

Diseño, aplicación y evaluación de metodologías activas de aprendizaje, utilizando TIC en el ámbito de la ingeniería ambiental.

Carmen Hernández-Crespo^a, María AV Pachés^a, Inmaculada Romero^a, Jesús Mengual^b, Juan Andrés González^b, Ramon Barat^a, Javier Paredes^a, Joaquín Serralta^a

^aEscuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, ^bEscuela Politécnica Superior de Gandía (Universitat Politècnica de València).

Abstract

Professionals in the field of environmental engineering require a high capacity for critical and holistic analysis to face the complexity and diversity of the real world. The purpose of the project described in this report is to develop and apply a learning methodology that encourages the training of such capacity and the use of information and communication technologies. The tool used is a social network profile in which students publish the work carried out within the framework of the project. The results have been positive, achieving a high motivation in the students and a good evaluation of the activity on their part.

Keywords: *Active learning methodologies, ICT, critical analysis, social networks, environmental engineering.*

Resumen

Los profesionales del ámbito de la ingeniería ambiental requieren una alta capacidad de análisis crítico y holístico para enfrentarse a la complejidad y diversidad del mundo real. El proyecto descrito en esta memoria tiene como finalidad desarrollar y aplicar una metodología de aprendizaje que fomente el entrenamiento de dicha capacidad y el uso de tecnologías de la información y la comunicación. El medio utilizado es un perfil de red social en el que los estudiantes publican los trabajos realizados en el marco del proyecto. Los resultados han sido positivos, consiguiendo una alta motivación en los alumnos y una buena valoración de la actividad por su parte.

Palabras clave: *Metodologías de aprendizaje activas, TIC, análisis crítico, redes sociales, ingeniería ambiental.*

1. Introducción

En esta comunicación se exponen los principales resultados de un proyecto de innovación y mejora educativa (PIME) dirigido a desarrollar una metodología de aprendizaje activo empleando tecnologías de la información y la comunicación (TIC). El proyecto de innovación docente se ha llevado a cabo en la Escuela de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP) y en la Escuela Politécnica Superior de Gandía (EPSG) de la

Universitat Politècnica de València (UPV) en el curso académico 2017-2018, por profesores del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. El proyecto va dirigido a estudiantes de asignaturas del campo de la ingeniería ambiental, se ha desarrollado en 4 titulaciones, 12 asignaturas y 6 grupos con un total de 118 alumnos. En la Tabla 1 se muestran las titulaciones y las asignaturas en las que se ha desarrollado el proyecto, así como el número de alumnos matriculados en cada asignatura.

Tabla 1. Relación de titulaciones y asignaturas en las que se ha desarrollado el PIME y número de alumnos participantes. Tipo de asignatura: O. (Obligatoria), Op. (Optativa).

Titulación	Asignatura	Número de alumnos
Máster de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente (ETSICCP)	Modelos de Calidad de Aguas Superficiales (Op.)	10
	Modelos de Calidad de Aguas Superficiales en la Gestión de Cuencas (Op.)	10
	Modelación de la Calidad del Agua en el Medio Natural (Op.)	13
Máster Interuniversitario de Ingeniería Ambiental (ETSICCP)	Evaluación de la Calidad Ambiental (O.)	35
	Evaluación de Impacto Ambiental (O.)	16
	Modelación Avanzada de Tratamiento de Aguas (O.)	32
Máster de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP)	Calidad y Contaminación de Aguas (Op.)	4
Grado en Ciencias Ambientales (EPSG)	Fundamentos de Ingeniería Ambiental (O.)	46
	Gestión de materiales y energía (O.)	40
Total participaciones (incluyendo participación de un alumno en varias asignaturas)		206
Total alumnos diferentes		118

Los estudiantes de las áreas pertenecientes al medio ambiente reciben formación en disciplinas tales como química, biología, física, edafología, ingeniería, economía, urbanismo etc. puesto que se espera de ellos que sean capaces de integrar todos estos conocimientos para poder enfrentarse a la complejidad y diversidad de un mundo real. La profesionalidad de los estudiantes también requiere de la capacidad de éstos de comunicar los conocimientos a distintos públicos y sectores de la Sociedad tanto especializados como no, de una forma clara, sencilla y exacta. Todo ello hace que los planes de estudios de estos títulos alberguen formación en dichas disciplinas para dotar al alumno de competencias específicas. Sin embargo, estos conocimientos así adquiridos presentan una cierta tendencia a la fragmentación si no se expone a los alumnos a problemáticas ambientales reales que requieran un análisis holístico y por tanto una puesta en práctica de los conocimientos adquiridos en cada una de las disciplinas anteriormente mencionadas.

En este sentido, el reciente informe de seguimiento de la aplicación del Proceso de Bolonia, redactado por el Parlamento Europeo (2015/2039(INI)) destaca que las reformas de Bolonia han posibilitado la consecución de un avance importante en cuanto a convergencia estructural de las estructuras de educación superior, pero pone de relieve la brecha todavía existente en la adaptación de los sistemas educativos a las necesidades del mercado laboral, con el fin de mejorar la empleabilidad y la competitividad. Así mismo, el informe pone

énfasis en la necesidad de un cambio de paradigma educativo, hacia un enfoque centrado en el estudiante, que contemple su desarrollo personal, destacando la importancia de su participación en la gobernanza del sistema de educación superior.

Es fundamental por tanto encontrar un espacio curricular de integración teórico-práctica de dichas asignaturas y aplicar metodologías de aprendizaje activas que faciliten un acercamiento a la realidad profesional en la que intervendrá el titulado, con el fin de adquirir aprendizajes significativos y desarrollar la capacidad de aprender con otros compañeros y profesionales, intercambiando ideas, opiniones y puntos de vista. Es por ello que este PIME ha pretendido implementar una metodología que fomente el aprendizaje activo de los estudiantes en temas ambientales, desarrollando su capacidad de análisis crítico e integrado y empleando herramientas TIC con las que se encuentran familiarizados. Para lograr estos objetivos el equipo docente abogó por métodos centrados en los alumnos, que desarrollen el pensamiento crítico y aprendizaje autónomo. Se ha demostrado que aquellos procesos de aprendizaje donde el alumno se implica y adquiere un compromiso son más eficientes que aquellos en los que el alumno es un elemento pasivo del proceso (Olmedo, 2013; Fernández, 2006). Además, las metodologías activas favorecen la formación en determinadas competencias transversales y permiten el acercamiento del estudiante a su futura labor profesional (Sancho et al., 2016).

Por otra parte, hay que tener en cuenta que vivimos en la sociedad de la información, caracterizada por la facilidad con la que la tecnología posibilita el rápido intercambio de información y ésta es una realidad que se encontrarán nuestros alumnos cuando accedan al mundo laboral. De este modo, se hace necesario incorporar las TIC en los procesos de aprendizaje, ampliar la concepción de los alumnos como usuarios y fomentar el cambio de rol de los profesores. Todo esto se traduce en procesos de innovación docente apoyadas en las TIC. Por ello, la innovación docente propuesta se ha llevado a cabo generando una plataforma de intercambio de información y conocimientos mediante el uso de una red social donde los usuarios (alumnos y profesores) encuentran un lugar donde desarrollar debates, abordar temas sensibles y complejos, exponer ideas, etc. Otros autores han demostrado las ventajas del empleo de redes sociales en educación superior, tales como la motivación y compromiso de los alumnos, aunque por otro lado también se observa algún inconveniente, como por ejemplo una excesiva inversión de tiempo en algunos casos (Kamarul et al., 2010).

2. Objetivos de la innovación

El objetivo general del PIME es implementar una metodología que fomente el aprendizaje activo de los estudiantes en temas ambientales, desarrollando su capacidad de análisis crítico e integrado y empleando herramientas TIC con las que se encuentran familiarizados.

El objetivo general del proyecto se puede desgranar en los siguientes objetivos específicos:

- Crear una plataforma de intercambio de conocimientos sobre temas ambientales, utilizando para ello un nuevo perfil creado en la red social Facebook. Con ello se pretende crear un soporte donde los alumnos puedan:

- Analizar y evaluar publicaciones en la plataforma de temas relacionados con la problemática ambiental actual.
- Evaluar ideas y reflexiones sobre las publicaciones del resto de compañeros.
- Resolver problemas prácticos, empleando diversos recursos tecnológicos (hojas de cálculo, vídeos, etc.).
- Trabajar de forma cooperativa y mejorar su habilidad de comunicación, mediante la realización de entrevistas a profesionales del sector por ejemplo.
- Ejercitar las trece competencias transversales UPV, poniendo énfasis en:
 - Comprensión e integración de ideas
 - Análisis y resolución de problemas
 - Trabajo en equipo
 - Responsabilidad ética, medioambiental y profesional
 - Comunicación efectiva
 - Pensamiento crítico
 - Conocimiento de problemas contemporáneos.
- Elaborar una rúbrica para evaluar la actividad realizada por los alumnos.

3. Desarrollo de la innovación

La experiencia desarrollada en el presente PIME ha consistido en crear una página web en la red social Facebook que ha sido utilizada por alumnos y profesores a modo de blog sobre temas ambientales. En esta página los distintos grupos de trabajo han ido publicando la tarea realizada en el marco del proyecto e interaccionando con el trabajo de sus compañeros. Al inicio de curso, cada profesor explicó a sus alumnos los objetivos del PIME y las actividades que se proponían para alcanzar dichos objetivos. Las actividades propuestas fueron variadas, todas ellas planteadas de forma que permitieran alcanzar los objetivos del PIME, esto es, que implicasen un análisis crítico y holístico del tema tratado y se presentasen haciendo uso de las TIC (véase Tabla 2).

Se redactó una ficha descriptiva común en la que se explicaban los objetivos y ejemplos de actividad a relizar, que se puso a disposición de los alumnos. Asimismo se elaboró una rúbrica para evaluar la actividad que fueran a desarrollar, también accesible en poliformaT. Esta rúbrica incluía los siguientes criterios de evaluación: cumplimiento de las tareas en plazo, corrección en el lenguaje utilizado, comunicación oral, originalidad y creatividad, variedad y calidad de los contenidos, y grado de análisis holístico alcanzado. La escala de valoración de la rúbrica se dividió en cuatro niveles: inadecuado (0-5 puntos), puede mejorar (5-7), satisfactorio (7-9) y excelente (9-10).

Tabla 2. Descripción de las actividades realizadas por parte de los alumnos.

Tipo de actividad propuesta	Asignaturas
1 Seleccionar una noticia sobre aspectos ambientales y compartirla en la red social	Evaluación de la Calidad Ambiental. Evaluación de Impacto Ambiental.

acompañada de un análisis crítico y holístico del tema tratado, pudiendo tratarse desde vertidos accidentales u otros problemas ambientales hasta cambios en la legislación ambiental.	Fundamentos de Ingeniería Ambiental. Gestión de materiales y energía.
2 Seleccionar una problemática ambiental y realizar un análisis apoyándose en noticias de prensa, informes técnicos y artículos científicos, empleando infografías, vídeos y/o entrevistas a profesionales.	Modelos de Calidad de Aguas Superficiales. Modelos de Calidad de Aguas Superficiales en la Gestión de Cuencas. Modelación de la Calidad del Agua en el Medio Natural. Calidad y contaminación de aguas.
3 Grabar en vídeo la presentación del trabajo práctico de la asignatura, el cual implica el análisis holístico comentado, y realizar una videocorrección de las habilidades comunicativas guiada por el/los profesor/es de la asignatura.	Modelación Avanzada de Tratamiento de Aguas.

Para evaluar el impacto de la plataforma creada, se propusieron una serie de indicadores de progreso como el número de seguidores, el alcance medio de las publicaciones y el número de reacciones a las publicaciones. El éxito académico de la experiencia académica se midió por una parte a través de las calificaciones recibidas por los alumnos en la evaluación de la actividad y, por otro lado, a través de su percepción de la actividad, plasmada con ayuda de una encuesta de satisfacción cumplimentada por todos los grupos participantes.

Por último, se realizó un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) para poder identificar los aspectos a mejorar tanto en la metodología como en la plataforma creada y las puntos fuertes a desarrollar en futuras actuaciones.

4. Resultados

Los objetivos planteados en la innovación docente se han logrado satisfactoriamente. Se ha creado una plataforma (Facebook) de intercambio de conocimientos que ha sido la base de todo el proyecto (Figura 1). El proceso de creación de la página fue participativo: los alumnos eligieron el nombre y el acrónimo de la plataforma utilizada, mostrando ya en este momento entusiasmo y creatividad. El nombre seleccionado fue “Ambiental Activas – ArA” el cual incluye dos palabras que forman parte del título del PIME y el acrónimo es un término en valenciano que refleja la urgencia de actuar ante los problemas ambientales que enfrenta actualmente el planeta. El enlace a la misma es el siguiente: <https://es-es.facebook.com/Ambiental-Activas-ArA-1506276139463682/>.

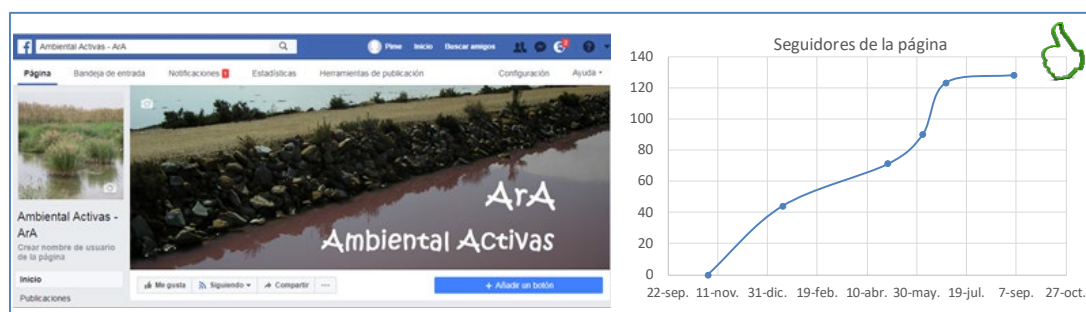


Figura 1. Imagen y dirección web de la página creada en Facebook (izq.) y evolución del número de seguidores (dcha.).

Los trabajos presentados por los alumnos han tenido buena calidad. La revisión previa a la publicación por parte de los profesores ha sido una tarea muy importante ya que se han detectado ciertas carencias de conocimiento en algunos temas transversales. Por ejemplo, en la actividad tipo 2 (Tabla 2) se observó que los alumnos no eran conscientes de la importancia de citar correctamente las referencias empleadas para elaborar sus trabajos ni sabían cómo hacerlo. Finalmente todos los grupos aprendieron a citar correctamente las fuentes consultadas.

En la página creada se pueden observar todos los trabajos publicados por los alumnos. A los estudiantes participantes en la actividad 3 (Tabla 2), debido a que aparecían en las grabaciones realizadas, se les ofreció la posibilidad de publicar o no los trabajos y finalmente todos decidieron no hacerlo, algo entendible al ser la primera vez que presentaban un trabajo ante una cámara. Como además ya habían participado en el PIME en otras asignaturas, conocían la página y la forma de publicar.

A principios de junio se lanzó una nota de prensa a través del Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA), instituto de investigación al que se encuentran adscritos gran parte de los profesores participantes. La noticia fue publicada en la página web del IIAMA¹ y en sus redes sociales así como enviada en su boletín electrónico de noticias nº 31² a los aproximadamente 6000 suscriptores nacionales que tiene. También fue publicada en iAgua³, un portal sobre temas de agua de referencia nacional. Tuvo tanta repercusión que se publicó también en la web de Sogama, Sociedad Gallega del Medio Ambiente⁴. Ello tuvo un impacto notable y aumentó de forma significativa el número de seguidores de la página (véase Figura 1). Los indicadores de progreso utilizados muestran que la publicación con mayor alcance llegó a 288 personas y la que más reacciones (me gusta, comentarios) obtuvo alcanzó 31 reacciones.

¹<https://www.iiama.upv.es/iiama/es/sala-prensa/noticias/fomentar-el-aprendizaje-transversal-de-temas-ambientales-mediante-el-uso-de-las-tic.html>

² <http://www.iiama.upv.es/boletin/boletin31.html>

³ <https://www.iagua.es/noticias/iiama/fomentar-aprendizaje-transversal-temas-ambientales-mediante-uso-tic>

⁴ <http://www.sogama.gal/es/noticia/las-tic-una-herramienta-clave-en-el-aprendizaje-ambiental>

Tabla 3. Calificaciones medias recibidas según tipo de actividad.
Véase el tipo de actividad en la tabla 2.

Tipo de actividad propuesta	Calificación media
1	7.9
2	8.8
3	6.6

La calificación media recibida en la actividad es otro de los indicadores definidos en el proyecto, los resultados se recogen en la Tabla 3. Los aspectos con mayor margen de mejora fueron el de la creatividad y el enfoque holístico, hecho que se tendrá en cuenta en futuros cursos.

La percepción de los estudiantes participantes en el PIME se recogió mediante una encuesta de opinión. En la Tabla 4 se muestran las preguntas formuladas y los resultados obtenidos.

Tabla 4. Resultados obtenidos en la encuesta de opinión cumplimentada por los estudiantes. La escala de valoración es de 5 niveles (1 totalmente en desacuerdo, 2 más bien en desacuerdo, 3 término medio, 4 más bien de acuerdo, 5 totalmente de acuerdo). Los resultados que se muestran representan porcentaje de respuestas obtenidas en cada nivel de la escala.

Aspecto consultado	ESCALA DE VALORACIÓN				
	1	2	3	4	5
OBJETIVOS					
Los objetivos del programa han sido explicados previamente de forma clara y concisa.	0.9	9.6	20.0	47.0	22.6
Los objetivos del programa promueven la integración de las TICs en las diferentes fases del proceso de enseñanza/aprendizaje.	0.9	6.1	20.0	43.5	29.6
ACTIVIDADES					
Las actividades propuestas son interesantes para mejorar mi formación en las materias tratadas en la asignatura.	0.9	8.7	20.0	37.4	33.0
La actividad desarrollada fomenta el trabajo de competencias transversales, en particular:					
— La comprensión e integración de ideas	0.0	4.3	20.0	48.7	26.1
— El análisis y resolución de problemas	0.0	9.6	36.5	33.9	20.0
— Trabajo en equipo	1.8	3.5	18.6	41.6	34.5
— La responsabilidad ética, medioambiental y profesional	0.9	5.2	20.9	41.7	31.3
— La comunicación efectiva	0.0	6.1	20.9	35.7	37.4
— Pensamiento crítico	0.0	3.5	14.8	38.3	43.5
— Conocimiento de problemas contemporáneos.	0.0	3.5	13.0	35.7	47.8
El tiempo dedicado a la actividad es coherente con el objetivo de la misma.	0.0	7.0	27.8	39.1	26.1
El tiempo dedicad a la actividad es coherente con su peso en la evaluación de la asignatura.	1.8	8.8	28.1	38.6	22.8
El manejo de la red social es sencillo.	1.9	4.4	17.5	32.5	36.8
PROFESORADO					
El profesor de la asignatura ha explicado adecuadamente en qué consiste la actividad.	1.7	4.3	13.0	41.7	39.1
El profesor/a de la asignatura ha ofrecido ejemplos y asesoramiento en el desempeño de la actividad.	0.9	5.2	20.9	42.6	30.4

Cabe mencionar que los resultados mostrados en la Tabla 4 son los valores medios obtenidos del conjunto de todas las asignaturas. Los resultados de cada asignatura no se desvían significativamente del resultado global por ello se ha decidido mostrar los resultados globales del total de las asignaturas. A partir de los resultados mostrados, se puede afirmar que en general la actividad realizada ha estado muy bien valorada por parte de los alumnos. En término medio, en torno al 70% de los encuestados está más bien o totalmente de acuerdo en que la actividad ha servido para conseguir los objetivos planteados en el proyecto, el 74% piensa que ha sido de utilidad para reforzar las competencias transversales que tenía por objetivo, y el 63% está satisfecho con el tiempo requerido para realizarla y su peso en la asignatura. La tutorización por parte del profesorado también ha sido bien valorada, con cerca del 80% de los encuestados puntuando con 4 o 5 puntos. Las respuestas en desacuerdo representan menos del 10% en los aspectos peor valorados, concentrándose estas respuestas negativas en la explicación de los objetivos del PIME y en el trabajo de la competencia transversal de análisis y resolución de problemas. Esto es importante conocerlo para mejorarlo y reforzarlo en la aplicación futura del proyecto.

Tras recopilar todos los resultados se realizó un análisis DAFO que se muestra en la Tabla 5. Los resultados permiten plantear mejoras para un futuro, como fomentar una mayor participación e interacción entre los alumnos, tanto dentro de cada asignatura como entre las distintas asignaturas, por ejemplo incluyendo un criterio de evaluación que recoja este aspecto.

Tabla 5. Análisis DAFO del PIME.

Debilidades	Amenazas
Los alumnos manifiestan cierta perplejidad al inicio de curso, relacionada con el carácter innovador de las actividades propuestas, sensación que se va diluyendo al avanzar el curso y haber consultado con los profesores.	Posibilidad de interacción escasa con los trabajos de los compañeros a pesar de la insistencia de los profesores.
El análisis holístico de los problemas ambientales es complejo y no todos los grupos de trabajo han conseguido realizarlo.	Posibilidad de que los alumnos no lleguen a captar los objetivos perseguidos en el proyecto a pesar de las explicaciones y ejemplos de los profesores. Esta amenaza se aligera en el 2º cuatrimestre al tener de referencia los trabajos del 1º cuatrimestre.
Fortalezas	Oportunidades
Motivación de los alumnos ante el desarrollo de una actividad novedosa que va a ser visitable por el público en general.	Posibilidad de llegar a crear una red de trabajo a diferentes niveles geográficos (nacional e incluso internacional dado el carácter internacional del alumnado de los másteres), teniendo la plataforma creada como punto de contacto.
Se propone una gran diversidad de actividades.	Posibilidad de contactar e interactuar con alumnos de otros grados, másters o Escuelas aumentando la red social profesional.
También se despiertan el sentimiento de responsabilidad y creatividad.	
Aprenden a utilizar herramientas audiovisuales, tomar conciencia de problemas ambientales reales que desconocían relacionados con su formación, así como la importancia de citar correctamente las referencias utilizadas.	

5. Conclusiones y proyección de futuro

Las redes sociales pueden ser empleadas como herramientas de aprendizaje activo, favoreciendo el entrenamiento de competencias transversales. La experiencia desarrollada, basada en la creación de una página en la red social Facebook a modo de blog sobre temas ambientales, ha sido valorada positivamente por los estudiantes participantes en el PIME. Los aspectos peor valorados están asociados a la explicación de los objetivos del proyecto y al trabajo de la competencia transversal de análisis y resolución de problemas, por lo que se debe hacer hincapié sobre ellas en futuros cursos. Otro aspecto a reforzar es el fomento de la interacción entre los participantes, que se podría lograr incentivando la participación en la red mediante un criterio de evaluación adicional que recogiese este aspecto.

6. Referencias

- FERNÁNDEZ MARCH, A. (2006). "Metodologías activas para la formación de competencias." *Educatio siglo XXI*, 24 pp. 35 – 56.
- KAMARUL KABILAN, M., AHMAD, N., ZAINOL ABIDIN, M.J. (2010). "Facebook: An online environment for learning of English in institutions of higher education?", *Internet and Higher Education*, vol. 13, p. 179-187.
- OLMEDO MORENO, E. M. (2013). "Enfoques de aprendizaje de los estudiantes y metodología docente: Evolución hacia el nuevo sistema de formación e interacción propuesta en el EEES." *Revista de Investigación Educativa*, vol. 31 (2), p. 411-429.
- PARLAMENTO EUROPEO. 2015/2039(INI). "Informe sobre el seguimiento de la aplicación del Proceso de Bolonia." Comisión de cultura y educación.
- SANCHO FERNÁNDEZ, M., GARCÍA-FAYOS, B. Y ARNAL ARNAL, M. (2016). "Análisis de la mejora del aprendizaje tras la incorporación de metodologías activas en una asignatura optativa del Grado de Ingeniería Química". En *Congreso Nacional de Innovación Educativa y de Docencia en Red*. Editorial Universitat Politècnica de València. <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2016.2016.4407>.