al alumnado en el centro del proceso de aprendizaje.

8.3. Hitos alcanzados: recursos para despertar conciencias

Dada la problemática relatada y la necesidad de concienciar a los docentes universitarios como primer paso para fomentar su rol orientador, especialmente en los primeros cursos, se han elaborado recursos dirigidos al profesorado universitario, así como a los centros de formación docente. La experiencia se ha llevado a cabo en equipos de trabajo multidisciplinares internacionales, formados por miembros de cinco instituciones de educación superior de Países Bajos, Francia, España, Irlanda y Eslovenia. Los equipos contaban con docentes de los primeros cursos de diversas titulaciones, docentes del área educativa, así como docentes dedicados a la formación de profesorado. Desde esta multiplicidad de puntos de vista y contextos, con el foco situado claramente en el alumnado y su transición hacia la educación superior, se ha creado un «kit de concienciación» en cuatro idiomas,² que contiene recursos dirigidos a que el profesorado tome conciencia de los retos a los que se enfrenta su alumnado, pudiendo así orientarles convenientemente.

Este kit se estructura en cinco secciones que engloban tres grandes ejes. El primero se centra en las bases conceptuales y teóricas, que fundamentan la relevancia de la problemática en el proceso de transición de los estudiantes a la educación superior. El segundo eje aborda la formación de profesorado y ofrece recursos para organizar actividades formativas sobre la temática. Finalmente, el tercer eje profundiza en el rol orientador de los docentes de los primeros cursos y pone a su disposición distintos recursos para ejercerlo.

En concreto, el primer eje contiene información acerca del proceso de transición desde la educación secundaria a la educa-

2. La versión en castellano se puede consultar en: <https://supportingstart.eu/tool-kit-es/>

ción superior y los retos que han de afrontar la mayoría de los estudiantes. El propósito es que cualquier docente interesado en la temática conozca los retos que se encuentra el alumnado del primer curso universitario y los fundamentos teóricos en los que se basan. Así, una infografía³ representa los retos organizados en los cuatro ámbitos comentados, con subretos asociados a cada uno y ejemplos concretos junto con unos retos transversales (emocionales, de comunicación, de organización y de información) que impregnan todos. La figura 8.1 presenta un resumen.



Figura 8.1. Retos de los estudiantes de primer curso.

Además de estos retos generales, se abordan las dificultades específicas a las que se enfrentan estudiantes con un perfil concreto, como estudiantes de primera generación universitaria, mayores de 25, migrantes, etc. Basándose en las categorías de retos identificadas, se especifican, por medio de gráficos comentados, aquellos ámbitos y subámbitos en los que estos colectivos pueden presentar mayores necesidades. Las referencias bibliográficas en las que se basan estos recursos también se ponen a disposición en un documento de consulta⁴ para que cualquier docente pueda profundizar en los aspectos de su interés.

Adicionalmente, desde este primer eje se pretende que el profesorado universitario tome conciencia de que sus estudiantes en

3. <https://supportingstart.eu/retos-es/>

4. <https://osf.io/7hjpg>

concreto pueden estar, efectivamente, experimentando dificultades en su adaptación a la universidad. Una serie de preguntas autorreflexivas ayudan a profundizar en las experiencias de los estudiantes del propio entorno. En la versión española, estas se ven reforzadas por testimonios reales de estudiantes de primero de grado que expresan los desafíos del paso a la educación superior. En la figura 8.2 se pueden consultar algunos de ellos.

"Voces" de estudiantes: ¿Qué dicen estudiantes de la UPM sobre su transición a la Universidad?*

"Los profesores son mucho peores. Son menos cercanos. En las relaciones yo en el Instituto iba por los pasillos, me conocían, hablaban conmigo y aquí es como, tú por un lado y yo por otro. Búscate la vida y ya está."

"La autonomía. Por un lado no te dicen lo que tienes que hacer, sino que tienes exámenes cada X tiempo y tienes la responsabilidad tuya de prepararte para esos exámenes y dedicarle el tiempo que necesitas. No es como en el colegio, o en el bachiller, que tienes deberes, más parciales o exámenes a lo largo del año para crear un ritmo más continuo. [...] nadie está encima de ti durante el año para que hagas cosas."

"Yo creo que hay dificultad porque hay que estudiar de otra manera, no hay que estudiar mucho, sino que hay que estudiar bien."

"A mí me pareció bastante más difícil, o sea, bastante duro el cambio de Bachillerato a la Universidad porque como no hay tantas pruebas intermedias, como que no te obligan tanto a estudiar y tienes que ponerte por ti mismo."

"Tienes que aceptar el plan que no todo te va a salir siempre súper bien que a lo mejor en Bachillerato tú decías estudio y sé que voy a aprobar y voy a sacar buena nota y aquí puede que no. Tienes que estar preparado también para asimilar los suspensos, malas notas y tampoco culparte a ti. Tienes que saber levantarte básicamente."

"Como yo había venido a Madrid a vivir de una ciudad pequeña, pues fue el doble problema de adaptarme a la ciudad y adaptarme a la universidad. Además en el bachillerato estás acostumbrado a salir mejor de clase y sin esforzarte tanto realmente y que llegas a la universidad y tú te piensas que con el mismo esfuerzo vas a tener los mismos resultados y te pegas el batacazo."

* Basado en entrevistas realizadas por la delegación de alumnos de la ETSI de Telecomunicación durante octubre de 2022.

Funded by the European Union

TART Supporting Teachers with Higher Studies Transition

Figura 8.2. Declaraciones de estudiantes de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) acerca de su transición a la universidad.

Una vez ofrecidos recursos para que el profesorado explore los retos de la transición a la universidad, el segundo eje del kit de concienciación se centra en quienes se dedican a la formación de profesorado. Durante el curso 2022-2023 se han llevado a cabo actividades formativas para docentes de la Rijksuniversiteit Groningen y de la UPM, en ambas con buena acogida. Con un formato de taller, se han presentado las bases teóricas en torno a los retos que enfrenta el alumnado en su transición a la universidad y se ha ofrecido un espacio de diálogo e intercambio de experiencias entre docentes, contribuyendo todo ello a la toma de conciencia y a buscar cauces para afrontar la problemática. El kit

de concienciación incluye las presentaciones utilizadas en estos talleres de formación de profesorado, junto con otros recursos e instrucciones claras de cómo emplearlos en un curso de formación docente. De este modo, un centro de formación de profesorado podría utilizarlas directamente o con la adaptación pertinente. A modo de ejemplo, uno de los recursos desarrollados en el seno de las actividades formativas es una lista de chequeo⁵ que aborda medidas sencillas que el profesorado o la universidad pueden implementar para facilitar el proceso de transición de sus estudiantes. El objetivo es concienciar acerca de aquellas acciones que pueden tomarse e impulsar a realizarlas si aún no se ha hecho. Finalmente, en esta parte del kit se recoge un glosario en formato de infografía con conceptos habituales en el contexto universitario, resultando útil para suavizar la transición, especialmente en el ámbito de la cultura universitaria.

Como ya se ha comentado, el tercer eje del kit de concienciación enfatiza el papel orientador intrínseco a los docentes. En esta línea, se aportan recursos para explorar la naturaleza de los retos concretos que afrontan los estudiantes como una recopilación de cuestionarios validados que abordan distintos aspectos relacionados con la transición. Este recurso presenta los retos identificados por ámbitos y el cuestionario que podría emplearse para indagar acerca de ellos, junto con información detallada. A modo de ejemplo, se pueden observar en la figura 8.3 los cuestionarios encontrados en el ámbito de la cultura universitaria. Adicionalmente, se pone a disposición un vídeo que aborda oportunidades que los docentes pueden propiciar o utilizar para mostrarse cercanos a los estudiantes y conocerlos mejor, así como otro recurso audiovisual que ofrece sugerencias de implementación de un diario reflexivo. En ambos casos, se trata de ideas de aplicación directas que pueden emplear docentes universitarios de los primeros cursos.

Otros recursos para que el profesorado lleve a la práctica su rol orientador, se articulan en torno al lema *Academics can* (figura 8.4), que recalca la relevancia desempeñada por los docentes de los primeros cursos. Aquí se ponen a disposición de distintos actores (profesorado, personas implicadas en el diseño de los planes de estudios, coordinadores de titulación y autoridades

5. <https://osf.io/76xwz>

CULTURA UNIVERSITARIA

Entorno de aprendizaje

- ¿Cuál es la percepción de tus estudiantes sobre el entorno de aprendizaje de tu Facultad o Escuela? [ESSS]

Sentimiento de pertenencia

- ¿Tienen tus estudiantes un sentimiento de pertenencia hacia tu universidad? [SeB]

Adaptación

- ¿Cómo se están tus estudiantes adaptando a los diferentes aspectos de esta nueva vida universitaria? [SACQ]
- ¿Cuán confiados o cómodos se sienten tus alumnos en su nuevo papel de estudiantes universitarios? [INCA] [CESI]
- ¿Cuán involucrados se sienten tus estudiantes con diferentes personas/actores y aspectos de la vida universitaria del primer curso? [SECs]

Figura 8.3. Cuestionarios validados disponibles para aspectos del reto «cultura universitaria». Navega por la etiqueta 3, «Tus estudiantes», para conocerlos (<https://supportingstart.eu/toolkit-es/>).

académicas) una serie de estrategias, basadas en diversas fuentes bibliográficas que favorecen un proceso de transición con mayor posibilidad de éxito. Se trata de instrucciones que abordan medidas concretas que estos actores del ámbito académico pueden adoptar con relativa sencillez.

responsabilidad y compromiso
 Crea sentido de pertenencia
 pedagogía de transición
 Diálogo
 reglas explícitas
 comunidad de práctica
 inclusión
 retroalimentación constructiva
 atmósfera de apoyo
 accesible
 fomenta autonomía
 potencial completo

Figura 8.4. Lema *Academics can* con palabras clave que enfatizan el rol relevante que desempeña el profesorado en el proceso de transición y en torno al cual se ofrecen herramientas para que distintos actores del ámbito académico faciliten la transición del alumnado.

8.4. Lecciones aprendidas: responsabilizarse del impacto docente sobre la transición

Los docentes que trabajan con estudiantes de primer curso tienen, consciente o inconscientemente, un impacto (positivo o negativo) sobre la experiencia de transición a la educación superior. La conciencia de la existencia de los retos asociados con esta entrada en un espacio cultural diferente (marcado por la cultura universitaria, en general, y la del área de estudios, en particular) y del impacto que tienen los docentes de primer curso sobre la transición a la educación superior forman la base necesaria para que el profesorado acepte su rol orientador. Esta conciencia es esencial para que los docentes puedan diseñar experiencias de aprendizaje que permitan a todos los estudiantes aprender a aprender, a ser protagonistas competentes de su propio aprendizaje. Sin esta conciencia, lo que dicen, hacen o no hacen los docentes sigue teniendo impacto sobre estudiantes, solo que la probabilidad de que el impacto sea negativo o quede lejos del óptimo es mucho mayor. Para que los docentes puedan empoderar a sus estudiantes es importante empoderar primero al profesorado: apoyarles en el proceso de adquirir las actitudes, conocimientos, habilidades y maneras de ser necesarios para poder, a su vez, apoyar a estudiantes diversos en la transición.

Sin la conciencia del impacto que tienen y las responsabilidades profesionales que conlleva, no podemos esperar que los docentes se sientan motivados para aprender cómo apoyar a estudiantes en transición. No obstante, la concienciación sigue siendo un primer paso. Los docentes necesitan también competencias para poder asumir con éxito la tarea orientadora o de facilitadores de aprendizaje. Se tiene previsto, en el seno de este proyecto, crear, por un lado, una colección de ideas y actividades para docentes sobre cómo ayudar a estudiantes de primero a convertirse en protagonistas de su propio aprendizaje, no rendirse frente a dificultades y lograr tener éxito. Por otro lado, una herramienta de autoevaluación para que quienes imparten clase en los primeros cursos valoren su nivel competencial para apoyar la transición de sus estudiantes.

El primer recurso ofrecerá actividades e ideas concretas dirigidas a que los docentes puedan ayudar a los estudiantes de pri-

mer curso a aprender a aprender en la forma requerida en la universidad y a revisar sus enfoques de evaluación, enseñanza y aprendizaje. Los destinatarios principales de este recurso son los docentes que imparten clase en los primeros cursos. Aunque también puede ayudar a los centros de formación del profesorado universitario, ya que se contextualizará para diferentes disciplinas y se expresará en un lenguaje accesible para quienes no tienen formación como educadores.

La herramienta de autoevaluación se creará en torno al perfil competencial que debe tener el profesorado para poder apoyar a estudiantes diversos en su transición a la educación superior. Para establecer este perfil, se consultará a diversos actores (estudiantes, docentes, personal de apoyo y responsables de la formación de profesorado) y se expresará en resultados de aprendizaje de diferentes enfoques y niveles de complejidad. La herramienta de autoevaluación basada en este perfil invitará a los docentes a articular sus fortalezas e identificar sus metas de desarrollo. Además, se espera que este conjunto de resultados de aprendizaje pueda guiar la planificación estratégica de actividades de formación y los esfuerzos de las instituciones de educación superior para incentivar y recompensar la excelencia inclusiva en la docencia.

8.5. Claves para la transferencia: un kit de concienciación diverso

El kit de concienciación presentado ha sido desarrollado por un equipo internacional multidisciplinar y, desde el principio, pensando en destinatarios culturalmente diversos. Los recursos incluidos están basados en experiencias de transición de docentes y estudiantes de diferentes áreas de conocimiento (ingeniería, relaciones internacionales, astronomía, educación, ciencias, enfermería, etc.), diferentes universidades y distintos países. La revisión bibliográfica y la recogida de datos primarios (las «voces» de estudiantes, docentes y personal de apoyo) se realizaron con datos internacionales, reflejando perspectivas diversas y pudiéndose utilizar por/con docentes de muy variados perfiles. Los recursos destinados a los responsables de la formación de profesos-

rado se han probado con grupos de docentes multidisciplinares e internacionales.

En aras de adaptar los contenidos a cada contexto cultural, se han creado cuatro versiones del kit: inglesa, española, francesa y eslovena. También se realizó el esfuerzo de asegurar la validez aparente de los recursos más allá de las cinco universidades que participaron en su creación. Las cuatro versiones se han testado con más de 80 representantes de más de 35 instituciones de educación superior a través de webinarios, obteniendo retroalimentación y validación de académicos de Alemania, Austria, Bélgica, Eslovenia, España, Francia, Hungría, Irlanda, Italia, Países Bajos, Polonia, Suecia y Turquía.

De ahí se espera que el kit en su totalidad o sus diferentes componentes se puedan emplear en contextos diversos, sobre todo si se cuenta con material local para contextualizar el mensaje (voces de estudiantes contando sus experiencias de transición, testimonios de docentes o personas de apoyo ya sensibilizadas, estadísticas o estudios sobre transición, etc.).

Convencer al profesorado de que los retos de la transición a la educación superior no solo existen en otros países, áreas de estudios o instituciones, sino también en el contexto cercano es un paso imprescindible para llegar a la concienciación y motivación necesarias para asumir el rol orientador activo. Por ello, se invita a las instituciones de educación superior a usar este kit como punto de partida, planteando preguntas críticas, reflexionando sobre la transición en cada contexto cultural (geográfico, disciplinar e institucional) y pensando en la diversidad que haya en su cuerpo estudiantil y en las características específicas de acceso a la educación superior en cada caso.

Finalmente, la competencia de aprender a aprender sigue siendo relevante para estudiantes y docentes de cursos posteriores, incluso de posgrado. De hecho, es la principal razón de ser de la educación superior (Boud y Falchikov, 2006): se necesita para poder desarrollar cualquier otra competencia, para que cada estudiante pueda llegar a su máximo potencial, para seguir aprendiendo más allá de lo académico, a lo largo de la vida (Black *et al.*, 2016; Crețu, 2016; Crick *et al.*, 2014). Asimismo, los estudiantes (como las personas, en general) están en transición en todo momento (Gale y Parker, 2014), y la necesidad de

«profesionalizar» la enseñanza superior –de asegurar que los docentes universitarios tengan acceso a formación inicial y continua en su labor de facilitar el aprendizaje– va más allá de personas que imparten clase en los primeros cursos. En definitiva, el trabajo presentado en este capítulo pretende aportar a un movimiento mucho más amplio de concienciación de docentes universitarios y otros actores de la educación superior sobre la necesidad de contar con docentes conscientes y comprometidos que faciliten la transición de sus estudiantes, posibilitando así una rápida adaptación y, en definitiva, el éxito, tanto al principio como a lo largo de la carrera académica.

Apoyos

El trabajo se enmarca en el proyecto Erasmus+ START (*Supporting Teachers who Support Student Transition*,⁶ 2021-2-NL01-KA220-HED-000048831), financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados solo comprometen a su/s autor/es y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea o los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

Referencias

- Black, P., McCormick, R., James, M. y Pedder, D. (2006). Learning how to learn and assessment for learning: a theoretical inquiry. *Research Papers in Education*, 21 (2), 119-132. <https://doi.org/10.1080/02671520600615612>
- Bormann, I. y Thies, B. (2019). Trust and trusting practices during transition to higher education: introducing a framework of habitual trust. *Educational Research*, 61 (2), 161-180. <https://doi.org/10.1080/00131881.2019.1596036>
- Boud, D. y Falchikov, N. (2006). Aligning assessment with long-term learning. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 31 (4), 399-413. <https://doi.org/10.1080/02602930600679050>

6. <https://supportingstart.eu/>

- Brunton, J. y Buckley, F. (2021). «You're thrown in the deep end»: adult learner identity formation in higher education. *Studies in Higher Education*, 46 (12), 2696-2709. <https://doi.org/10.1080/03075079.2020.1767049>
- Cameron, R. B. y Rideout, C. A. (2022). «It's been a challenge finding new ways to learn»: first-year students' perceptions of adapting to learning in a university environment. *Studies in Higher Education*, 47 (3), 668-682. <https://doi.org/10.1080/03075079.2020.1783525>
- Charalambous, M. (2020). Variation in transition to university of life science students: exploring the role of academic and social self-efficacy. *Journal of Further and Higher Education*, 44 (10), 1419-1432. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2019.1690642>
- Cifuentes-Gomez, G., Guzmán, P. y Santelices, M. V. (2022). Transitioning to higher education: students' expectations and realities. *Educational Research*, 64 (4), 424-439. <https://doi.org/10.1080/00131881.2022.2087712>
- Comisión Europea (2017). *Sobre una agenda renovada de la UE para la educación superior*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0247>
- Corradi, D. y Levrau, F. (2021). Social adjustment and dynamics of segregation in higher education. Scrutinising the role of open-mindedness and empathy. *International Journal of Intercultural Relations*, 84, 12-26. <https://doi.org/10.1016/j.ijintrel.2021.06.011>
- Crețu, D. M. (2016). Developing the competence of «learning to learn» in the initial training for teachers. *Educația Plus*, 14 (3), 182-192.
- Crick, R. D., Stringher, C. y Ren, K. (2014). *Learning to learn: international perspectives from theory and practice*. Routledge.
- Crosling, G. (2017). Student retention in higher education, a shared issue. En: *Encyclopedia of International Higher Education Systems and Institutions* (pp. 1-6). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9553-1_314-1
- Ekornes, S. (2022). The impact of perceived psychosocial environment and academic emotions on higher education students' intentions to drop out. *Higher Education, Research & Development*, 41 (4), 1044-1059. <https://doi.org/10.1080/07294360.2021.1882404>
- Fokkens-Bruinsma, M., Vermue, C., Deinum, J. F. y Van Rooij, E. (2021). First-year academic achievement: the role of academic self-efficacy, self-regulated learning and beyond classroom engagement. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 46 (7), 1115-1126. <https://doi.org/10.1080/02602938.2020.1845606>

- Gale, T. y Parker, S. (2014). Navigating change: a typology of student transition in higher education. *Studies in Higher Education*, 39 (5), 734-753. <https://doi.org/10.1080/03075079.2012.721351>
- Gibney, A., Moore, N., Murphy, F. y O'Sullivan, S. (2011). The first semester of university life; «will I be able to manage it at all?». *Higher Education*, 62 (3), 351-366. <https://doi.org/10.1007/s10734-010-9392-9>
- Gill, A. J. G. (2021). Difficulties and support in the transition to higher education for non-traditional students. *Research in Post-Compulsory Education*, 26 (4), 410-441. <https://doi.org/10.1080/13596748.2021.1980661>
- Goodchild, A. (2019). Part-time students in transition: supporting a successful start to higher education. *Journal of Further and Higher Education*, 43 (6), 774-787. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2017.1404560>
- Greenfield, G. M., Keup, J. R. y Gardner, J. N. (2013). *Developing and sustaining successful first-year programs: a guide for practitioners*. John Wiley & Sons.
- Hassel, S. y Ridout, N. (2018). An Investigation of first-year students' and lecturers' expectations of university education. *Frontiers in Psychology*, 8, 2218. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02218>
- Islam, M. S. y Stamp, K. (2020). A reflection on future directions: global international and intercultural competencies in higher education. *Research in Comparative and International Education*, 15 (1), 69-75. <https://doi.org/10.1177/1745499920901951>
- Katartzki, E. y Hayward, G. (2020). Transitions to higher education: the case of students with vocational background. *Studies in Higher Education*, 45 (12), 2371-2381. <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1610866>
- Knoesen, R. y Naudé, L. (2018). Experiences of flourishing and languishing during the first year at university. *Journal of Mental Health*, 27 (3), 269-278. <https://doi.org/10.1080/09638237.2017.1370635>
- Kyne, S. H. y Thompson, C. D. (2020). The COVID Cohort: student transition to university in the face of a global pandemic. *Journal of Chemical Education*, 97 (9), 3381-3385. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00769>
- Lane, A. S. y Roberts, C. (2022). Contextualized reflective competence: a new learning model promoting reflective practice for clinical training. *BMC Medical Education*, 22 (1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03112-4>

- Meehan, C. y Howells, K. (2019). In search of the feeling of 'belonging' in higher education: undergraduate students transition into higher education. *Journal of Further and Higher Education*, 43 (10), 1376-1390. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2018.1490702>
- Ministerio de Universidades (2023). *Datos y cifras del sistema universitario español*. https://www.universidades.gob.es/wp-content/uploads/2023/04/DyC_2023_web_v2.pdf
- OECD (2019). *Education at a glance 2019: OECD indicators*. <https://doi.org/10.1787/f8d7880d-en>
- OECD (2022). *Education at a glance 2022: OECD indicators*. Publishing, <https://doi.org/10.1787/3197152b-en>
- Pennington, C. R., Bates, E. A., Kaye, L. K. y Bolam, L. T. (2018). Transitioning in higher education: an exploration of psychological and contextual factors affecting student satisfaction. *Journal of Further and Higher Education*, 42 (5), 596-607. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2017.1302563>
- Piaget, J. (1985). *La toma de conciencia*. Morata.
- Pollard, L. y Bamford, J. (2022). Lost in transition: student journeys and becoming. Deliberations for a post-covid era. *The Curriculum Journal*, 33 (3), 346-361. <https://doi.org/10.1002/curj.132>
- Prada-Rodríguez, E. A. (2013). Conciencia, concientización y educación ambiental: conceptos y relaciones. *Revista Temas*, 7, 231-244.
- Ribeiro, L., Rosário, P., Núñez, J. C., Gaeta, M. y Fuentes, S. (2019). First-year students background and academic achievement: the mediating role of student engagement. *Frontiers in Psychology*, 10, 2669. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02669>
- Super, L., Hofmann, A., Leung, C., Ho, M., Harrower, E., Adreak, N. y Rezaie Manesh, Z. (2021). Fostering equity, diversity, and inclusion in large, first-year classes: using reflective practice questions to promote universal design for learning in ecology and evolution lessons. *Ecology and Evolution*, 11 (8), 3464-3472. <https://doi.org/10.1002/ece3.6960>
- Timmis, S. y Muñoz-Chereau, B. (2022). Under-represented students' university trajectories: building alternative identities and forms of capital through digital improvisations. *Teaching in Higher Education*, 27 (1), 1-17. <https://doi.org/10.1080/13562517.2019.1696295>
- Thompson, M., Pawson, C. y Evans, B. (2021). Navigating entry into higher education: the transition to independent learning and living. *Journal of Further and Higher Education*, 45 (10), 1398-1410. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2021.1933400>

- Trautwein, C. y Bosse, E. (2017). The first year in higher education. Critical requirements from the student perspective. *Higher Education*, 73 (3), 371-387. <https://doi.org/10.1007/s10734-016-0098-5>
- Wasylikiw, L. (2015). Students' perspectives on pathways to university readiness and adjustment. *Journal of Education and Training Studies*, 4 (3), 28-39. <https://doi.org/10.11114/jets.v4i3.1197>
- Willems, J., Coertjens, L. y Donche, V. (2022). First-year students' social adjustment process in professional higher education: key experiences and their occurrence over time. *European Journal of Psychology of Education*, 37 (2), 585-604. <https://doi.org/10.1007/s10212-021-00530-8>

Geovoluntariado para el aprendizaje: mapeo abierto y colaborativo para promover el compromiso ambiental y social

SUSANA SASTRE-MERINO
MIGUEL MARCHAMALO SACRISTÁN
Universidad Politécnica de Madrid

JANA MICHALKOVÁ
MILOSLAV MICHALKO
University of Prešov

Resumen

Las actividades de voluntariado universitario ofrecen al estudiantado oportunidades para desarrollar competencias técnicas y transversales, y promover su compromiso social. Este capítulo presenta el origen y desarrollo del mapeo abierto y colaborativo (geovoluntariado) en dos universidades europeas, colaborando para el reto de aumentar la disponibilidad universal de datos espaciales que ayuden a la toma de decisiones de carácter social y ambiental. La integración en la universidad de acciones como los mapas humanitarios, los mapeos colaborativos en campo y en línea, y la formación en esta temática promueven el pensamiento crítico, el compromiso de los estudiantes y el uso de la información abierta. Las lecciones aprendidas de estas experiencias han dado lugar a la colaboración conjunta en un proyecto Erasmus+ para transferir estas estrategias a las aulas de educación secundaria. Los estudiantes universitarios han colaborado en la formación de los docentes de secundaria que próximamente trabajarán en proyectos locales y humanitarios con su alumnado en cinco países europeos.

9.1. Punto de inicio: geovoluntariado para un aprendizaje comprometido social y ambientalmente en educación superior

La formación universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) no solo representa una oportunidad para regular la homologación de títulos, sino también para promover habilidades y mejorar la comunicación y la convivencia entre las personas, pueblos y culturas europeas (Santos y Lorenzo, 2007). Estas habilidades están relacionadas con la misión social de la universidad, definida en el Comunicado de Londres en 2007 y completada en el Comunicado de Roma (2020). Esta misión se refiere a promover un entorno inclusivo en la comunidad universitaria, fomentar la equidad y la diversidad y responder a las necesidades de las comunidades locales (BFUG, 2023). El Comunicado de Roma (2020) señala la relevancia de las universidades para formar ciudadanos responsables, «para contribuir a la sostenibilidad, la protección del medio ambiente y otros objetivos cruciales. Deben preparar al alumnado para que se conviertan en ciudadanos activos, críticos y responsables, y ofrecer oportunidades de aprendizaje permanente para apoyarlos en su compromiso social».

Para concretar esa misión social, la Conferencia en Roma promovió la adopción de una serie de «principios y orientaciones para fortalecer la dimensión social de la educación superior en el EEES». El principio 9 se concreta en dos pautas:

- a) Las instituciones de educación superior [deberían] colaborar con agentes externos de la comunidad para llevar a cabo actividades conjuntas que puedan ser mutuamente beneficiosas [...]. Tal compromiso proporciona una base holística sobre la cual las universidades pueden abordar una amplia gama de necesidades sociales, incluidas las de grupos vulnerables, desfavorecidos y subrepresentados, al tiempo que enriquecen su enseñanza, investigación y otras funciones básicas.
- b) Los agentes de la comunidad [deberían] permitir alianzas genuinas entre la universidad y la comunidad, que puedan abordar de manera efectiva los desafíos sociales y democráticos. (Comunicado Ministerial de Roma, 2020)

Lo anterior enfatiza el necesario compromiso de las universidades con la calidad de la formación no solo profesional, sino también ética y cívica. Estas deben promover actividades individuales y participativas para mejorar el enfoque crítico y las competencias de los estudiantes para contribuir a una sociedad igualitaria, diversa e inclusiva (Briones *et al.*, 2021). El voluntariado es una de las iniciativas clave en el desarrollo de competencias transversales en el marco de la Educación Superior (ES) (González Morga *et al.*, 2018). Las universidades promueven desde hace años el voluntariado en sus currículums académicos como parte de su estrategia de responsabilidad social universitaria dentro de la misión de servicio a la comunidad y compromiso con la sociedad. Es innegable que el valor pedagógico del voluntariado es esencial para el desarrollo de la solidaridad, el pensamiento crítico y el compromiso de los estudiantes como agentes de cambio social (Saz-Gil *et al.*, 2021).

El voluntariado en línea, virtual o remoto se refiere a las actividades de voluntariado realizadas, total o parcialmente, en línea, a través de ordenadores, teléfonos inteligentes u otros dispositivos portátiles (Cravens y Ellis, 2014). El voluntariado en línea ha sido adoptado por miles de organizaciones sin fines de lucro y otras iniciativas (Cravens, 2007). En la ES, el voluntariado en línea se ha generalizado durante y después de la pandemia de covid-19 (García-Gutiérrez *et al.*, 2021).

Este capítulo se centra en un tipo específico de voluntariado, que combina acciones presenciales con otras virtuales: el «geovoluntariado». El término se refiere a la contribución voluntaria a la recopilación, análisis y difusión de datos espaciales. Puede abarcar desde mapear (localizar espacialmente e incorporar objetos a mapas) los servicios locales hasta documentar cambios en el entorno natural. El geovoluntariado implica crear, actualizar y compartir datos geográficos (Marchamalo *et al.*, 2018).

El geovoluntariado es un subdominio de la ciencia ciudadana. Goodchild (2007) considera la ciencia ciudadana un movimiento que empodera al público, en general, para participar activamente en la investigación científica. Aunque tradicionalmente se ha relacionado con la ecología y la astronomía (Dickinson *et al.*, 2010 y Leonard *et al.*, 2022), este enfoque se está expandiendo actualmente a otras ciencias naturales y sociales. Por ejemplo, proyectos como iNaturalist, Flickr o Missing Maps in-

volucran a la ciudadanía en el registro de datos geolocalizados y en la localización de características específicas como carreteras, estructuras o tipos de terreno en mapas existentes o conjuntos de datos geográficos (Leonard *et al.*, 2022), creando y compartiendo lo que se llama información geográfica voluntaria (IGV). La noción de Goodchild (2007) de «ciudadanos como sensores» subraya el potencial de estos enfoques participativos, y enfatiza que cada individuo, cuando está equipado con las herramientas adecuadas, puede actuar como una valiosa fuente de datos. El geovoluntariado suele desarrollarse en el marco de iniciativas de código abierto o de datos abiertos.

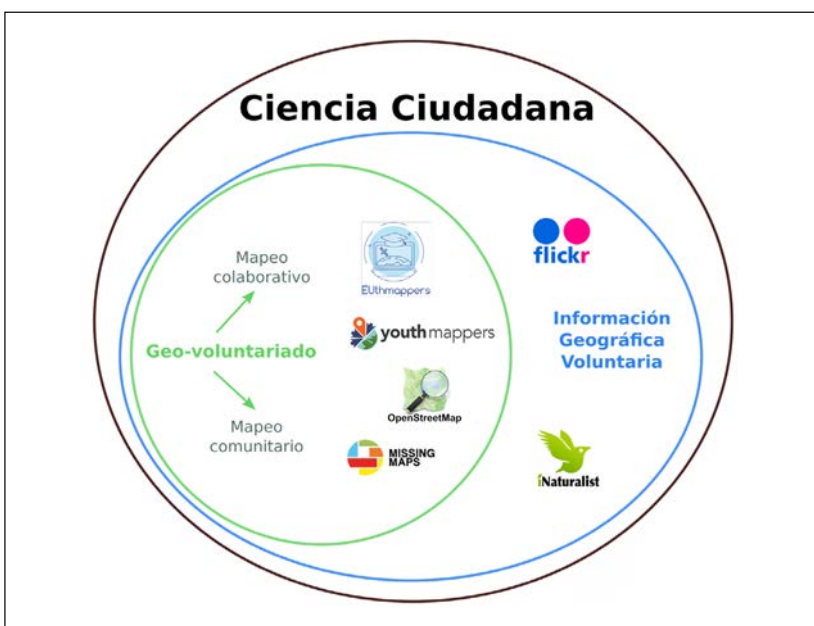


Figura 9.1. Esquema de conceptos relacionados con el geovoluntariado.

Las terminologías interconectadas de ciencia ciudadana, IGV, geovoluntariado y mapeo comunitario y colaborativo (el último se refiere a un tipo de geovoluntariado que involucra a diferentes partes interesadas) subrayan el potencial transformador de la participación pública en la recopilación de datos geoespaciales (figura 9.1). A medida que la tecnología continúa evolucionando, fomentar la inclusión y la colaboración será fundamental para aprovechar todo el potencial de estas iniciativas participativas.

El geovoluntariado es un tema emergente en todos los niveles educativos. Su finalidad es doble: formativa y social. El primer objetivo, el aspecto formativo, se materializa en la adquisición de competencias técnicas relevantes en cartografía, y competencias transversales como pensamiento crítico, trabajo interdisciplinar, aprendizaje autónomo, resolución de problemas reales y trabajo en equipo (Gaspari *et al.*, 2021). La importancia de estas competencias excede las titulaciones relacionadas con la geografía, ya que los conceptos geoespaciales se han vuelto cada vez más importantes en nuestro mundo moderno (Michalková y Michalko, 2023). Es importante incluir habilidades cartográficas y geoespaciales en las prácticas docentes, ya que pueden ayudar a comprender problemas complejos, como el cambio climático, la degradación ambiental o el crecimiento demográfico; informar la toma de decisiones en varios contextos, como acciones en áreas vulnerables a desastres naturales o inversiones; y utilizarse para ayudar a desarrollar las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes.

Un caso exitoso es el curso «Mapeo colaborativo y humanitario» (Politécnico de Milano), cuyo objetivo es presentar a los estudiantes los datos abiertos y herramientas geoespaciales relacionadas, especialmente en el campo humanitario, que ha llevado al establecimiento de grupos estructurados de geovoluntariado (Gaspari *et al.*, 2021). Este curso se ofrece en el catálogo *Pasión en acción*, diseñado para apoyar el desarrollo de habilidades transversales y sociales, al tiempo que anima a los estudiantes a enriquecer su bagaje personal, cultural y profesional.

El segundo objetivo del geovoluntariado es aumentar la conciencia social y el compromiso cívico, participando en proyectos locales o humanitarios, tanto a través del voluntariado virtual como del mapeo directo de campo (Michalková y Michalko, 2023). El propósito humanitario se basa en la posibilidad de sumarse a un número importante de voluntarios para apoyar a organizaciones no gubernamentales, asociaciones y gobiernos en la labor de cartografiar áreas sin información geográfica, por ejemplo, en los momentos más importantes después de los desastres (Cinnamon, 2020; Herfort *et al.*, 2021).

El geovoluntariado puede contribuir a varios campos, como la gestión de desastres, la conservación del medioambiente, la planificación urbana, el transporte y el desarrollo social, empo-

derando a las personas y las comunidades para que asuman un papel activo en la configuración de sus entornos (Michalková y Michalko, 2023). Las universidades también pueden contribuir definiendo un marco común para garantizar la fiabilidad de los datos, adaptado al problema y a los diferentes niveles de habilidades de los mapeadores (Specht, 2015). Por lo tanto, los estudiantes de educación superior que participan en estas actividades se convierten en voluntarios capacitados para incorporar datos de alta calidad. Los conjuntos de datos generados por el geovoluntariado pueden colaborar en varios ámbitos para lograr los ODS, «como la educación, la participación comunitaria y la resolución de problemas basados en la comunidad, la investigación de base, la planificación y el desarrollo de estrategias, la asignación y coordinación, y la mejora de programas y servicios públicos y privados» (Herfort *et al.*, 2021, pp. 1-2).

Este capítulo presenta la experiencia de integración del geovoluntariado en el proceso de aprendizaje en dos universidades del EEES. Los métodos, hitos y lecciones aprendidas de estas experiencias son de gran utilidad para la transferencia de estas experiencias a otras universidades. El objetivo del capítulo es la promoción del geovoluntariado a través de la propuesta de una metodología general para implementarlo en la ES. Los objetivos específicos incluyen la adquisición de competencias transversales y específicas, el aumento de la conciencia social y ambiental y la cooperación con otras organizaciones sociales y educativas.

9.2. Camino al andar: experiencias de geovoluntariado en educación superior

El inicio del geovoluntariado en las dos universidades fue paralelo y convergente, aunque inicialmente independiente (figura 9.2). Tanto la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) en España como la Universidad de Prešov (UNIPO) en Eslovaquia dieron sus primeros pasos apoyando misiones humanitarias con mapeo voluntario. Los voluntarios de la UNIPO y de la UPM comenzaron a cartografiar misiones propuestas en la plataforma HOTSM (HOT, 2021), donde los voluntarios pueden unirse a una comunidad mundial y colaborar en retos propuestos por or-

ganizaciones como la Cruz Roja, Médicos sin Fronteras y otras ONG. Estas acciones se concentran en mapear elementos importantes en regiones vulnerables en todo el mundo para apoyar y guiar el trabajo de las organizaciones humanitarias en terreno. En este contexto, ambas universidades se sumaron a la red internacional de jóvenes mapeadores voluntarios Youthmappers.

YouthMappers es una red internacional de capítulos (o grupos locales) coordinados por estudiantes universitarios (377 en septiembre de 2023) creada en 2015 por tres universidades estadounidenses y apoyada por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) (YouthMappers, 2023). La red canaliza una comunidad global para crear y utilizar datos geográficos abiertos que puedan ayudar a abordar retos definidos localmente en todo el mundo. Como afirman, «este consorcio apoya los esfuerzos universitarios para ofrecer experiencias de aprendizaje global significativas, construir una ciudadanía socialmente comprometida, mejorar la capacidad científica a largo plazo en todo el mundo y fomentar el liderazgo juvenil» (YouthMappers, 2023). Los estudiantes miembros de la red pueden solicitar becas de investigación y programas de prácticas, y tener acceso a materiales didácticos (Gaspari *et al.*, 2021).

Estas propuestas de geovoluntariado se sumaron a un cambio curricular en la docencia de las asignaturas de sistemas de

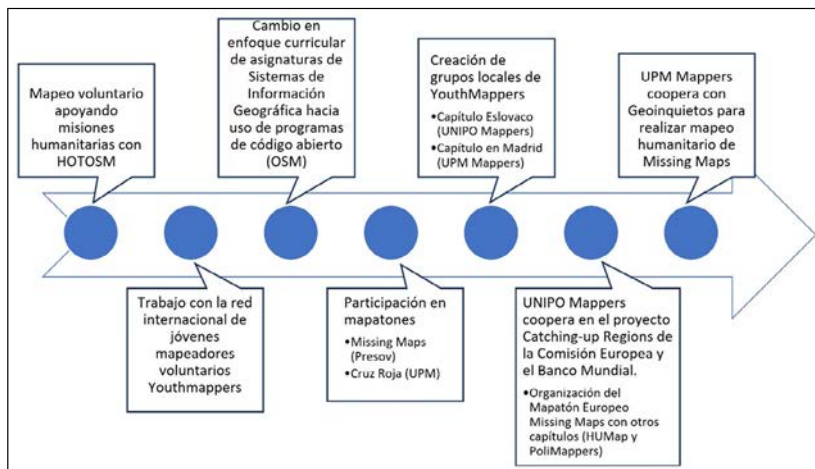


Figura 9.2. Inicio del geovoluntariado en la Universidad de Presov y Universidad Politécnica de Madrid.

información geográfica (SIG), que comenzó en 2013, cuando las universidades comenzaron a explorar enfoques de código abierto como alternativa a los softwares con licencias de pago. Con objeto de dotar al estudiantado con herramientas prácticas y accesibles para impulsar sus carreras, ambas universidades comenzaron a colaborar con OpenStreetMap (OSM) (s.f.), un proyecto de datos abiertos que permite a usuarios de todo el mundo crear mapas gratuitos y editables. Esto permitió al estudiantado acceder a una comunidad abierta y colaborativa, fomentando contribuciones voluntarias a una base de conocimiento compartida.

Para aprovechar este nuevo enfoque y desarrollar sus habilidades voluntarias, en 2018 el estudiantado comenzó a participar en actividades como los mapatones (*mapathons*, en inglés, o maratones de mapeo, como se describirá en el apartado 2.1.b) de Missing Maps (s.f.) en Eslovaquia y de la Cruz Roja en España. La experiencia fue transformadora y culminó con el establecimiento del primer capítulo eslovaco de Youthmappers, llamado UNIPO Mappers (s.f.) y un capítulo en Madrid (UPM Mappers).

A nivel local, el capítulo de UNIPO Mappers inició una relación de cooperación con las autoridades regionales y se involucró en el proyecto Catching-up Regions de la Comisión Europea y el Banco Mundial (World Bank, 2022). Esta colaboración dio lugar a varias actividades de mapeo comunitario destinadas a recopilar datos locales precisos y de alta calidad. La iniciativa creció, comenzando la colaboración con otros capítulos de Youthmappers (HUMap y PoliMappers) para organizar el Mapatón Europeo Missing Maps. Además del mapeo, los voluntarios comparten conocimientos y fomentan el crecimiento de la comunidad a través de debates y seminarios web.

El proyecto en la UPM se desarrolló en tres fases, que buscaron consolidar el geovoluntariado: «Lanzamiento», «Desarrollo de actividades» y «Evaluación y consolidación». En la primera, el proyecto se presentó a estudiantes, trabajadores y profesores de la comunidad universitaria. Se estableció un grupo de coordinación con representantes de los centros y voluntarios sénior de Geoinquietos, organización comprometida con la expansión de OSM. En la fase 2, se constituyó el grupo de trabajo, se realizó una formación inicial en OSM (figura 9.3) y en mapeo humanitario (HOTOSM) y se cartografiaron áreas vulnerables en el mar-

co de la iniciativa Missing Maps. La fase 3 («Evaluación y consolidación») implicó la sistematización de la información y la evaluación.

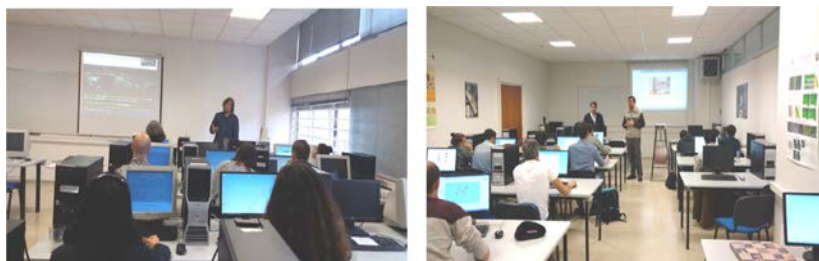


Figura 9.3. Sesiones formativas del grupo de geovoluntariado de la UPM.

A lo largo de los siguientes apartados, se profundizará en estas experiencias, discutiendo la metodología, los logros y las lecciones aprendidas del viaje hacia el mapeo abierto como una actividad voluntaria que tiene como objetivo mejorar la conciencia social y ambiental del estudiantado.

9.2.1. Herramientas para proyectos de aprendizaje de geo-voluntariado

Un proyecto de geovoluntariado requiere formación en las principales técnicas y procesos que pueden emplearse para cumplir los objetivos de aprendizaje: a) mapeo en línea en OpenStreetMap; b) mapatones; c) mapeo en campo; d) organización del equipo y selección de retos; e) herramientas para la evaluación.

Mapeo en línea en OpenStreetMap

OpenStreetMap (OSM) es un proyecto que ofrece mapas y datos geoespaciales gratuitos del mundo. Estos mapas se pueden utilizar sin restricciones para navegar por la web o crear aplicaciones. Al brindar acceso ilimitado a datos geográficos, OSM permite utilizar mapas de maneras creativas, productivas e inesperadas (Michalková y Michalko, 2023).

Aunque OSM permite el mapeo y edición directos, con validación por mapeadores expertos, esta no es la manera más sencilla de contribuir con los proyectos de geovoluntariado. Para ello, se han desarrollado plataformas guiadas, denominadas *tasking*

managers (gestores de tareas). Estas proporcionan el reto a mapear y las instrucciones precisas a los participantes; también permiten la coordinación de las tareas de mapeo, una división del área en teselas y una leyenda de colores que muestra las teselas disponibles (listas para mapear), bloqueadas (siendo mapeadas por otro voluntario), terminadas y validadas.

Mapatones

Los mapatones se erigen como una práctica fundamental que une la tecnología, la educación y la participación comunitaria. Un mapatón, a menudo denominado «maratón de mapeo», es un evento de voluntariado digital en el que los participantes abordan colectivamente un reto de mapeo dentro de un período de tiempo determinado. A diferencia de las actividades tradicionales de geovoluntariado que requieren habilidades o equipos especializados, los mapatones están diseñados para ser universalmente accesibles. Con solo un ordenador, acceso a internet y una cuenta en plataformas como OpenStreetMap, las personas, independientemente de su edad o experiencia previa, pueden participar y hacer contribuciones significativas (figura 9.4).



Figura 9.4. Mapatón con la oficina de la región autónoma de Prešov sobre mapeo de los asentamientos romaníes (Michalko, 2020).

La importancia de los mapatones va más allá de la mera recopilación de datos. Sirven como plataformas educativas dinámicas que se alinean con los ideales del mapeo abierto y colabora-

tivo. Este énfasis en la educación y la participación comunitarias es particularmente relevante para promover la conciencia ambiental y social. Los participantes noveles pueden adquirir rápidamente habilidades mapeadoras, mientras que los experimentados perfeccionan sus conocimientos, creando así un entorno de aprendizaje activo entre pares (Gaspari *et al.*, 2021). Tras una breve presentación de los propósitos, el software y los datos, el aprendizaje se produce practicando.

Mapeo en campo

El mapeo en campo es el proceso de recopilar datos geoespaciales en la ubicación real para crear mapas más detallados y precisos con información nueva (figura 9.5). Michalková y Michalko (2023) afirman que las principales fases del mapeo de campo son las siguientes: a) «Explicación de los objetivos del mapeo de campo»; b) «Preparación (área, objetivos, herramientas y recursos)»; c) «Formación sobre aplicaciones de mapeo para teléfonos inteligentes»; d) «Recopilación de datos sobre el terreno»; e) «Validación de datos».



Figura 9.5. Formación en mapeo de campo (taller con profesores de educación secundaria y universidad realizado en la Universidad de Presov en abril de 2023).

Organización del grupo y selección de los retos

Una de las actividades relevantes de los grupos de geovoluntariado es la selección de los retos para trabajar en común. Esta actividad es esencial para la sostenibilidad y supervivencia de los grupos. El proceso de selección del reto influirá en la gobernanza interna del grupo y tiene un gran impacto en la motivación, la participación y el futuro del propio grupo. La filosofía de OSM se basa en los datos abiertos, la participación abierta y el consenso, estando presente en el proceso de selección de retos. La organización del grupo pasa por la definición de los compromisos que asumirán los voluntarios, la dedicación y los hitos.

Herramientas para la evaluación

Las herramientas de evaluación pueden incluir la recopilación de datos cualitativos o cuantitativos sobre el aprendizaje (autopercepción de las habilidades desarrolladas, técnicas y transversales, satisfacción, entre otras) y los resultados del proyecto (número de elementos y área digitalizados, número de beneficiarios, dificultades y sugerencias). En la UPM y UNIPO se realizaron cuestionarios después de finalizar los procesos, valorando la calidad de la formación y las actividades, el grado de compromiso, las mejoras en competencias técnicas y transversales, y su impacto en la empleabilidad y el compromiso social de los estudiantes.

9.3. Hitos alcanzados: impacto en el aprendizaje del estudiantado, la oferta educativa y la sociedad

El impacto de los proyectos de geovoluntariado se puede analizar en tres niveles: aprendizaje, oferta educativa y sociedad.

9.3.1. Impacto en el aprendizaje y en la oferta educativa

Las experiencias en ambas universidades fueron útiles para mejorar las habilidades prácticas del estudiantado, la comprensión de los conceptos geoespaciales y la concienciación sobre cuestiones ambientales y sociales. También fomentaron un sentido de compromiso comunitario y ambiental.

De hecho, tras las actividades realizadas en la UPM en 2018, el 89% de los participantes encontraron interesante el proceso de formación y aumentaron sus habilidades geoespaciales, y el 33% de ellos confirmó su compromiso como geovoluntarios tras la formación inicial (UPM, 2018a). Se obtuvieron resultados similares en las encuestas realizadas en UNIPO Mappers en 2023.

El compromiso de los mapeadores de la UNIPO con el geovoluntariado desembocó en el premio recibido en el *hackathon* (encuentro colaborativo e intensivo para encontrar soluciones a un reto) internacional «Citython 2022 Žilina» con la idea «Green parking smart surroundings», donde utilizaron datos geoespaciales disponibles para estimar el calor y la humedad dentro de las áreas urbanas construidas y propusieron varias medidas de mitigación con tecnología verde. Los participantes reconocieron el valor de la actividad para desarrollar habilidades técnicas, así como de trabajo en equipo y creatividad. Un estudiante afirmó: «Me alegro de haber podido ser parte de esta competición internacional, que pudimos ganar gracias a un gran trabajo en equipo». Otro también planteó: «Estoy muy agradecido por una experiencia tan valiosa [...]. Creamos nuestro proyecto juntos y desarrollamos nuestra inteligencia colectiva mediante la cooperación desde el principio hasta el final del Citython» (Hanko, 2022).

La participación de los mapeadores de la UNIPO en mapas para abordar cuestiones sociales y ambientales se ha mantenido estable entre 2020 y 2023, lo que demuestra el interés en estas acciones voluntarias. También han liderado presentaciones y debates para despertar el interés en el mapeo voluntario entre sus pares. Además, han participado activamente y en ocasiones han organizado seminarios web, siendo tanto participantes como creadores de actividades de geovoluntariado.

Como consecuencia, en UNIPO, el mapeo abierto constituye ahora una parte importante del proceso de aprendizaje en el plan de estudios de SIG. La universidad reconoció que los problemas espaciales muchas veces requerían datos más detallados que los disponibles a través de fuentes tradicionales. Estos datos a menudo se relacionan con las condiciones sociales, económicas o de vida locales. Para abordar esta necesidad, la universidad alentó al estudiantado a participar en actividades voluntarias de mapeo de campo y proyectos de mapeo colaborativo.

En la UPM, los principales hitos alcanzados fueron:

- sistematización de datos y material formativo en un blog abierto (UPM, 2018b) (figura 9.6);
- participación como grupo en iniciativas como Waterhack 2018 y el taller: «Hacia una toma de decisiones basada en la evidencia para ciudades en África: taller de construcción de capacidades sobre observatorios urbanos»;
- mapeo de áreas vulnerables en el marco de la iniciativa Missing Maps.



Figura 9.6. Blog accesible con información de la formación y sistematización de datos espaciales en la UPM.

9.3.2. Impacto en la sociedad: transferencia de la universidad a centros de educación secundaria

El éxito de las actividades de geovoluntariado ha trascendido el ámbito de la universidad, ya que los métodos y herramientas de mapeo han sido adoptados por centros de educación secundaria, extendiendo aún más los beneficios del mapeo comunitario. Ambas universidades, junto con el Politécnico di Milano, URBAN 2020 (ONG rumana), Amadora Inova (institución pública del Municipio de Amadora, Portugal) y cinco escuelas de Eslova-

quia, España, Italia, Rumanía y Portugal colaboran en el Proyecto Erasmus+ «EuthMappers: mapeo abierto y colaborativo para proyectos dirigidos por alumnos en escuelas secundarias a través de una metodología de enseñanza innovadora y fomentando la educación STEAM y el compromiso ambiental», aprobado para el período 2022-2025.

Este proyecto tiene como objetivo mejorar la educación STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas) y fomentar el compromiso cívico y medioambiental del alumnado en las escuelas secundarias de la UE. Además, proporciona a los profesores herramientas didácticas innovadoras y oportunidades de formación actualizadas. Al crear una comunidad europea de profesores, jóvenes y profesionales dedicados al mapeo colaborativo, el proyecto busca construir una red de geovoluntarios en toda Europa.

En la primera fase, para transferir el conocimiento y las lecciones aprendidas de las universidades a las escuelas secundarias, se dispone de un paquete formativo publicado en abierto sobre herramientas geoespaciales abiertas, análisis de datos y cambio climático para profesores de secundaria (Euthmappers, 2023). Los profesores son formados en sesiones conjuntas con docentes de las universidades (figura 9.4). Posteriormente, los alumnos de secundaria recibe la formación de sus profesores, con el apoyo de los socios nacionales del proyecto.

En el segundo curso escolar, cada centro educativo elige y desarrolla un proyecto de mapeo local liderado por el alumnado. Para ayudar al profesorado de secundaria a planificar esta fase, Euthmappers proporciona orientación sobre cómo iniciar proyectos dirigidos por los alumnos. Esta metodología se basa en comprender el contexto y las oportunidades de su centro y en definir y evaluar los potenciales retos. Los estudiantes son guiados a través de un proceso participativo para seleccionar un reto y realizar el trabajo preparatorio, lo que mejora la coordinación y la participación. En el tercer curso, los centros participantes en Euthmappers dan el salto a colaborar en proyectos de mapeo humanitario con organizaciones como UNMappers (s.f.).

9.4. Lecciones aprendidas: fortalezas, debilidades y condicionantes para incorporar el geovoluntariado en educación

Las experiencias en ambas universidades han sido muy positivas tanto en términos de competencias adquiridas como de trabajo en equipo. Los resultados muestran que los estudiantes adquirieron una formación relevante en competencias geoespaciales y ayuda humanitaria, desarrollando habilidades específicas (TIC y geomática) y transversales (trabajo en equipo, cooperación internacional, compromiso). Los grupos de geovoluntariado han demostrado ser un espacio abierto a la comunidad universitaria.

El éxito de estas experiencias tanto en Eslovaquia como en España y la entrada de ambas universidades en las redes internacionales de geo-voluntariado han desembocado en su participación en el proyecto EUthmappers (EUthMappers, 2023) a partir del otoño de 2022, como se presentó en el punto anterior.

Las fortalezas y debilidades del geo-voluntariado en educación se presentan en la figura 9.7, así como los principales problemas y factores evitables para extender la experiencia.

9.5. Claves para la transferencia: propuesta de fases para la integración del geovoluntariado en la educación media y superior

Las experiencias de actividades de geovoluntariado en ambas universidades han llevado al diseño de una metodología general para incorporarlas en los planes de estudio de ES y otros niveles educativos. La metodología para la integración del geovoluntariado en el proceso educativo abarca varias etapas distintas pero interrelacionadas (figura 9.8): etapa 1 (semilla) con eventos de motivación (charla inspiradora, fiesta de mapeo...); etapa 2 (plántula) enfocada a la formación básica y la selección de retos; etapa 3 (planta) centrada en la consolidación de la formación, la planificación de las misiones y la colaboración con organizaciones.

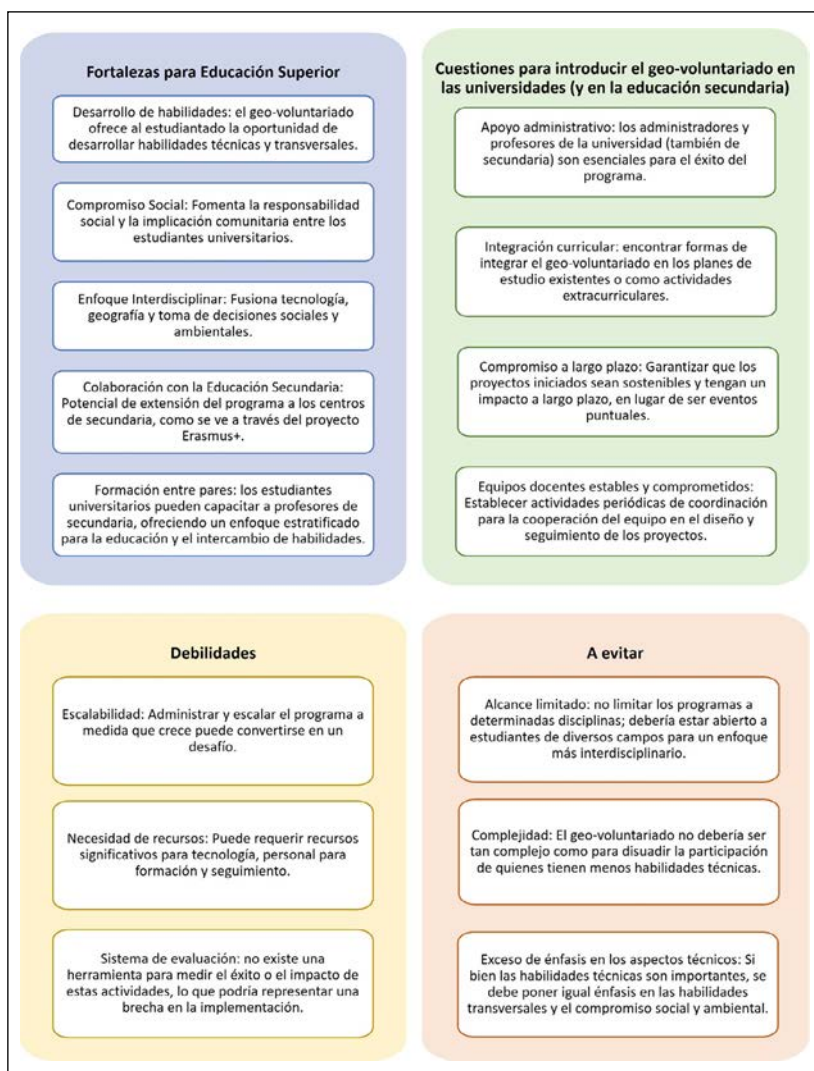


Figura 9.7. Lecciones aprendidas para aplicar geo-voluntariado en educación superior.

La formación es una actividad esencial en todas las fases y se ha diseñado como una serie de módulos, representados en la figura 9.9 (adaptado de Michalková y Michalko, 2023).

En general, la metodología propuesta tiene como objetivo proporcionar una experiencia de aprendizaje práctica e integral para el estudiantado. Fomenta el aprendizaje activo y el desarro-

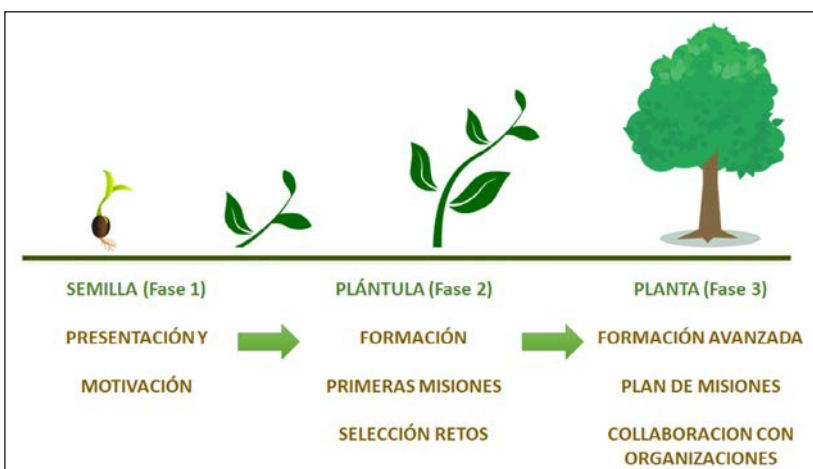


Figura 9.8. Fases de la metodología propuesta para la integración del geovoluntariado en la educación superior (y media).



Figura 9.9. Propuesta de módulos formativos para aplicar el geovoluntariado en educación superior (y secundaria).

llo de habilidades STEAM esenciales, como el análisis de datos, el pensamiento crítico y el razonamiento espacial. Al integrar un acercamiento a la ciencia ciudadana, el geovoluntariado y la pro-

moción del compromiso ambiental y social, el estudiantado se prepara para abordar los desafíos globales del mundo real.

Apoyos

Proyecto Erasmus+ «EUthMappers, mapeo abierto y colaborativo para proyectos liderados por alumnos en escuelas secundarias a través de una metodología de enseñanza innovadora y fomentando la educación STEAM y el compromiso ambiental», con código 2022-1-IT02-KA220-SCH- 000087838. Este proyecto está cofinanciado por el programa Erasmus+ de la Unión Europea.

Participan investigadores de UNIPO (Departamento de Geografía y Geoinformática Aplicada de la Facultad de Humanidades y Ciencias Naturales) y UPM (Grupos de investigación en Aplicaciones Geomáticas Avanzadas y en Formación del Profesorado de Ciencia y Tecnología).

Referencias

- Bologna Follow-Up Group (BFUG), Working Group on Social Dimension (2023). *Principles, guidelines and indicators to strengthen the social dimension of higher education in the European Higher Education Area*. [BFUG_SE_BA_84_WG_SD_Principles_and_Guidelines.pdf](#) (eha.info)
- Briones, E., Salcines-Talledo, I. y González-Fernández, N. (2021). University student volunteering (USV): instruments for its comprehensive diagnosis (ICD-USV). *The Qualitative Report*, 26 (1), 204-230. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2021.423>
- Cinnamon, J. (2020). Humanitarian mapping. En: Audrey Kobayashi. *A international encyclopedia of human geography* (2.ª ed., pp.121-128). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10559-1>
- Comunicado Ministerial de Roma (2020). *Conferencia de ministros de Educación Superior del Espacio Europeo de Educación Superior: Embrace the challenge, create new opportunities and cancel differences*. Roma: European Higher Education Area. http://www.ehea.info/Upload/Rome_Ministerial_Communique.pdf
- Cravens, J. y Ellis, S. J. (2014). *The last virtual volunteering guidebook: fully integrating online service into volunteer involvement*. Energize.

- Cravens, J. (2007). *Online volunteering enters middle age and changes management paradigms*. Nonprofit Quarterly. Spring.
- EUthmappers. (2023). *Open and collaborative mapping for pupils-led projects in secondary schools through innovative teaching methodology and fostering STEAM education and environmental engagement*. Erasmus+. European Union. <https://euthmappers.com/>
- García-Gutiérrez, J., Ruiz-Corbella, M. y Manjarrés Riesco, Á. (2021). Virtual service-learning in higher education. A theoretical framework for enhancing its development. *Front. Educ.*, 5, 630804. <https://doi.org/10.3389/educ.2020.630804>
- Gaspari, F., Stucchi, L., Bratic, G., Jovanovic, D., Ponti, C., Biagi, L. G. A. y Brovelli, M. A. (2021). Innovation in teaching: the polimappers collaborative and humanitarian mapping course at Politecnico Di Milano. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 46, 63-69. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVI-4-W2-2021-63-2021>
- González Morga, N., Pérez Cusó, J. y Martínez Juárez, M. (2018). Desarrollo de competencias transversales en la Universidad de Murcia: fortalezas, debilidades y propuestas de mejora. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 12 (2), 88-113. <https://dx.doi.org/10.19083/ridu.2018.727>
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69, 211-221. <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>
- Hanko, F. (2022). *El éxito de nuestros estudiantes en Citython 2022 Žilina*. Facultad de Humanidades y Ciencias Naturales, Universidad de Prešov. <https://www.unipo.sk/fakulta-humanitnych-prirodných-vied/katedry/geografia/aktuality/42548/>
- Herfort, B., Lautenbach, S., Porto de Albuquerque, J. et al. (2021). The evolution of humanitarian mapping within the OpenStreetMap community. *Sci. Rep.*, 11, 3037. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82404-z>
- HOT (2021). *Humanitarian OpenStreetMap team*. <https://www.hotosm.org/>.
- Leonard, A., Wheeler, S. y McCulloch, M. (2022). Power to the people: applying citizen science and computer vision to home mapping for rural energy access. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 108, 102748. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.102748>
- Marchamalo, M., Álvarez-Gallego, S., Higuera-de-Frutos, S., González-Rodrigo, B., Gesto-Barroso, B., Mancebo-Piqueras, J. A. y Barroso, E.

- (2018). *Geo-volunteering at university: collaborating and learning with humanitarian aid organizations*. ICERI2018 Proceedings (pp. 1333-1336). IATED.
- Michalková, J. y Michalko, M. (eds.) (2023). *Mapping our world with open geospatial tools: a practical guide for high school teachers*. University of Prešov. <https://euthmappers.gitbook.io/euthmappers-handbook/>
- Michalko M. (2020). *Komunitné mapovanie. Chýbajúce priestorové data*. Geoportál Prešovského Kraja. <https://geopresovregion.sk/home/2021/01/21/komunitne-mapovanie-chybajuce-priestorove-data/>
- Missing Maps (s.f.). <https://www.missingmaps.org/>
- OpenStreetMap (s.f.). <https://www.openstreetmap.org/>
- Santos, M. A. y Lorenzo, M. (2007). Universidad y formación de la ciudadanía. Un estudio en el contexto del EEES. *Innovación Educativa*, 7(40), 5-16.
- Saz-Gil, I., Gil-Lacruz, A. y Gil-Lacruz, M. (2021). El voluntariado universitario en el marco de la responsabilidad social universitaria. Estudio de un campus, Universidad de Zaragoza. *Revista de la Educación Superior*, 50 (197), 41-58.
- Specht, D. (2015). Remote GIS volunteer work. *Baygeo Journal*, 8 (1). <http://journal.baygeo.org/remote-gis-volunteer-work/>
- UNMappers (s.f.). <https://mappers.un.org/>
- UNIPO Mappers (s.f.). <https://www.unipo.sk/public/media/42074/UNIPO%20mappers.pdf>
- UPM (2018a). *Memoria del proyecto de innovación educativa «Geovoluntariado universitario: colaborando y aprendiendo con las organizaciones de ayuda humanitaria»*. Madrid: UPM. <https://innovacioneducativa.upm.es/proyectos-ie/informacion?anyo=2017-2018&id=2603>
- UPM (2018b). *Geovoluntariado universitario*. Blog Mapeo Humanitario. <https://blogs.upm.es/mapeo-humanitario/>
- World Bank (2022). *Catching-up Region Slovakia*. <https://www.worldbank.org/en/region/eca/publication/slovakia-catching-up-regions>
- YouthMappers (2023). <https://www.youthmappers.org/>

Innovación educativa y desarrollo sostenible: el uso de papel reciclado para el desarrollo de nuevos materiales. El caso de la comunidad EELISA «El campus circular y regenerativo» en el proyecto de la mejora acústica de dos aulas del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)

DAVID SANZ ARAÚZ

Universidad Politécnica de Madrid

NADIA VASILEVA

Universidad de Diseño, Innovación y Tecnología (UDIT)

Resumen

El presente capítulo recoge parte del trabajo de investigación de la comunidad EELISA «El campus circular y regenerativo» (CRC), coordinado por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).¹ Desde 2021, en el campus de la ETS de Arquitectura se han emprendido proyectos enfocados a la innovación educativa mediante estrategias pedagógicas simples e innovadoras. Uno de los proyectos clave se centra en crear y caracterizar materiales basados en celulosa a partir de papel reciclado del propio campus. El proceso abarca diversas etapas, con participación estudiantil a través de varias actividades docentes. Se destaca el prototipado en curso de un panel acústico elaborado con papel reciclado, abordando la mejora de las condiciones sonoras en aulas del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE). Este proyecto formó parte del programa ATHENS 2023, involucrando a estudiantes de

1. Expresamos nuestro agradecimiento a todas las personas que han participado de forma comprometida y voluntaria en las diferentes etapas del proyecto al margen de los recursos citados: los alumnos del grupo de la Comunidad EELISA CRC; los participantes en la sesión del Laboratorio Ciudadano Experimenta Mates; los ponentes del programa Athens (marzo 2023); a todas las personas involucradas desde el ICE, el CIEC, la ETSII/UPM, así como al personal de los talleres y laboratorios de la ETSAM/UPM.

ámbito internacional en la realización de mediciones acústicas, sesiones teóricas y actividades de taller. Los estudiantes tenían como objetivo desarrollar propuestas de diseño que mejoraran la acústica, que fueran estéticamente agradables, técnicamente simples y aprovecharan materiales reciclados. El capítulo concluye resaltando el éxito de este enfoque interdisciplinar y anunciando la implementación de propuestas estudiantiles en curso. El trabajo demuestra la sinergia entre educación, innovación y sostenibilidad en la resolución práctica de desafíos reales.

10.1. Punto de inicio: el reto del estudio de los materiales circulares en el campus universitario

El estudio de caso presentado a continuación forma parte del trabajo de investigación de la comunidad EELISA «El campus circular y regenerativo» (EELISA CRC) con coordinación en la UPM, cuyo objetivo principal es explorar las posibilidades de la economía circular, mostrando la viabilidad técnica, la rentabilidad económica y la inclusión social para cerrar el ciclo en el uso y regeneración de los materiales. Además de servir como plataforma para probar modelos circulares, también ofrece una dimensión formativa para los futuros profesionales de la arquitectura, la ingeniería y el diseño, que se espera lideren la transición hacia una economía más eficiente en recursos.

Hemos establecido diferentes líneas de actividades en todo el campus para la gestión y regeneración de materiales recopilados en las distintas escuelas de la UPM, centrándonos en el reciclaje de papel y cartón, el reciclaje de plástico y la reutilización de maquetas de trabajo. Desde el campus de la ETS de Arquitectura, nos hemos centrado en el desarrollo y la caracterización de materiales basados



Figura 10.1. Caracterización de muestras en base a celulosa. Laboratorio de materiales, ETSAM/UPM.

en celulosa a partir de papel reciclado del propio campus –proyecto que surge de la necesidad de dar una respuesta al creciente problema de la generación de residuos y su impacto ambiental–.

10.1.1. Reciclaje de papel y cartón. Estado de la cuestión

La industria papelera, sector dedicado al procesamiento de fibra de madera, mantiene una alta posición como referente del desarrollo industrial (Statista Search Department, 2023), incluso en la nueva era digital. Se prevé que el consumo seguirá aumentando durante la próxima década hasta alcanzar los 476 millones de toneladas en 2032.

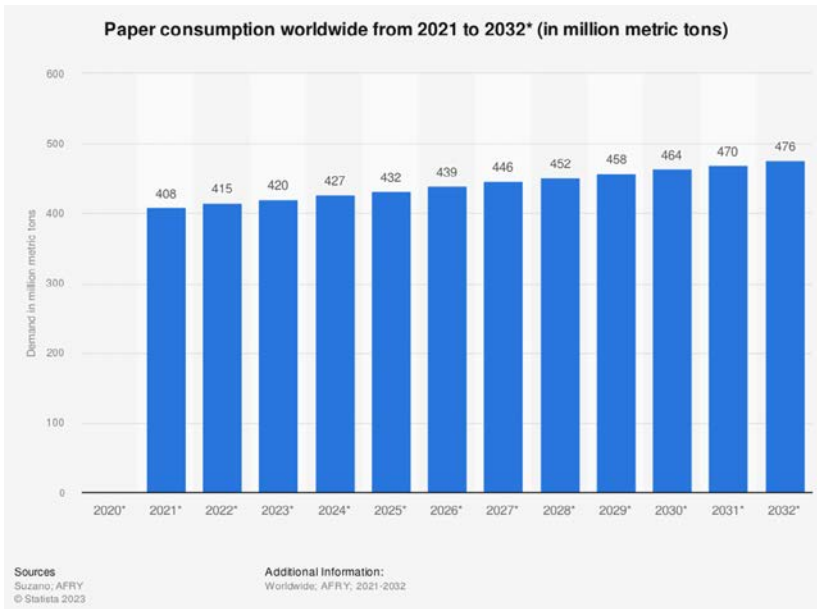


Figura 10.2. Previsión de consumo de papel a nivel mundial de 2021 a 2032 en millones de toneladas métricas (Statista Search Department, 2023).

Los procesos productivos originan diferentes tipos de residuos, dependiendo del tipo de materia prima, la tecnología de fabricación empleada y el producto comercial final. Ya sea que se utilice fibra virgen o reciclada para la producción de papel, del subproducto generado (llamado lodo de papel), se desecha entre el 80% y el 100% de su volumen, y plantea un grave proble-

ma de reciclaje. El desarrollo de una solución sostenible y eficiente para la recuperación de materias primas secundarias a través de los residuos generados por la industria del papel es un desafío importante dirigido a minimizar el impacto ambiental.

Los residuos de la industria papelera han empezado a abrirse paso como materia prima secundaria en diversos ámbitos, entre ellos la industria de la construcción. No obstante, las iniciativas para el aprovechamiento de los residuos de celulosa se limitan actualmente a una explotación muy parcial y su relevancia en el proceso de tratamiento sostenible de residuos resulta insignificante.

10.1.2. Taller de nuevos materiales basados en celulosa en la ETS de Arquitectura

Desde la ETS de Arquitectura hemos querido sumarnos a esta serie de iniciativas locales, fomentando la gestión sostenible de los materiales descartados dentro de nuestro campus y a la vez explorando alternativas innovadoras para convertirlos en recursos de utilidad. Esta iniciativa está motivada tanto por los índices globales de la necesidad de gestionar adecuadamente los residuos de la industria papelera como por la propia condición de nuestro campus, que, debido a la pedagogía de la propia carrera, genera una cantidad muy elevada –y no bien gestionada– de residuo de papel y cartón (Majadas Matesanz, 2019).

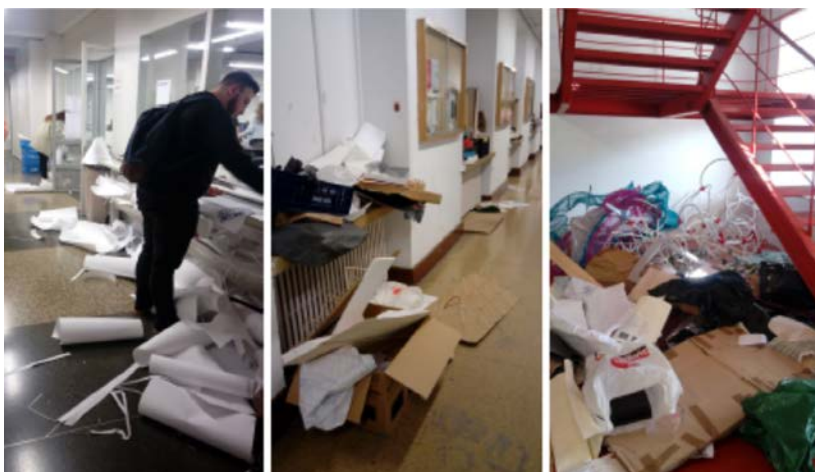


Figura 10.3. Residuos de papel y cartón en la ETS de Arquitectura en días de entrega (Majadas Matezanz, 2019).

portamiento acústico del nuevo material, por lo que seguimos trabajando en dos direcciones diferentes: por un lado, en las posibilidades de esponjar el material durante el proceso de fabricación; por otro, en la creación de una serie de patrones de perforación para mejorar el comportamiento acústico de las placas. Se pueden consultar los resultados preliminares de algunos de los ensayos realizados en el trabajo de fin de grado de Guillermo Serrano Gámir, alumno de grado de la ETS de Arquitectura, denominado: *Regeneración de papel para la fabricación de paneles acústicos* (Serrano Gámir, 2022).



Figura 10.6. De izquierda a derecha: exámenes del Departamento de Construcción y Tecnologías Arquitectónicas de la ETSAM, máquina destructora de papel PowerShred 36C, virutas de papel triturado (Serrano Gámir, 2022).



Figura 10.7. De izquierda a derecha: probeta lista para ensayo, sistema *micro-flow in-situ absorption set*, ensayo con pistola de impedancia (Serrano Gámir, 2022).

10.1.3. Taller «Ciudadano experimenta mates»

Con el propósito de seguir mejorando los resultados de las muestras obtenidas, entre el 2 y el 5 de noviembre de 2022 participamos en la segunda convocatoria del Laboratorio Ciudadano Experimenta Mates + ODS, organizado por la Comunidad EELI-

SA SSERIES. Nuestra propuesta estaba centrada en el diseño paramétrico de perforaciones acústicas del panel de papel reciclado para cumplir dos objetivos: atenuar la transmisión de ruido en el espectro de frecuencias más relevantes en nuestro espacio habitado y crear un patrón geométrico estéticamente argumentado.



Figura 10.8. Sesiones de taller durante la celebración del Laboratorio Ciudadano Experimenta Mates, 2022.

El trabajo desarrollado durante los tres días de celebración del taller sirvió para avanzar un paso más hacia el propósito de nuestro trabajo de investigación, llegando a las conclusiones preliminares siguientes:

- Trabajar en la relación del porcentaje de perforaciones, así como en el tamaño y distribución de estas del panel acústico, para optimizar los resultados de absorción de ondas sonoras de altas frecuencias.
- Trabajar en la mejora de la porosidad interna, la densidad y el espesor de los paneles para optimizar los resultados de absorción de ondas sonoras de bajas frecuencias.

10.1.4. Programa ATHENS marzo 2023: diseño acústico con papel reciclado

Tras nuestra participación en el Laboratorio Ciudadano Experimenta Mates, se nos presentó la oportunidad de trabajar en un caso de estudio real: la mejora de las condiciones acústicas de dos aulas existentes en el ICE (Instituto de Ciencias de la Educación de la UPM). Propusimos este ejercicio como estudio de caso durante la sesión de primavera del programa ATHENS 2023, diseñando un curso de cinco días (30 horas), en el que los estu-

diantes se involucraron en una experiencia práctica real, tal y como se recoge a continuación.

10.2. Camino al andar: un caso real, materiales circulares del campus para el campus

Se trata de dos aulas de una superficie total de aproximadamente 238 m², que pueden dividirse con un tabique móvil, dejando un espacio de 126 m² y otro de 112 m². Las aulas se utilizan para varias actividades docentes, incluyendo presentaciones, actividades de taller, conferencias, etc. Sin embargo, en su estado actual, el espacio presenta tiempos de reverberación elevados, no adecuados para la docencia.



Figura 10.9. Aulas del ICE.

El tiempo de reverberación es el tiempo que tarda un sonido en desvanecerse después de que la fuente de sonido haya cesado. En un espacio con tiempos de reverberación prolongados, los sonidos rebotan en las paredes y superficies, creando un ambiente sonoro confuso y poco claro. Esto puede tener un impacto negativo en la comunicación oral, ya que las palabras pueden mezclarse y volverse difíciles de entender. En última instancia, esto afecta la capacidad de los estudiantes para absorber y retener información. Por eso, abordar las deficiencias acústicas en estas aulas se convierte en una prioridad para garantizar un entorno de aprendizaje efectivo y productivo. Esto podría lograrse mediante la implementación de soluciones acústicas como la instalación de materiales absorbentes de sonido en las paredes y techos, la

colocación estratégica de paneles acústicos y la optimización del diseño de estos para reducir los tiempos de reverberación.

El ejercicio propuesto al alumnado estaba dirigido a buscar soluciones para la mejora del acondicionamiento acústico de las aulas, sin dejar de lado el diseño formal de dichas soluciones, para corresponder a la imagen actual del espacio. Una de las condiciones de partida era procurar conservar la imagen del techo, un forjado reticular recientemente puesto en valor por la última remodelación de las dos aulas. Se planteó como un ejercicio teorico-práctico, orientado a alumnado de carreras relacionadas con el diseño.

El curso, de un total de 30 horas repartidas en una semana, se organizó en jornadas intensivas de trabajo de campo, formación teórica multidisciplinar y talleres, en los que los alumnos podían experimentar con los procesos de fabricación.

La sesión de mañana del primer día del curso se dedicó a la recopilación de datos. Los alumnos realizaron mediciones acústicas de los tiempos de reverberación en las dos aulas del ICE, utilizando una grabadora PCM lineal, grabando el sonido producido por la explosión de un globo en varios puntos del espacio y en un entorno de silencio. Se registraron en total unas 30 grabaciones: 10 para cada aula por separado y 10 para el conjunto del espacio. Cada 10 grabaciones correspondían a 5 puntos de emisión, registrados desde 2 puntos de recepción distintos. Las grabaciones registradas serían analizadas más adelante en el laboratorio de acústica de la ETSAM.



Figura 10.10. Mediciones acústicas con grabadora PCM lineal.

Durante la sesión de tarde de ese mismo día, los alumnos participaron en un taller de introducción a la fabricación de pulpa de papel con medios manuales en el laboratorio de materiales de la ETS de Arquitectura. El proceso reprodujo a pequeña

escala los procesos de reciclado de papel industriales: simplificando mucho, el papel se tritura procurando no dañar las fibras, se mezcla con agua, se remueve en la mezcladora hasta conseguir una masa homogénea y se introduce en los moldes de secado, eliminando el exceso de agua antes de colocar las muestras en estufa de secado a 50°. Las muestras se dejaron secar durante los siguientes tres días, tiempos que ya habíamos testado previamente en los ensayos realizados con antelación al curso.



Figura 10.11. Fabricación de pulpa de papel. Laboratorio de materiales, ETSAM/UPM.



Figura 10.12. Manipulación de muestras. Taller de carpintería, ETSAM/UPM.

Ese primer día fue el comienzo de una semana intensiva en la que los alumnos no solo adquirieron nuevos conocimientos, sino que también se divirtieron aprendiendo. La combinación de aprendizaje y diversión es una estrategia esencial para la innovación educativa, ya que permite que los estudiantes se involucren activa y efectivamente en el proceso de aprendizaje. Al integrar el juego en la educación, se fomenta la creatividad, la curiosidad y la participación de los estudiantes, lo que contribuye a un aprendizaje más dinámico y memorable.

Durante los tres días siguientes, los alumnos tuvieron la oportunidad de asistir a varias ponencias teóricas, participar en traba-

jos de taller y dedicar tiempo tutelado al desarrollo de sus primeras ideas. Las sesiones teóricas incluyeron la ponencia de Alexander Díaz Chyla (profesor asociado en el Departamento de Construcción en la ETS de Arquitectura) sobre «Introducción a la acústica», la ponencia «Procesos de reciclaje de papel» impartida por Daphne Hermosilla (profesora titular en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural) y por Noemí Merayo (profesora asociada en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial) y la ponencia sobre «Soluciones acústicas comerciales» impartida por Juan Negreira (responsable técnico y de *marketing* para Ecophon). Esta última daba a los alumnos la oportunidad de experimentar el kit de RV para soluciones acústicas de Ecophon.

Esta experiencia acústica inmersiva conduce al participante a través de una serie de entornos y espacios virtuales que ofrecen simulaciones audiovisuales altamente parecidas al ambiente construido. En este contexto interactivo, los participantes pueden aplicar distintos tipos de techos y paneles de pared a salas simuladas, lo que les permite experimentar de qué manera las distintas soluciones acústicas pueden reducir los molestos ruidos de fondo, mejorando así el desempeño y el bienestar de las personas que ocupan ese espacio.



Figura 10.13. Ponencia sobre soluciones acústicas, con experiencia inmersiva con kit de RV.

Las sesiones de taller incluyeron una visita al laboratorio de materiales de la ETSAM, con demostración de pruebas mecánicas de rotura a compresión y flexión, y prueba de resistencia al cizallamiento de distintos materiales. El cuarto día empezó con una sesión de trabajo en el taller de carpintería de la ETSAM con las muestras ya secas de pulpa de papel. Durante la segunda mi-

tad de la mañana, se dedicó tiempo al análisis de las mediciones acústicas realizadas el primer día en las aulas del ICE y a la realización de ensayos acústicos con pistola de impedancia en el Laboratorio de Acústica y Vibraciones de Edificación, Medio Ambiente y Urbanismo (ArquiLAV), de la ETSAM. Por último, durante la tarde del cuarto día, los alumnos participaron en un taller de fabricación digital, impartido en el FabLab del CIEC Madrid, donde tuvieron la oportunidad de diseñar y fabricar un molde cortado por láser. Adicionalmente, se dedicó tiempo a una sesión tutorizada, en la que los alumnos tenían tiempo para desarrollar sus primeras ideas.



Figura 10.14. Taller de fabricación digital. FabLab CIEC.



Figura 10.15. Demostración del CircuLab, ETSII/UPM.

Durante la sesión de mañana del último día tuvo lugar la ponencia «Introducción a la economía circular», impartida por Ruth Carrasco (directora adjunta de Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ETSI Industriales), seguida de una presentación de materiales comerciales para la acústica, impartida por Francisco Gómez (representante de la empresa Ecocero). Por último, los alumnos asistieron a una demostración en la ETSII CircuLab, un *fablab* propio del campus universitario para el tratamiento y reu-

tilización de residuos del campus, en el marco del proyecto CircularizatETSII. La tarde estuvo reservada para la evaluación de resultados y la sesión de clausura, donde todos los participantes tuvieron tiempo de compartir sus impresiones acerca de la semana transcurrida y sus perspectivas para el desarrollo de las propuestas durante el mes posterior.

10.3. Hitos alcanzados: valoración del ejercicio como caso de estudio real de espacio para la docencia

Tras la finalización del curso, los alumnos disponían de 30 días para enviar sus propuestas de intervención en el espacio estudiado. Se valoró la capacidad de proponer ideas novedosas partiendo de unas condiciones estándar como base del ejercicio, la resolución material de la idea desarrollada en el tiempo previsto, así como el potencial propositivo como base para futuros desarrollos más amplios y detallados. La propuesta tenía que abordar todos los aspectos discutidos durante el curso:

- Mejorar las condiciones acústicas de las dos aulas.
- Trabajar en soluciones de diseño estéticamente atractivas.
- Considerar propuestas técnicamente simples y fáciles de implementar.
- Abordar el uso de papel y cartón reciclado en el campus tanto como sea posible, incluidas posibles mejoras de los modelos desarrollados durante el taller.

Todas las propuestas recibidas fueron de un destacado nivel de interpretación de los conceptos abordados durante el curso y reflejaron la habilidad del alumnado para proponer soluciones creativas y prácticas, tal y como se expondrá más adelante.

10.3.1. Resultados preliminares de los ensayos

Mediciones acústicas

Los valores recomendados para la acústica en un espacio docente desempeñan un papel fundamental en la creación de ambien-

tes adecuados para el aprendizaje y la apreciación musical. Se busca mantener un nivel óptimo de inteligibilidad del discurso, donde los valores de reverberación varían en función del volumen del espacio. Los valores recomendados del tiempo de reverberación a una frecuencia de 500 Hz para un espacio docente dedicado al uso de la palabra, y para volúmenes comprendidos entre 0 y 4000 m³ (como es el caso), oscilan entre 0,4 s y 1 s.

Se considera adicionalmente un valor D50 igual o superior a 0,5 como un indicador esencial. El valor del parámetro D50 en acústica se refiere a la «inteligibilidad del habla en la reverberación». Es una medida que se utiliza para evaluar la calidad de la comunicación oral en un espacio en función de la reverberación del sonido en ese espacio. El D50 se expresa como un porcentaje y representa la cantidad de energía acústica que se ha degradado después de un retraso específico en la señal sonora.

En otras palabras, el D50 mide cuánto del habla original se mantiene claro y comprensible en un ambiente con reverberación. Un valor D50 más alto indica una mayor inteligibilidad del habla en ambientes con condiciones acústicas más favorables, mientras que un valor más bajo indica una menor inteligibilidad en ambientes con reverberación significativa.

Tabla 10.1. Valores promedios de las mediciones tomadas en las aulas

A.1	T20 [s]	2,12	2,21	2,16	2,04	1,96	1,62	2,02
	D50 [-]	0,43	0,25	0,28	0,28	0,28	0,35	0,31
A.2	T20 [s]	2,19	2,36	2,44	2,31	2,23	1,77	2,22
	D50 [-]	0,42	0,23	0,24	0,24	0,25	0,30	0,28
A.1+2	T20 [s]	2,23	2,25	2,28	2,20	2,12	1,82	2,15
	D50 [-]	0,39	0,24	0,22	0,24	0,27	0,33	0,28

Como se puede observar en la tabla 10.1, los tiempos de reverberación oscilan entre los 2,02 s y los 2,22 s, valores muy superiores a los recomendados de entre 0,4 s y 1 s para espacios dedicados al uso de la palabra. Asimismo, los valores del parámetro de la definición de la palabra hablada, D50, comprendidos entre 0,28 y 0,31 dB, están por debajo de los 0,50 dB recomendados. Estos valores elevados de tiempo de reverberación y los bajos valores de D50 indican una alta presencia de sonidos reverberantes

y reflejados, lo que dificulta significativamente la comprensión de la palabra hablada y afecta negativamente la calidad de la comunicación en ese entorno. El espacio, por tanto, necesitaba una intervención muy significativa de acondicionamiento acústico para cumplir con los estándares apropiados para su uso previsto.

Muestras de papel

En el nivel de ensayo, las muestras de papel realizadas revelaron la necesidad de avanzar en la mejora de las propiedades acústicas del material desarrollado, volviendo a obtener valores de absorción acústica similares a los correspondientes a una placa de yeso. Tales resultados eran previsibles, dado que en la realización de las muestras durante las horas de taller del curso se siguió con el procedimiento básico ya ensayado previamente, sin trabajar en la mejora del esponjamiento del propio material, dados los tiempos cortos de desarrollo de este. El objetivo del taller realizado con los alumnos era mostrarles precisamente la necesidad de una mejora y desarrollo del material propuesto, lo cual formaba parte de su ejercicio. Algunas de las propuestas enfocaban expresamente dicha mejora, como veremos más adelante.

10.3.2. Proyectos de alumnos

Los doce alumnos participantes en el taller tenían la opción de trabajar individualmente o en grupo para el desarrollo de sus propuestas, dejando clara la contribución específica de cada miembro del grupo al proyecto final si se optaba por el trabajo conjunto. Recibimos un total de seis propuestas, cuatro de ellas individuales y dos realizadas en grupo.

Se recogen a continuación las ideas básicas de cada una de las seis propuestas recibidas (figuras 10.16 a 10.21), que reflejan la diversidad de enfoques y perspectivas que los estudiantes aportaron a la resolución del problema planteado durante el taller:

- Instalación de paneles de absorción acústica fabricados con pulpa de papel en el perímetro de las aulas (figura 10.16) por dos razones: actuar en los puntos donde la absorción acústica es más eficaz y dejar la parte central del techo original visto. Adicionalmente, la perforación del panel propuesto juega con el patrón geométrico del suelo existente.

- Generación de un sistema de paneles colgados (figura 10.17), fabricados con pulpa de papel, con la posibilidad de controlar la inclinación de estos en función del uso del aula.
- Instalación de varias islas formadas por paneles acústicos descolgados (figura 10.18), dejando el techo original parcialmente visto y cuyo diseño juega con el patrón geométrico del suelo existente.
- Doble propuesta (figura 10.19): una actuación sobre el techo, cuya distribución geométrica está basada en el módulo del te-

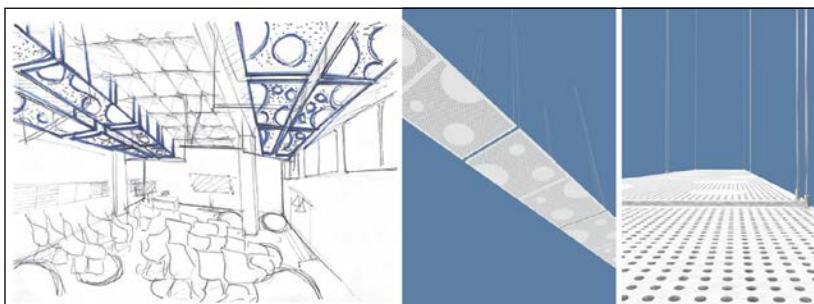


Figura 10.16. Propuesta de Carlo Douglas Haber (Politécnico de Milán).

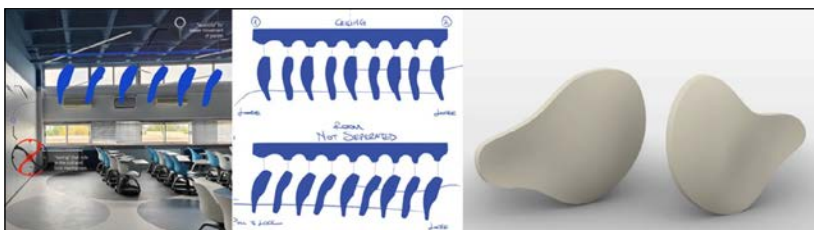


Figura 10.17. Propuesta de Ecem Peçin (Universidad Politécnica de Estambul).



Figura 10.18. Propuesta de Esra Tünç y Ezel Biton (Universidad Politécnica de Estambul).

cho existente, dejando las bovedillas originales parcialmente vistas; un sistema de particiones móviles, que responden a la necesidad del uso ocasional del aula como espacio de trabajo por grupos que sirven a los dos propósitos de divisores y absorbentes acústicos.

- Fabricación de un panel con pulpa de papel (figura 10.20) para la mejora de la absorción acústica.
- Creación de familia de paneles descolgados (figura 10.21), fabricados a partir de pulpa de papel.

Es importante destacar el alto nivel de implicación, interpretación y proposición de todos los trabajos recibidos, así como la capacidad de los alumnos de generar ideas orientadas a la reso-

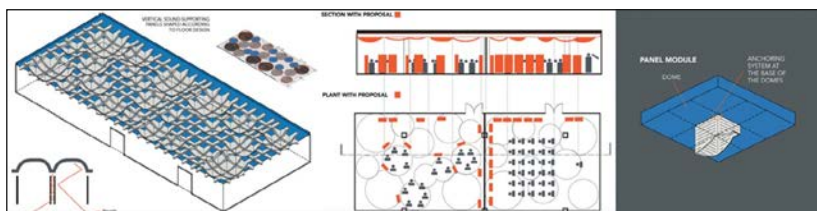


Figura 10.19. Propuesta de Jasmine Dawoud (Politécnico de Milán).

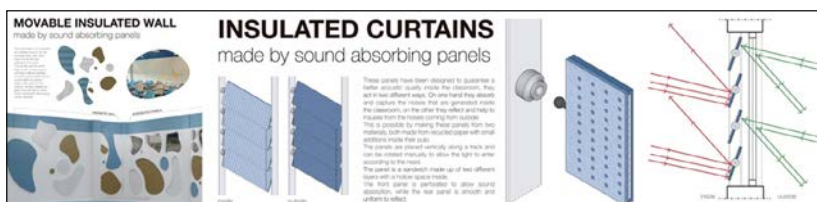


Figura 10.20. Propuesta de Giulia Bonelli (Politécnico de Milán), Linda Budinská (Universidad Politécnica Checa), Muhammet Er (Universidad Politécnica de Estambul) y Silvia Balconi (Politécnico de Milán).

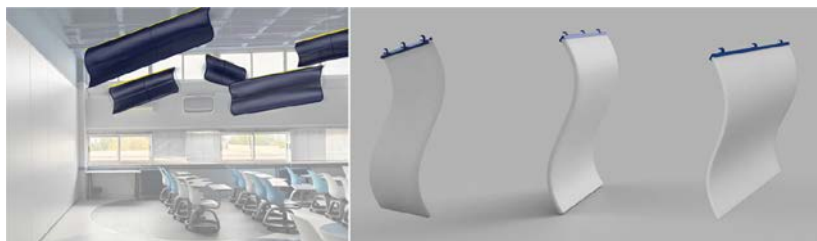


Figura 10.21. Propuesta de Nil Naren Yıldırım (Universidad Politécnica de Estambul).

lución de un problema real, buscando a la vez una propuesta creativa e innovadora. Cualquiera de ellas podría haberse considerado para su implementación real, de modo que se han evaluado meticulosamente los criterios en su conjunto para determinar la solución más sólida y efectiva que mejor se adapte a nuestras necesidades del proyecto propuesto.

10.3.3. Implementación real en curso

La realización del curso descrito estuvo orientada desde un principio a su implementación real, trabajando en la idea de fomentar la experiencia de un ejercicio docente para dar soluciones a un espacio para la docencia. De las seis propuestas recibidas, la de las alumnas Esra Tünç y Ezel Biton de la Universidad Politécnica de Estambul (ITU, İstanbul Teknik Üniversitesi), mostrada en la figura 10.18, fue la mejor valorada en su capacidad de aunar soluciones de diseño estéticamente atractivas y de considerar propuestas técnicamente simples y fáciles de implementar. Asimismo, se prestaba con facilidad al desarrollo de un panel de papel reciclado mejorado acústicamente, lo que nos hizo plantear la necesidad de valorar la posible mejora acústica con la aplicación de dicha propuesta. La manera más fácil de realizar tal valoración era considerar la aplicación de productos comerciales, por lo que se pidieron valoraciones a las dos empresas involucradas en el curso: Ecophon y Ecocero.

Comenzamos por elaborar unos dibujos técnicos del proyecto presentado para poder cuantificar el material necesario, a partir de los cuales ambas empresas dieron su valoración de la mejora acústica que se podía conseguir con sus productos. Ambos estudios apuntan a la reducción considerable de los tiempos de reverberación para conseguir valores de entre 0,6 s y 0,9 s, con una cubrición de aproximadamente el 75 % del techo. Tales resultados muestran finalmente la viabilidad de la realización del proyecto propuesto por las alumnas, respondiendo también al requisito inicial de dejar el techo existente visto. Dado que la propuesta se basa en el descuelgue de unos paneles verticales desde el techo, formando islas circulares intercaladas, se produce una transparencia visual hacia el techo existente, que cambia a medida que nos desplazamos en el espacio.

En este momento se está considerando la posibilidad de actuar en una de las dos salas con un producto de mercado, dejando la segunda para una intervención posterior, una vez se haya podido trabajar en la mejora del panel acústico elaborado a base de papel reciclado del campus de la universidad. De esta manera, el proyecto cumpliría el doble objetivo de haber sido desarrollado a partir de una serie de actividades docentes, y también ofrecer la posibilidad de poder comparar los resultados obtenidos con mediciones reales en ambas aulas tras las dos intervenciones.

10.4. Lecciones aprendidas: el aprendizaje basado en proyectos como estrategia de innovación educativa

La experiencia recogida en este capítulo es un ejemplo de la aplicación de estrategias de la innovación educativa, fomentando el aprendizaje basado en proyectos, donde a los estudiantes se les presenta un desafío del mundo real y tienen que trabajar colaborativamente para desarrollar una solución. Este método ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades para la resolución de problemas, así como habilidades de comunicación y de trabajo en equipo. Se les presenta un desafío que les exige pensar críticamente sobre posibles soluciones. Deben analizar información, realizar conexiones y evaluar datos de distinta naturaleza para llegar a una conclusión bien argumentada. También tienen que utilizar un enfoque sistemático para identificar problemas, desarrollar soluciones y probar su eficacia. El trabajo en equipo en las primeras fases de toma de datos y realización de talleres requiere que los estudiantes desarrollen fuertes habilidades colaborativas.

Como una forma de reforzar el aprendizaje, hemos usado también estrategias de enseñanza retroactiva, lo que ha requerido que los estudiantes participaran activamente y pensarán de manera crítica sobre cómo comunicar sus ideas a los demás. Tenían que comunicarse de manera efectiva, compartir ideas y trabajar juntos para lograr un objetivo común. También se les ha alentado a ser innovadores y creativos en la resolución de pro-

blemas y tenían que pensar de manera innovadora, explorar nuevas ideas y desarrollar soluciones únicas.

10.5. Claves para la transferencia: factores importantes para la implementación de proyectos de innovación educativa

Por su enfoque práctico, su ámbito multidisciplinar, la colaboración activa de los alumnos y profesionales implicados a lo largo de todas las fases, así como por el aliento a la creatividad y a la búsqueda de soluciones innovadoras y únicas, esta experiencia ofrece algunas claves importantes para la transferencia de conocimiento y la implementación de proyectos de innovación educativa:

- La importancia de la colaboración activa y la participación de los estudiantes en la generación de soluciones creativas fomenta un sentido de compromiso en el proceso educativo.
- El enfoque multidisciplinar y la integración de teoría y práctica estimulan y enriquecen el proceso de aprendizaje y la creatividad.
- La participación de expertos externos en el proceso de formación y evaluación valida la viabilidad de las soluciones propuestas y subraya la importancia de la colaboración entre el ámbito académico y la industria.
- La planificación de intervenciones escalonadas ayuda a reforzar un enfoque pragmático y evolutivo, orientado en la mejora continua.

En definitiva, como caso particular de estudio, no solo describe una experiencia docente enriquecedora desde la docencia para la docencia, sino que también ilustra cómo la innovación educativa puede ser un motor para el desarrollo de soluciones prácticas y sostenibles.

Apoyos

La realización de este proyecto ha sido posible gracias a la financiación por parte de distintas plataformas educativas:

- Comunidad EELISA CRC: financiación para la obtención de material de laboratorio y becas de colaboración para la realización de tareas específicas.
- Taller ciudadano EXPERIMENTA MATES 2022: financiación para la participación en las jornadas celebradas entre el 2 y el 5 de noviembre de 2022, organizado por la Comunidad EELISA SSERIES.
- Programa ATHENS marzo 2023: financiación para la participación de alumnos durante los cinco días de la sesión de primavera 2023.

Referencias

- Dileep, A., Lal, A., Jamal, J. y Abdulla Kunju, A. (2021). An experimental study on papercrete bricks manufactured using Paper Pulp, Lime and Fly Ash. *International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT)*, 10 (06), 968-974. https://www.academia.edu/50011318/IJERT_An_Experimental_Study_on_Papercrete_Bricks_Manufactured_using_Paper_Pulp_Lime_and_Fly_Ash
- Kozminska, U. (2019). Circular design: reused materials and the future reuse of building elements in architecture. Process, challenges and case studies. *IOP Conference Series: Earth Environ. Sci.*, 225, 012033. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/225/1/012033>
- Majadas Matesanz, C. (2019). *Gestión del papel y cartón en la ETSAM: propuesta para una economía circular* (proyecto fin de carrera/trabajo fin de grado). ETS. Arquitectura (UPM). <https://oa.upm.es/view/institution/Arquitectura/>
- Ryńska, E. D. (2020). Design workshops and the circular economy. *Global Journal of Engineering Education*, 22 (1), 32-39. <http://www.wiete.com.au/journals/GJEE/Publish/vol22no1/05-Rynska-E.pdf>
- Serrano Gámir, G. (2022). *Regeneración de papel para la fabricación de paneles acústicos* (proyecto fin de carrera/trabajo fin de grado). ETS Arquitectura (UPM). <https://oa.upm.es/view/institution/Arquitectura/>

Statista Search Department (2023). *Paper consumption worldwide from 2021 to 2032*. <https://www.statista.com/statistics/1089078/demand-paper-globally-until-2030/#:~:text=the%20global%20consumption%20of%20paper,476%20million%20tons%20by%202032>.

Worrel, E., Allwood, J. y Gutowski, T. (2016) The role of material efficiency in environmental stewardship. *Annual Review of Environmental Resources*, 41, 575-598. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-environ-110615-085737>

Autoría

M.^a Cristina Núñez-del-Río. Doctora en Ciencias de la Educación y profesora titular en el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad Politécnica de Madrid. Subdirectora del ICE de la UPM. Lidera el Grupo de investigación ForPROFE. Sus líneas de investigación se centran en la orientación educativa y la atención a la diversidad. Autora de más de 30 artículos en revistas, libros y capítulos de libros nacionales e internacionales. Ha sido orientadora durante más de 15 años en un centro de educación especial. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3349-8015>

Márcia Bündchen. Doctora en Ecología y Conservación y profesora en el Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Brasil (IFRS) y directora de Enseñanza del IFRS, campus Porto Alegre (gestión 2020-2024). Su principal línea de investigación es la botánica aplicada centrada en el aprendizaje de biología y ciencias. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3878-9687>

Kelly Geronazzo Martins. Doctora en Ingeniería Forestal. Líder adjunta del Grupo de estudio: Biogeoquímica de los Bosques Tropicales. Actualmente es vicecoordinadora del Programa de Posgrado en Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Universidade Estadual do Meio Oeste do Paraná, Brasil, donde es profesora desde 2011. Sus líneas de investigación son: ecología aplicada y

modelado de datos ambientales. ORCID: <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-0447-4444>

Arturo Caravantes Redondo. Ingeniero industrial y doctor en Control de Procesos e Inteligencia Artificial. Profesor en el Instituto de Educación Ciencias de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) desde 1998. Ha desarrollado su docencia en la formación del profesorado en tecnologías educativas y en robótica educativa. Su investigación se centra en el desarrollo y uso de las tecnologías, algoritmos inteligentes, representación del conocimiento y arquitecturas cognitivas para la automatización de procesos aplicados a la educación. ORCID: <http://orcid/0000-0002-0493-1019>

Begoña Galián Nicolás. Profesora ayudante doctora en el Instituto de Ciencias de la Educación en la Universidad Politécnica de Madrid, doctora en Educación, graduada en Pedagogía, máster en Investigación, Evaluación y Calidad en Educación de la Universidad de Murcia. Miembro en los grupos de investigación ForPROFE y Compartimos Educación, participando en dos proyectos I+D+i. Entre sus líneas de investigación prioritarias destacan las competencias docentes, la igualdad de género, la evaluación educativa y las relaciones familia-centro educativo. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4114-1884>

José Luis Martín-Núñez. Doctor ingeniero de Telecomunicación y profesor contratado doctor en el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Director del ICE de la UPM y coordinador del Grupo de innovación EduCyT para la Formación del Profesorado en Ciencia y Tecnología. Sus líneas de investigación están orientadas a las tecnologías educativas y la formación del profesorado. Autor de más de 10 artículos en revistas de impacto y más de 30 congresos nacionales e internacionales. Ha sido editor en revistas JCR. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4102-6069>

Ana Jiménez-Rivero. Profesora en el Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Miembro del Grupo de Investigación ForPROFE. Investigadora UPM desde 2012. Doctora con mención internacional por la UPM y premio extraordinario de doctorado. Experta en escritura académica.

mica para investigadores por la Universidad de Salamanca. Coordinadora del proyecto de innovación educativa «Reescribe-T. Aprendizaje basado en retos para la mejora de la competencia de comunicación escrita en el trabajo fin de máster» (IE23.9101). Profesora de cursos de redacción de artículos científicos. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4013-2334>

Alexandra Míguez-Souto. Física y doctoranda en Educación Digital e Innovación. Profesora ayudante en el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad Politécnica de Madrid desde 2022. Miembro del Grupo de Investigación ForProfe y del Grupo de Innovación Educativa EduCyT. Sus líneas de investigación se centran en la implantación de metodologías activas en el aula de educación secundaria y los procesos de evaluación compartida asistidos por tecnologías digitales. Ha sido profesora durante 17 años en centros de educación secundaria. Editora de libros de texto y autora de materiales para diferentes niveles educativos en el área de Matemáticas. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9315-9189>

Sagrario Lantarón Sánchez. Doctora ingeniera industrial por la Universidad Politécnica de Madrid, siendo docente en la UPM desde 1998. Es investigadora en varias ramas, una de ellas la educativa. Forma parte del Grupo de Innovación Educativa de la UPM Pensamiento Matemático, con el que se han obtenido varios premios debido a la intensa actividad de innovación educativa generada. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6616-3641>

Mariló López González. Doctora en Matemáticas por la Universidad Complutense de Madrid y profesora titular de la UPM. Coordina el Grupo de Innovación Educativa de la UPM Pensamiento Matemático y es directora del Aula Taller Museo de las Matemáticas π -ensa de la UPM, un espacio dedicado al acercamiento de las matemáticas a todo tipo de público. Ha recibido diferentes premios relacionados con la innovación educativa y la divulgación matemática. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9974-7918>

Sandro Andrés Martínez. Doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la UPM. Ha impartido docencia en materias de

hidráulica. Ha participado en cuatro proyectos de innovación educativa y dos proyectos de aprendizaje-servicio. Estos están enfocados sobre el aprendizaje basado en retos, en el que los estudiantes deben resolver problemas reales y adquirir destrezas a la vez que sus resultados se convierten en bienes tangibles al servicio de la comunidad. Realizó el Curso de Formación Inicial para la Docencia Universitaria con Módulo Prácticum y Kit de supervivencia para docentes de primeros cursos del Instituto de Ciencias de la Educación de la UPM. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0234-067X>

Rubén Muñoz Pavón. Profesor ayudante del Departamento de Ingeniería Civil: Construcción, donde imparte entre otras asignaturas como Organización de Obras y Metodologías BIM para la Construcción Inteligente. Ha sido además cofundador de la Start-up BIM-Data. Ha sido coordinador de dos proyectos de innovación educativa y ha participado como integrante en otros cuatro, entre los que destaca el uso de nuevas tecnologías digitales como el metaverso, la gamificación o la automatización. Realizó el Curso de Formación Inicial para la Docencia Universitaria con Módulo Prácticum para Docentes de primeros cursos del Instituto de Ciencias de la Educación de la UPM. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3507-9727>

Marcos García Alberti. Doctor Ingeniero de Caminos en el Departamento de Ingeniería Civil: Construcción de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), donde imparte TFG, TFM, Organización de Obras, Metodologías BIM de Proyecto para la Construcción Inteligente y Hormigones Especiales. Ha dirigido más de 50 trabajos fin de estudios y ha participado en más de 20 proyectos de innovación educativa y 9 de aprendizaje-servicio. Es profesor de tres MOOC, trabajando en el aula activamente sobre el fomento de vocaciones STEM, automatización, aula invertida, gamificación y el uso de nuevas tecnologías como videojuegos o el metaverso. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7276-8030>

Juan Carlos Mosquera Feijoo. Doctor ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la UPM, y profesor del área de Medios

Continuos y Teoría de Estructuras en la ETSI Caminos, Canales y Puertos. Ha participado en 12 proyectos de innovación educativa y cuatro proyectos de aprendizaje servicio. Tutela proyectos de fin de titulación en la modalidad de cooperación al desarrollo. En su docencia aplica medios digitales, modelos de aula invertida y de aprendizaje basado en retos con el fin de impulsar en el alumnado el pensamiento crítico y que se sitúe en el centro de sus aprendizajes. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3292-2176>

Andrés Díaz Lantada. Ingeniero industrial (2005) y doctor en Ingeniería Mecánica y Fabricación (2009). Profesor titular de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) en el Departamento de Ingeniería Mecánica. Dirige el Laboratorio de Desarrollo de Productos de dicha universidad y es miembro fundador y actual coordinador del Grupo de Innovación Educativa UPM para la Docencia Innovadora de Máquinas. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0358-9186>

Iciar Pablo-Lerchundi. Doctora en Psicología Social por la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y profesora contratada doctora en el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Secretaria académica del ICE de la UPM desde 2021, miembro del Grupo de Investigación ForProfe y del Grupo de Innovación Educativa EduCyT. Sus líneas de investigación se centran en la formación del profesorado, las competencias docentes, el impacto de estrategias metodológicas activas y la gestión emocional del profesorado. Autora de artículos en revistas indexadas en JCR y SJR y de comunicaciones a congresos del área educativa. ORCID <http://orcid.org/0000-0003-2980-673X>

Maria Yarosh. Doctora en Educación por la Universidad de Deusto, trabaja actualmente como investigadora en la Rijksuniversiteit Groningen, Países Bajos. Como miembro del equipo de la International Tuning Academy desde 2013, primero en España y luego en Países Bajos, coordina y participa activamente en proyectos internacionales enfocados en promover la mejora de la enseñanza universitaria y la implantación de una educación superior centrada en estudiantes. Sus líneas de investigación se

orientan a la búsqueda de enfoques efectivos para estipular la formación continua de docentes universitarios, así como el desarrollo de competencias genéricas clave (p. ej., competencia intercultural o capacidad de aprendizaje autónomo). ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5471-4282>

Susana Sastre-Merino. Doctora ingeniera y profesora contratada doctora en el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Su docencia principal se centra en la formación del profesorado. Pertenece al Grupo de Investigación ForPROFE y al Grupo de Innovación Educativa EduCyT. Sus líneas de investigación se orientan al desarrollo y evaluación de competencias transversales y la educación para el desarrollo sostenible. Autora de más de 15 artículos en revistas de impacto y más de 30 congresos nacionales e internacionales. Actualmente coordina en la UPM el proyecto Erasmus+ EUthMappers y el proyecto Clim-Acción: «Alianza educativa para la acción climática en centros escolares» (Fundación Montemadrid and itdUPM). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9511-3793>

Miguel Marchamalo Sacristán. Profesor titular en la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid y miembro de la comunidad UPM-Water. Sus líneas de investigación se relacionan con la geomática y la restauración hidrológica, y colabora de forma estable con redes de investigación internacionales en América Central, Reino Unido, Portugal y Brasil. Socio fundador de empresas de base tecnológica Ecohidráulica (2005-) y Detektia Earth Surface Monitoring (2019-). Miembro fundador del Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo Humano (itdUPM) y, desde 2018, director de Educación del Nodo de EIT Climate KIC-UPM. Coordinador de proyectos de acción climática y educación, como Young Innovators 2020, Climate Innovation Leadership 2021 y Vegetarting Schools 2021. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9237-4146>

Jana Michalková, PhD. Investigadora en el Departamento de Geografía y Geoinformática Aplicada. Sus principales intereses de investigación abarcan la geografía y el desarrollo regional, los

enfoques de código abierto y los sistemas de información geográfica (SIG) con un enfoque en las tecnologías SIG de código abierto. Es embajadora del grupo QGIS de usuarios eslovacos. Es coorganizadora de Missing Maps Mapathons en Eslovaquia para mapear regiones vulnerables y apoyar a organizaciones humanitarias. Ha establecido el primer capítulo eslovaco de jóvenes mapeadores: UNIPO Mappers. Además, es codirectora del equipo de la Universidad de Prešov para el proyecto Erasmus+ EUth-Mappers. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9302-9109>

Miloslav Michalko, PhD. Investigador universitario y consultor de datos geoespaciales con especialización en herramientas cartográficas abiertas y uso de GIS y OpenStreetMap en el desarrollo regional. En la Universidad de Prešov, se dedica a desarrollar actividades de SIG comunitarias con énfasis en la planificación estratégica regional y la política regional, utilizando herramientas como Mapathons, Community Field Mapping y otras para generar datos espaciales abiertos de alta calidad. Además, como consultor del Banco Mundial desde 2021, participa activamente en el proyecto Catching-Up Regions de la Comisión Europea, donde contribuye a implementar la infraestructura de datos espaciales y la conciencia de datos abiertos para las administraciones regionales de Eslovaquia. También es el coordinador del equipo del proyecto Erasmus+ EUthMappers de la Universidad de Prešov. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2537-0297>

David Sanz Arauz. Geólogo, máster en Restauración Arquitectónica y doctor por la UPM (2009). Profesor de la ETS de Arquitectura, donde imparte Materiales de Construcción y Caracterización y Análisis de Materiales Históricos. Su campo de especialidad consiste en la recuperación y renovación de los materiales existentes para futuras aplicaciones en arquitectura. Es coordinador de la comunidad educativa «The Regenerative Campus», del proyecto de universidades europeas EELISA y secretario del Grupo de Investigación Análisis e Intervención en Patrimonio Arquitectónico. Ha coordinado varios cursos MOOC y ha dirigido proyectos de innovación educativa a través de la interdisciplinariedad y el aprendizaje por retos en contacto con la sociedad civil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5289-3267>

Nadia Vasileva. Arquitecta por la ETS de Arquitectura de Madrid (2009), máster (2011) y doctorado (2017) en Proyectos Arquitectónicos Avanzados por la misma escuela. Premio extraordinario de doctorado (2019). Investigadora visitante en la Universidad de Waseda (Tokio). Compagina su trabajo como arquitecta con docencia, así como con trabajos en los campos del diseño, la fotografía y la traducción especializada. Sus intereses de investigación se centran en el estudio de las manifestaciones idiosincrásicas culturales aplicadas al hábitat doméstico y en el estudio de la aplicación de materiales en el ámbito arquitectónico.

Índice

Prólogo.....	9
1. Reconocer la diversidad en la práctica pedagógica: camino hacia la mejora de la calidad educativa	11
1.1. Punto de inicio: ¿cómo se atiende la diversidad en la educación superior?	12
1.2. Camino al andar: valorando al profesorado en ejercicio en relación con la atención a la diversidad	13
1.3. Hitos alcanzados: ¿qué diferencia al docente adaptativo?..	15
1.4. Lecciones aprendidas: ¿cómo ser docente adaptativo?..	18
1.5. Claves para la transferencia: elementos básicos para atender la diversidad	20
1.5.1. Sensibilización	21
1.5.2. Formación específica y continua	22
1.5.3. Recursos diferenciados	23
1.5.4. Retroalimentación	23
Apoyos	24
Referencias	25
2. Desarrollo de competencias docentes en el diseño de entornos virtuales de aprendizaje	29
2.1. Punto de inicio: la competencia digital docente en la formación de profesorado de secundaria	29
2.2. Camino al andar: aprendemos haciendo	33
2.3. Hitos alcanzados: conocer los resultados para orientar hacia la mejora	39

2.3.1. Resultados de planificación	39
2.3.2. Resultados de implementación	39
2.3.3. Resultados de información	39
2.3.4. Resultados de navegación	41
2.3.5. Resultados de desarrollo del curso.	43
2.4. Lecciones aprendidas: las características de los EVA impactan en la percepción del usuario	44
2.5. Claves para la transferencia: directrices para la mejora del diseño los EVA	47
Apoyos	49
Referencias	50
3. Personalización del aprendizaje en la enseñanza de la tecnología a través de proyectos de aprendizaje- servicio.	53
3.1. Punto de inicio: complejidad de la enseñanza de la tecnología	54
3.2. Camino al andar: experiencia de ApS en la enseñanza de Programación	57
3.2.1. Participantes	58
3.2.2. Instrumentos y procedimiento.	59
3.3. Hitos alcanzados: ¿mejora el ApS la motivación de los estudiantes?	59
3.4. Lecciones aprendidas: retos del ApS.	61
3.5. Claves para la transferencia: luces y sombras de la experiencia de ApS	63
3.6. Conclusiones	65
Apoyos	65
Referencias	65
4. Desarrollar la competencia de comunicación escrita a través del aprendizaje basado en retos y la evaluación formativa.	67
4.1. Punto de inicio: la complementariedad del ABR y la evaluación formativa para desarrollar la competencia de comunicación escrita.	68
4.2. Camino al andar: la experiencia didáctica Reescribe-T, paso a paso	70
4.2.1. El diseño del ABR. Estructura	72
4.2.2. La evaluación formativa. Instrumentos	72

4.3. Hitos alcanzados: progresos en el desarrollo de la competencia de comunicación escrita	76
4.4. Lecciones aprendidas: cuestión de tiempos	80
4.4.1. Momento de implementación de la experiencia para la motivación de los estudiantes	80
4.4.2. Tiempos de dedicación del profesor para atender a un mayor número de estudiantes	81
4.4.3. Limitaciones del estudio	82
4.5. Claves para la transferencia: la experiencia Reescribe-T como base para el desarrollo de otras competencias clave	83
Apoyos	84
Referencias	84
5. Aprender matemáticas ayudando a aprender	87
5.1. Punto de inicio: el Museo π -ensa de la UPM como núcleo de actividad	87
5.2. Camino al andar: acciones y participación de estudiantes universitarios.	91
5.2.1. Los juegos manipulativos.	92
5.2.2. Ejemplos de juegos de lógica manipulativos	94
<i>Desafío 3D</i>	94
<i>Triángulo 23</i>	96
<i>Cierra la caja</i>	97
5.2.3. Concursos	98
5.2.4. Otras actividades	100
5.3. Hitos alcanzados: aprender matemáticas ayudando a aprender.	101
5.4. Lecciones aprendidas: aprendizaje activo y participativo.	104
5.5. Claves para la transferencia: mentorías y aprendizaje manipulativo	105
Apoyos	106
Referencias	106
6. Retos y experiencias de aprendizaje-servicio aplicado a soluciones de bajo coste para la construcción de viviendas en zonas sísmicas	109
6.1. Punto de inicio: las misiones de la universidad, su compromiso social y el ApS.	110
6.2. Camino al andar: alianzas, sinergias, proyectos y destinatarios.	113
6.2.1. Diagnóstico y planificación	114

6.2.2. Ejecución del proyecto	115
6.2.3. Cierre y evaluación de los proyectos	117
6.3. Hitos alcanzados: proyectos constructivos solidarios y cambios	117
6.3.1. Realizaciones	118
6.3.2. Impacto sobre el alumnado	121
6.4. Lecciones aprendidas: misión social de la universidad, sentido de ciudadanía y corresponsabilidad para enfrentar retos globales	123
6.5. Claves para la transferencia: insertar el ApS en los planes de estudio	124
Apoyos	126
Referencias	126
7. Diseño e implementación de experiencias de aprendizaje basado en proyectos exitosas: una metodología educativa para ingeniería con infinitas posibilidades.	129
7.1. Punto de inicio: ¿qué esperar del ABP?	130
7.2. Camino al andar: experiencias de aprendizaje basado en proyectos en ingeniería	132
7.3. Hitos alcanzados: solidez de la formación a través del ABP	136
7.4. Lecciones aprendidas: claves para desarrollar proyectos para la sociedad 5.0	141
7.5. Claves para transferencia: cómo incorporar el ABP a las ingenierías	145
Apoyos	147
Referencias	147
8. Empoderar al alumnado para su transición de la educación secundaria a la universidad	151
8.1. Punto de inicio: concienciando al profesorado	151
8.2. Camino al andar: los retos del alumnado	154
8.3. Hitos alcanzados: recursos para despertar conciencias	157
8.4. Lecciones aprendidas: responsabilizarse del impacto docente sobre la transición	162
8.5. Claves para la transferencia: un kit de concienciación diverso	163
Apoyos	165
Referencias	165

9. Geovoluntariado para el aprendizaje: mapeo abierto y colaborativo para promover el compromiso ambiental y social	171
9.1. Punto de inicio: geovoluntariado para un aprendizaje comprometido social y ambientalmente en educación superior	172
9.2. Camino al andar: experiencias de geovoluntariado en educación superior.	176
9.2.1. Herramientas para proyectos de aprendizaje de geo-voluntariado	179
Mapeo en línea en OpenStreetMap	179
Mapatones	180
Mapeo en campo	181
Organización del grupo y selección de los retos	182
Herramientas para la evaluación	182
9.3. Hitos alcanzados: impacto en el aprendizaje del estudiantado, la oferta educativa y la sociedad	182
9.3.1. Impacto en el aprendizaje y en la oferta educativa	182
9.3.2. Impacto en la sociedad: transferencia de la universidad a centros de educación secundaria	184
9.4. Lecciones aprendidas: fortalezas, debilidades y condicionantes para incorporar el geovoluntariado en educación.	186
9.5. Claves para la transferencia: propuesta de fases para la integración del geovoluntariado en la educación media y superior.	186
Apoyos	189
Referencias	189
10. Innovación educativa y desarrollo sostenible: el uso de papel reciclado para el desarrollo de nuevos materiales. El caso de la comunidad EELISA «El campus circular y regenerativo» en el proyecto de la mejora acústica de dos aulas del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)	193
10.1. Punto de inicio: el reto del estudio de los materiales circulares en el campus universitario	194
10.1.1. Reciclaje de papel y cartón. Estado de la cuestión	195

10.1.2. Taller de nuevos materiales basados en celulosa en la ETS de Arquitectura	196
10.1.3. Taller «Ciudadano experimenta mates»	198
10.1.4. Programa ATHENS marzo 2023: diseño acústico con papel reciclado	199
10.2. Camino al andar: un caso real, materiales circulares del campus para el campus	200
10.3. Hitos alcanzados: valoración del ejercicio como caso de estudio real de espacio para la docencia	205
10.3.1. Resultados preliminares de los ensayos	205
Mediciones acústicas	205
Muestras de papel	207
10.3.2. Proyectos de alumnos	207
10.3.3. Implementación real en curso	210
10.4. Lecciones aprendidas: el aprendizaje basado en proyectos como estrategia de innovación educativa	211
10.5. Claves para la transferencia: factores importantes para la implementación de proyectos de innovación educativa	212
Apoyos	213
Referencias	213
Autoría	215

¡Aún no es tarde! Juntos hacia el aprendizaje 10 experiencias en educación superior y claves para su transferencia

Ser docente en educación superior es una profesión exigente. El ritmo vertiginoso de los cambios en nuestra sociedad exige responder con acierto y rapidez a las necesidades formativas de la ciudadanía que ha de integrarse en el mundo laboral del siglo XXI. Es preciso concebir, diseñar e impartir buenas propuestas formativas, que consideren e integren las demandas y características que definen el contexto actual y a su vez puedan ser proyectadas en el futuro; formar verdaderas comunidades de aprendizaje, con verdadero compromiso ciudadano y social, en los que cada estudiante desarrolle sus capacidades de comprensión de los nuevos conceptos con espíritu crítico y aplicación al entorno real.

Docentes de la Universidad Politécnica de Madrid, en colaboración con profesorado internacional, comparten reflexiones y experiencias en torno a la cuestión de cómo promover el aprendizaje del alumnado de educación superior, en su mayoría de Ingeniería, impulsando su rol protagonista en el proceso. El resultado muestra diferentes ejemplos reales de acciones educativas específicas, con impacto en la mejora de la calidad educativa (ODS 4).

José Luis Martín Núñez y **M.^a Cristina Núñez del Río** comparten pasión y compromiso con la formación para la docencia. En 2019 nace el grupo de investigación para la Formación del Profesorado de Ciencia y Tecnología [ForProfe], liderado por Cristina, y recientemente consolidado. José Luis coordina el Grupo de Innovación Educativa en Docencia de Ciencia y Tecnología [EduCyT] desde 2021. Como director y subdirectora del ICE de la UPM, lugar de encuentro de profesorado de educación superior inquieto y entregado, han liderado la publicación de este conjunto de propuestas.