

TIC COLABORATIVA Y COOPERATIVA PARA EL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA EN LOS GRADOS EN INGENIERÍA

Benito V. Dorrio, Javier Vijande, Jesús Blanco, Manuel M. Piñeiro, Ramón Soto, Eduardo Varela
Universidade de Vigo

Se presenta el origen, la estructura y una actualización de valoración de adquisición de competencias de una web cuyos contenidos se basan en el trabajo realizado por alumnado de primero de ingeniería en una propuesta de aprendizaje de Física por indagación. Los resultados son fruto de un Proyecto de Innovación Educativa de la Universidade de Vigo (2011-2013).

1.- Introducción

En los primeros cursos de los grados del ámbito científico y tecnológico aparecen materias de Física con unos contenidos básicos que han permanecido invariables, cuando menos, en las últimas décadas. No es así en cuanto a las herramientas y metodologías que el profesorado tiene a su disposición. Entre estas últimas los recursos relacionados con las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han supuesto una revolución en la forma de entender el aprendizaje en un contexto audiovisual altamente tecnificado y que el alumnado emplea profusamente de un modo práctico e intuitivo. Este parece estar continuamente conectado y compartiendo con su entorno conocimiento formal e informal de manera ordinaria, dando la impresión de que tiene la necesidad de participar activamente en su formación [1].

El reto de incluir este conocimiento en los procesos de aprendizaje pasa necesariamente por una adecuada transferencia de la extensa información existente en la red al aula, sacando ventajas del mundo tecnológico como facilitador de motivación, creatividad y comunicación. En el caso de los conceptos científico-tecnológicos parece imprescindible para ello el dominio de la herramienta matemática adecuada a cada nivel y la realización intensiva de trabajo experimental. Así pues el profesorado debe proponer actividades que favorezcan la adquisición de conocimientos inspiradas en la

investigación, entendiendo que esta construcción supone un cambio gradual en donde el interés es fundamental [2].

Con ese planteamiento se introdujo en las materias Física 1 y 2 de los nuevos Grados en Ingeniería de la Energía y en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos [3], que se imparten en la ETS de Ingeniería de Minas de la Universidade de Vigo, la realización de un desafío experimental [4] en pequeño grupo a lo largo del cuatrimestre [5] integrando la extensa información disponible [6] en diverso formato como valor añadido al proceso formativo. Durante su ejecución, el aprendizaje de contenidos y competencias se produce como una respuesta autónoma a un esfuerzo al resolver un desafío [7]: haciendo preguntas, planteando investigaciones, pensando críticamente, empleando distintas herramientas, comunicando argumentos, ..., algo básico en el mundo profesional de la ingeniería en evolución continua al cual llegan en el futuro nuestros egresados.

Para llevar a cabo esta tarea contamos con la concesión de un proyecto de innovación educativa de la Universidade de Vigo (2011-2013) cuyos objetivos de partida eran: intensificar la actividad investigadora/innovadora del profesorado implicado; potenciar la colaboración entre el profesorado y el alumnado participante; hacer visible las tareas docentes realizadas por el profesorado responsable; incrementar el interés por los contenidos de nuestras materias; renovar el conocimiento asociado al empleo de las actividades manipulativas y adaptarlo a nuestra realidad; estudiar la viabilidad del empleo de las actividades manipulativas en diferentes contornos de aprendizaje; formar personal docente para el diseño y empleo de actividades manipulativas que puedan luego ser introducidas en su práctica diaria [8]; y estudiar la posibilidad de transferir la metodología que se desarrolle en este proyecto a otras disciplinas del ámbito científico-tecnológico [9].

En este trabajo presentamos, como vía para alcanzar estos fines, el desarrollo realizado de una página web de referencia en la que se van incluyendo (actualmente con una centena de propuestas) una selección de los proyectos obtenidos a lo largo del curso académico. Se describe brevemente [10] el proceso de diseño, realización y evaluación de los proyectos que son la base de esa web [11].

2.- Clickonphysics

La realización del proyecto de Física es una oportunidad para aprender y le supone al alumnado la implicación activa en un trabajo cooperativo, entendiendo que un requisito presente en nuestra sociedad ya es la capacidad de trabajar eficientemente con otros. Las tareas a realizar pasan progresivamente por: la elección libre de un proyecto de un listado proporcionado por el profesorado; la organización del trabajo en etapas; el reparto equitativo de las labores; la búsqueda de información de forma individualizada; la asistencia a las convocatorias de seguimiento; el consenso de acuerdos y la gestión autónoma de conflictos; la búsqueda del material necesario; la creación o montaje de un arreglo experimental; la realización y edición de un video que debe ser subido a un repositorio audiovisual en línea; la documentación de su proyecto con una presentación basada en una plantilla; la entrega en plazo; y la participación en la coevaluación mediante una rúbrica [10]. Ese trabajo correctamente realizado supone ahora un 15% de la calificación final del alumnado.

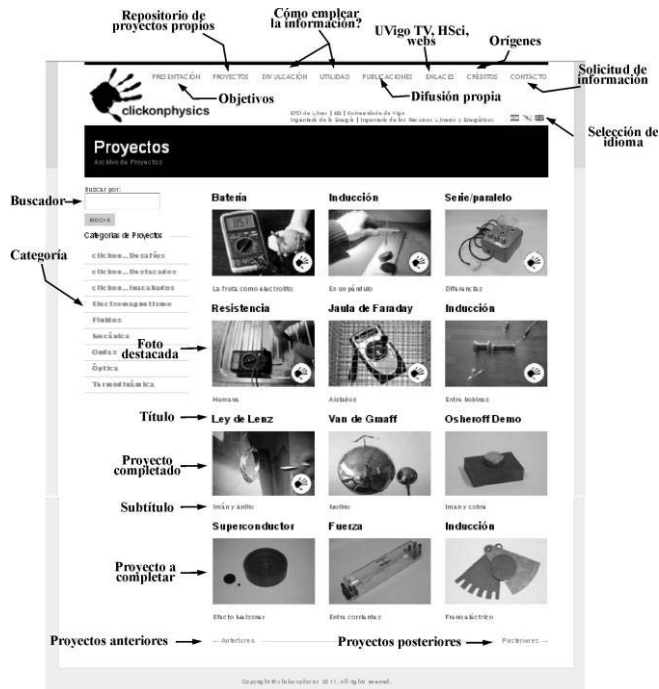


Figura 1: Ejemplo de categoría de proyectos: electromagnetismo

El profesorado, que básicamente debe captar el interés, definir claramente los objetivos del proceso, ofrecer la información previa y sugerir vías de trabajo, se encuentra con una veintena de proyectos al cuatrimestre que debe supervisar durante el desarrollo del mismo y establecer el proceso de su evaluación. Las propuestas que se plantean pretenden mostrar contenidos de la materia contextualizados con aplicaciones cotidianas en actividades abiertas que fomenten la búsqueda y el descubrimiento. Se intenta que lo más importante sea lo aprendido y no la calidad final del proyecto. El resultado global de los mismos es notable y es sobre todo una muestra de las competencias que el alumnado debe adquirir en las materias.

Una vez acabado el cuatrimestre, el material seleccionado formará parte de una página web de referencia implementada con tecnología HTML, XHTML, CSS y PHP [11], de manera que su actualización y mantenimiento sea posible de forma intuitiva para administradores no especialistas. Su contenido se organiza en formato de base de datos donde los campos son pequeños videos documentados que pueden ser visualizados en línea. El diseño del Web Site se ciñe en todo momento a los estándares del W3C tanto en HTML, XHTML como en CSS2, de esta forma puede en todo momento ser visualizado por cualquier navegador. Se cuida expresamente el atractivo estético, la sencillez y accesibilidad. La gestión de los contenidos es responsabilidad del profesorado, que debe supervisar la información que aporta el alumnado. En innumerables universidades anglosajonas puede encontrarse material similar enfocado esencialmente al profesorado propio y ajeno, con moderada información directamente aprovechable por alumnado en formación [12-17]. Esos contenidos multimedia son en muchos casos repeticiones o reinterpretaciones del equipo docente responsable basados en información que puede encontrarse en libros de texto [18-19], artículos en revistas especializadas [20-21] o asociaciones [22-23]. En nuestro conocimiento no existe una propuesta similar de creación de contenidos manipulativos en línea cuyo origen sea el trabajo colaborativo y cooperativo de profesorado y alumnado.

La Figura 1 muestra una captura de pantalla de una de las seis galerías temáticas actualmente visibles: electromagnetismo, fluidos, mecánica, ondas, óptica y termodinámica. Éstas pueden ampliarse en el futuro a fin de incluir otros bloques temáticos relacionados con la Física o incluso temas transversales o interdisciplinarios. En la parte superior de la navegación puede accederse a siete contenidos específicos principales: los objetivos del proyecto de innovación; el vínculo a las diferentes categorías que contienen los contenidos del alumnado; indicaciones sobre el uso docente del material

incluido; las publicaciones propias relacionadas directamente con el proyecto; enlaces a contenido audiovisual, a eventos relacionados con el proyecto y a otras webs; el origen del proyecto y un contacto para requerir más información o enviar sugerencias. Los contenidos se presentan en los idiomas oficiales de nuestra comunidad (gallego y castellano), aunque buena parte de la información en origen sea en otros idiomas, fundamentalmente inglés. Los proyectos se presentan en una tesela matricial de nueve elementos ordenados por fecha de creación. Cuando se completa esa tesela se crea automáticamente una nueva subpágina en la categoría con los nuevos proyectos. Cada proyecto se muestra inicialmente con una foto destacada, un título que suele referirse al concepto principal con el que se relaciona y un subtítulo que pretende de alguna forma despertar la curiosidad o llamar la atención. Un proyecto sin completar incluye, una vez accedido a él, una breve presentación creada por el profesorado y alguna propuesta audiovisual. Para el alumnado esa información puede ser el punto de partida para su proyecto cuatrimestral. Cuando un proyecto ha sido completado se le añade el logo de la web a la foto destacada.

La Figura 2 muestra una captura de pantalla de un proyecto completado de la categoría Ondas (ondas estacionarias). Se indica la fecha de creación; el título y el subtítulo del proyecto; la descripción general incluida por el profesorado; el video propio realizado por el alumnado; un video didáctico diseñado para ser empleado usualmente en el ámbito académico, de alguna universidad, centro de investigación, medio audiovisual, particular, estudiante, museo, asociación..., y visible en un repositorio externo (YouTube, Google Video, DailyMotion o Vimeo); el contexto y fundamentos físicos relacionados con la actividad; el objetivo que se persigue; el material necesario; la metodología de construcción o diseño del prototipo en funcionamiento; algunos resultados gráficos, esquemáticos o numéricos; una explicación del fenómeno observado; palabras clave que permitan realizar una búsqueda adicional; enlaces a otros videos, documentos, hipertextos, simulaciones en línea; bibliografía adicional relacionada con libros de texto de la materia; y finalmente la identificación de la autoría del proyecto y un enlace a la presentación realizada por el alumnado. Toda esta información visualiza parte del trabajo llevado a cabo en las materias, proporcionando información útil, por lo menos, a nuestro alumnado presente y futuro. Las páginas que se generan luego son empleadas en la práctica docente diaria al poder utilizar directamente esa información en la explicación de los conceptos que se desarrollan en el aula. Pueden también servir, por ejemplo, de apoyo a las experiencias de cátedra [4] que se realizan con el mismo o similar material. El envío semanal de los

enlaces a los proyectos a través del servicio de teledocencia de la Universidad de Vigo lleva así parte del trabajo en el aula al entorno cotidiano del alumnado. La información recopilada puede incluso inducir al alumnado interesado a explorar los contenidos de forma independiente.

The image shows a screenshot of the 'Proyectos' (Projects) page on the 'clickonphysics' website. The page is annotated with various labels pointing to specific features:

- Buscador**: Points to the search bar at the top left.
- Categoría**: Points to the 'Categoría de Proyecto' dropdown menu.
- Selección de idioma**: Points to the language selection dropdown.
- Fecha de creación**: Points to the 'Fecha de creación' dropdown.
- Imprimir / Generar pdf**: Points to the 'Imprimir' and 'Generar pdf' buttons.
- Título y subtítulo**: Points to the 'Título y subtítulo' section.
- Descripción general**: Points to the 'Descripción general' section.
- Artículos PT/PE**: Points to the 'Artículos PT/PE' section.
- Video propio**: Points to the 'Video propio' section.
- Video en repositorio externo**: Points to the 'Video en repositorio externo' section.
- Contexto y fundamentos**: Points to the 'Contexto y fundamentos' section.
- Qué se pretende?**: Points to the 'Qué se pretende?' section.
- Cómo se hace?**: Points to the 'Cómo se hace?' section.
- Qué está ocurriendo?**: Points to the 'Qué está ocurriendo?' section.
- Algunos resultados**: Points to the 'Algunos resultados' section.
- Palabras clave**: Points to the 'Palabras clave' section.
- Enlaces a videos, htmls, pdfs, docs, simulaciones, ...**: Points to the 'Enlaces a videos, htmls, pdfs, docs, simulaciones, ...' section.
- PhET**: Points to the PhET simulation link.
- Bibliografía escrita**: Points to the 'Bibliografía escrita' section.
- Autores/as**: Points to the 'Autores/as' section.
- Presentación alumnado**: Points to the 'Presentación alumnado' section.

Figura 2: Ejemplo de proyecto: ondas estacionarias.

3.- Percepción sobre la adquisición de competencias

El Proyecto de Física es una oportunidad más para aprender las competencias necesarias para el desarrollo profesional futuro del alumnado que figuran en nuestra guía docente y en la mayoría de las materias de cualquier grado actual [24]. Para conocer la opinión del alumnado sobre el trabajo ya realizado, al inicio del segundo cuatrimestre se le plantea una encuesta que combina respuestas abiertas con otras que inducen a clasificar su percepción entre una escala numérica. La encuesta se realiza en las primeras sesiones de asistencia obligatoria y es respondida de forma anónima y voluntaria por casi la totalidad del alumnado. La Figura 3 muestra la clara evolución positiva general de las respuestas respecto al efecto del proyecto sobre la adquisición de las competencias de la materia. Mejora también la apreciación personal del alumnado respecto a cursos anteriores [7] los aspectos organizativos, de aprendizaje y valoración final.

Escasas son las observaciones y/o propuestas de mejora que el alumnado plantea en sus respuestas. Algunas justifican los porcentajes obtenidos, como por ejemplo los referidos a la realidad multilingüe en la docencia. Puesto que el alumnado elige el idioma de presentación se infiere que deben facilitársele las plantillas PowerPoint en los dos idiomas oficiales en nuestra comunidad (gallego y castellano) y posiblemente también en inglés. Otros comentarios puntuales se dirigen hacia las posibilidades de elección de miembros en los grupos de trabajo o incluso, equivocadamente a nuestro entender, a la necesidad de realizar el proyecto de forma individual. Aunque en el primer cuatrimestre parece necesario realizar una organización meramente alfabética, en el segundo cuatrimestre se permiten ciertos cambios si el profesorado detecta mal funcionamiento en los grupos iniciales o si la dispersión geográfica de los integrantes dificulta las posibles reuniones de coordinación.

En general el alumnado cree ajustado el porcentaje actual de la nota asignado al proyecto (1.5 ptos/10). El peso de la evaluación escrita en las materias (7.0 ptos/10) y del trabajo estructurado en el laboratorio (1.5 ptos/10) trata de garantizar que el alumnado sigue adquiriendo unos conocimientos mínimos independientemente del trabajo que realice en el proyecto, buscando al mismo tiempo que sea una motivación intrínseca la que lo lleve a comprometerse con él [5]. En este último caso algún alumnado demanda mayores posibilidades de elección independiente del desafío, más amplitud de los conceptos relacionados con el proyecto, mayor difusión del trabajo desarrollado en forma de exposición pública, más libertad de estilo y

diseño en las presentaciones o la inclusión en la tarea documental de aspectos prácticos y cotidianos. Muchas de estas sugerencias ya son tenidas en cuenta en el desarrollo del proyecto y en la difusión de los resultados en la web asociada.

El proyecto de Física...

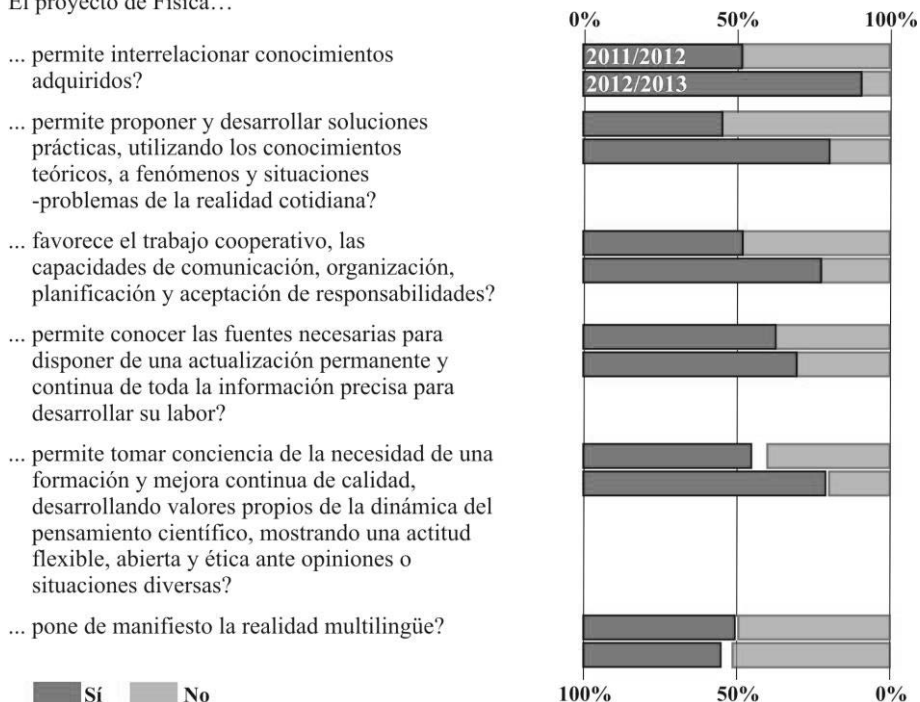


Figura 3: Encuesta que muestra la relación del proyecto de Física y las competencias de las materias. Se comparan los resultados de los cursos 2011-2012 (75 participantes) y 2012-2013 (76 participantes).

4.- Conclusión

El objetivo del proyecto de innovación en curso (2011-2013) es crear contenidos en línea para y con nuestro alumnado, combinando la presentación de conceptos relacionados con las materias de Física 1 y Física 2, el trabajo real experimental, las relaciones personales y las actividades TIC. La creación de la página web añade valor al material creado al visibilizar y difundir uno de los productos del aprendizaje a nivel global, lo que redundará en una mejora de su calidad y un fortalecimiento del vínculo conexión enseñanza-aprendizaje. Puede ser empleado así mismo por

profesorado y alumnado de otras materias y titulaciones, e incluso a nivel preuniversitario [25].

La imagen que el alumnado tiene sobre la influencia que el proyecto ejerce sobre la adquisición de competencias ha mejorado en el curso 2011-2012 (Figura 3), en concordancia con otros estudios similares basados en el aprendizaje por indagación. Aunque el proyecto de Física no es la única herramienta que se emplea, una comparativa del rendimiento académico entre alumnado de cursos anteriores al 2010-2011, donde el aprendizaje basado en proyectos era voluntario y minoritario, y el que se produce ahora de forma obligatoria en el contexto de los grados, indica una mejora de las calificaciones y en la participación en la materia [5]. Esa tendencia sigue manteniéndose en los cursos 2011-2012 y 2012-2013.

La realización de una propuesta como ésta requiere cierto apoyo institucional y la posibilidad de interaccionar con el alumnado en seminarios poco numerosos. La actuación en materias aisladas como la que aquí se plantea tiene un impacto moderado en la adquisición de competencias comparado con las posibilidades de estas metodologías aplicadas de forma generalizada [26]. Sería deseable que otras materias pudieran llevar a cabo estrategias de aprendizaje basadas en la resolución práctica y experimental.

Reconocimiento

Se agradece la financiación recibida (2011-2013) de la Universidade de Vigo para la realización del Proyecto de Innovación Educativa “Actividades Manipulativas en línea para el aprendizaje de la Física en los grados en Ingeniería”. Se agradece la colaboración del profesorado y alumnado de las materias Física 1 y Física 2 en la ETSI de Minas.

Referencias

- [1] OBLINGER, D.G. , J.L. Oblinger (Eds.). Educating the net generation, 2005. Educause: <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/pub7101.pdf>
- [2] BAIN, K.. *O que fan os mellores profesores universitarios*, Colección Formación e Innovación Educativa na Universidade, Univ. de Vigo, 2007.
- [3] E.T.S.E. de Minas. Universidade de Vigo: <http://webs.uvigo.es/etseminas/>
- [4] VÁZQUEZ DORRÍO, J.B, E. GARCÍA PARADA e P.M. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ. *Introducción de demostraciones prácticas para la enseñanza de la Física en las aulas universitarias*. Enseñanza de las Ciencias, 12, 63-65, 1994.

- [5] DORRÍO, B.V, *Una propuesta metodológica para Física de los grados en Ingeniería*. REFIEDU, 5, 12-21, 2012.
- [6] DORRÍO, B.V e A. RÚA-VIEITES (2007). «Actividades manipulativas para el aprendizaje de la Física», *Revista Iberoamericana de Educación*, 42/7, 1-15.
- [7] MARKHAM, T., J. LARMER, J. RAVITZ (2003). *Project Based Learning, a guide to standard-focused Project based learning for middle and high school teachers*, Buck Institute for Education.
- [8] B.V. DORRÍO, B.V (2009). «Un ejemplo de formación del profesorado universitario de las áreas tecnocientíficas», en *La docencia en el nuevo escenario del Espacio Europeo de Educación Superior*, 701-704, Tórculo Ediciones.
- [9] PÉREZ-PÉREZ, C., B.V. DORRÍO y A. COLLAZO-FERNÁNDEZ, (2012). «Aprender haciendo en las asignaturas de Materiales y Tecnología de Polímeros», *Experiencias docentes innovadoras en la Educación Superior*, P. Membiela, N. Casado, M.I. Cebreiros (Eds.), Educación Editora, 159-164.
- [10] DORRÍO, B.V. J. VIJANDE, M.M. PIÑEIRO, J. BLANCO y R. SOTO.(2012) «Aprendizaje basado en mini-proyectos experimentales en las materias de Física de los Grados de Ingeniería», en *Actas de la Jornada de Innovación Educativa 2012*, 313-322, Andavira.
- [11] Clickonphysics: <http://www.clickonphysics.es/cms/>
- [12] Berkeley University: <http://www.mip.berkeley.edu/physics/physics.html>
- [13] Harvard University: <http://sciencedemonstrations.fas.harvard.edu/icb/icb.do>
- [14] Case Western Reserve University: <http://physicsdemos.phys.cwru.edu/>
- [15] Wake Forest University: <http://www.wfu.edu/physics/demolabs/demos/>
- [16] Oregon University: <http://hendrix2.uoregon.edu/~demo/Demo/demo.html>
- [17] Illinois University: <http://demo.physics.uiuc.edu/LectDemo/>
- [18] CUNNINGHAM, J., N. HERR.(1994) «Hands-on Physics activities with real life applications», Wiley.
- [19] EHRLICH, R. (1997): *Turning the World Inside Out and 174 Other Simple Physics Demonstrations*, Princeton University Press.
- [20] The Physics Teacher: <http://tpt.aapt.org/>
- [21] The Physics Education: <http://iopscience.iop.org/0031-9120>
- [22] PIRA: <http://physicslearning2.colorado.edu/Pira/resources/pira-200>
- [23] American Association of Physics Teachers: <http://www.aapt.org/>
- [24] PEDRINACI, E. (2010): *El desarrollo de la competencia científica*», Graó.
- [25] COSTA, M.F.M., B.V. DORRÍO (2010) «Actividades manipulativas como herramienta didáctica en la educación científico-tecnológica». *Revista Eureka sobre Ciencias y Divulgación de las Ciencias*, 7, 462-472.
- [26] <http://www.unimaas.nl/pbl/>

*Xornada
de Innovación Educativa 2013*

Área de Formación
e Innovación Educativa

Xornada de Innovación Educativa 2013

Área de Formación e Innovación Educativa
Vicerreitoría de Alumnado, Docencia e Calidade

Edita: Área de Innovación Educativa. Vicerreitoría de Alumnado, Docencia e Calidade.

Portada: Área de Imaxe da Universidade de Vigo

Imprime: Andavira

ISBN: 978-84-8158-629-9

D.L.: C 744-2014

ÍNDICE

Prólogo	7
Socialwire: Software social para el aprendizaje informal , <i>M.E. Sousa Vieira, J.C. López Ardao, M. Rodríguez Pérez, S. Herrería Alonso, M.Fernández Veiga</i>	11
Implantación de técnicas de aprendizaje activo y colaborativo en asignaturas de ingeniería , <i>Javier Sánchez Real y Jorge Marcos Acevedo</i>	23
Colaboración con el entorno en la formación del alumnado de ingeniería , <i>J. Marcos, M. J. Pintelos, J. Sánchez, M. Suárez, A. M. Mariblanca</i>	39
TIC Colaborativa y cooperativa para el aprendizaje de la física en los grados en ingeniería , <i>Benito V. Dorrio, Javier Vijande, Jesús Blanco, Manuel M. Piñeiro, Ramón Soto, Eduardo Varela Bravo</i>	59
Docencia en aulas multigeneracionales: asignaturas regulares en los programas de mayores , <i>Iñigo Cuiñas, Verónica Santalla, Ana Vázquez Alejos, José A. Gay-Fernández, Pablo Torío</i>	69
O uso de ferramentas tecnológicas no ensino superior moderno: Abordagem integrada e perspectivas de aplicação em caso prático , <i>J. D. Vieira, P. Costa, L. Cunha, J. Lemos, S. Ferreira, L.F. Metello</i>	83
La reflexión sobre el aprendizaje en el aula: el diario de clase , <i>Inmaculada C. Báez Montero y Herminda Otero Doval</i>	95
«The print Factory» transferencia investigación-docencia en Bellas Artes, a través del modelo de metodología creativa aplicada a las técnicas gráficas y al proyecto didáctico libro-arte. , <i>Ann Heyvaert, Ana Soler Baena</i>	107
Estrategias inclusivas para la mejora de la empleabilidad de los estudiantes universitarios con discapacidad de la UNED , <i>Ignacio Rodríguez de Rivera Alemán, Lucía Díez de La Riva, Isabel Santesmases Montalbán, Cristina Ruza y Paz-Curbera, Encarnación Villalba Vilchez</i>	119
Unha experiencia de ensino de gramática galega a través de <i>Socialwire</i> , <i>Xosé Soto Andión</i>	129
Metáforas tecnológicas en el ámbito académico y profesional de la traducción , <i>Joan Miquel-Vergés</i>	143
El aprendizaje basado en proyectos y su aplicación en la enseñanza universitaria a distancia de la arqueología , <i>Alberto Mingo Álvarez, José Manuel Maillo Fernández y Ana María Fernández Vega</i>	157