

Metodologías docentes para la mejora del aprendizaje de programación en grados científicos y de ingeniería*

Miguel Arevalillo-Herráez^a, Salvador Moreno-Picot^a, Paloma Moreno Clarí^b, David Arnau Vera^c, Juan Gutiérrez Aguado^a, Ricardo Olanda Rodríguez^c, Francesc J. Ferri Rabasa^d, José M. Claver Iborra^a
 Profesor Titular^a, Profesora Contratada Doctor^b, Profesor Ayudante^c, Catedrático^d del Departamento de Informàtica de la Universitat de València
 Miguel.Arevalillo@uv.es

1. Introducción

La implantación de los nuevos títulos de grado y la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior implican mucho más que anteriores cambios de planes de estudio. En esta ocasión, no solo consisten en una reestructuración de los estudios, sino que además conllevan un cambio significativo en cuanto a los métodos de enseñanza/aprendizaje utilizados. En este sentido, se plantea una enseñanza más centrada en el estudiante (Iiyoshi et al. 2005) y enfocada hacia la consecución de objetivos y el desarrollo de competencias (CCU 2006, Mauri et al. 2007, David et al. 2007), utilizando para ello técnicas de aprendizaje activo (Holbert et al. 2009).

En este contexto, el *Grupo de investigación en metodologías docentes colaborativas, cooperativas y competitivas* solicitó un proyecto de innovación educativa para llevarlo a cabo durante el curso académico 2010/11, con un presupuesto de 1,500 euros. El grupo presentó una propuesta de carácter genérico que pudiera dar cabida a numerosas acciones individuales realizadas por distintos miembros del grupo, al tiempo que se proporcionase un marco para la discusión y unificación de las acciones. El objetivo principal planteado fue la mejora del aprendizaje de la programación en las titulaciones actuales y en los nuevos grados científicos (por ejemplo Matemáticas, Física, Informática, Multimedia, etc). Para ello, se ha procedido a la realización de iniciativas docentes que nos permitan conseguir los siguientes subobjetivos:

- Subobjetivo 1. Adecuación de los contenidos de las asignaturas correspondientes para que reflejen, de una manera más explícita, su relación con el resto de contenidos propios de cada titulación. Se pretende, por tanto, aumentar la visión de conjunto de la informática y el grado.
- Subobjetivo 2. Desarrollo de materiales siguiendo metodologías de aprendizaje activo, como son el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos. Proponemos un enfoque docente que refuerce el desarrollo de las competencias establecidas en el plan de estudios.
- Subobjetivo 3. Uso de herramientas TIC para incrementar la efectividad del aprendizaje realizado en las sesiones de tutoría. Por ejemplo, la planificación de actividades de tutoría virtual para ser realizadas a través de la plataforma Elluminate Live!.

En el resto del artículo, explicamos brevemente algunas de las acciones llevadas a cabo siguiendo una organización marcada por los subobjetivos. En la sección 2 describimos tres de

* El autor agradece la financiación recibida desde el Vicerrectorado de Convergencia Europea y Calidad de la Universidad de Valencia mediante los proyectos DocenTIC y Finestra Oberta con códigos 18/DI/05/2010 y 47/FO/35/2010; y desde el Ministerio de Ciencia e Innovación, a través del proyecto con código TIN2011-29221-C03-02.

las acciones correspondientes al primer y segundo subobjetivos, relacionadas con la aplicación de metodologías de aprendizaje activo. En la sección 3, detallamos los avances logrados en lo referente al tercer subobjetivo, más relacionado con el uso de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) dentro y fuera del aula. Finalizaremos el artículo exponiendo las conclusiones y nuestras intenciones futuras.

2. Uso de metodologías docentes

Con respecto a los dos primeros subobjetivos, las iniciativas se han centrado en asignaturas de informática, alguna de ellas impartida en títulos de grado de carácter no técnico. Para ello, hemos abordado temas tan diversos como la motivación, la orientación a competencias o la evaluación, dando lugar a estrategias docentes integradas cuyo objetivo principal es la mejora del proceso aprendizaje.

2.1 Experiencia 1: Uso de técnicas de aprendizaje cooperativo

Aunque existe evidencia científica de que el uso de técnicas de aprendizaje cooperativo conduce a un rendimiento académico superior que otras metodologías de enseñanza más tradicionales, es común enfrentarse a problemas de plagio y en difícil garantizar una participación equitativa de los miembros del grupo. En esta experiencia, se utilizó una estrategia docente integrada con la intención de erradicar el plagio, motivar la cooperación y lograr una participación equitativa en las tareas grupales. La técnica se utilizó en la asignatura Lenguajes de Programación, de tercer curso de la titulación de Ingeniería en Informática, y se basa en sustituir la entrega de prácticas por una prueba escrita que versa sobre el trabajo grupal, de forma que se garantice la contribución individual de todos los miembros. Esta prueba se realiza individualmente, pero las notas de cada estudiante dependen también de las obtenidas por el resto de miembros del grupo. En particular, cada alumno obtiene como calificación individual la media entre la suya propia y la calificación media del grupo. De esta manera, se fomenta la ayuda mutua y se incrementa su nivel de compromiso con el grupo. Los resultados han mostrado una mejora significativa en el rendimiento del alumnado, y pueden consultarse de forma detallada en (Arevalillo-Herráez y Claver 2011).

2.2 Experiencia 2: Una metodología integrada orientada al desarrollo de competencias

Como ocurre en todos los títulos de grado, el de Información y Documentación define una serie de competencias específicas y transversales que el alumno que curse la titulación deberá desarrollar, y cada una de las asignaturas de que se compone trabaja algunas de ellas. En concreto, la asignatura *Informática I* pertenece al primer curso de dicho grado y contribuye al desarrollo de las competencias de aprendizaje autónomo, comunicación oral y escrita, toma de decisiones, capacidad de trabajo en equipo y de integración en equipos multidisciplinares y razonamiento crítico en el análisis y la valoración de alternativas.

En este caso, además de enfrentarnos al reto que supone la adopción de nuevos métodos de enseñanza y el desarrollo de competencias, nos encontramos con un problema motivacional bastante común a las asignaturas de informática impartidas en otras titulaciones. En general, los alumnos están poco interesados en aspectos técnicos y debemos afrontar la dificultad de diseñar unos contenidos adecuados a las necesidades propias de la titulación y que a la vez sean interesantes para unos estudiantes cuyo perfil que no es puramente científico. Para ello, es importante establecer el equilibrio adecuado en cuanto a la intensidad y complejidad de los contenidos tratados, y aumentar el número de casos prácticos para que el alumno observe la utilidad real de los conceptos introducidos.

Teniendo en cuenta estos principios, implantamos una metodología docente integrada que hace uso de varias estrategias de enseñanza para aumentar la motivación intrínseca del alumno y contribuir al desarrollo de varias de las competencias transversales del título. Para ello, utilizamos un método de evaluación que combina la realización de actividades de muy diversa índole, incluyendo trabajos prácticos, presentaciones, realización de informes y una prueba

individual escrita. La mayor parte de estas actividades se realizan de forma cooperativa, favoreciendo la interacción entre los estudiantes. Mediante esta metodología, que combina los principios del aprendizaje cooperativo, el ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) (Hmelo-Silver 2004) y el LdL (Lernen durch Lehren - Aprendizaje mediante la explicación) (Ploetzner et al. 1999), hemos conseguido una mejora significativa de los resultados académicos de los estudiantes, lo-grando unas tasas de asistencia a clase y a examen considerablemente superiores a las conseguidas mediante métodos más tradicionales de enseñanza. Los resultados detallados obtenidos mediante la aplicación de esta metodología pueden consultarse en (Grimaldo-Moreno y Arevalillo-Herráez 2011a, Grimaldo-Moreno y Arevalillo-Herráez 2011b).

2.3 Experiencia 3: Una estrategia de evaluación personalizada como estrategia de motivación

En el sistema educativo actual, es habitual que el estudiante concentre la mayor parte de su tiempo de estudio en las fechas cercanas a las pruebas de evaluación. Con el objetivo de fomentar el trabajo constante a lo largo del curso, hemos implantado una metodología docente basada en la evaluación continua y personalizable, que al mismo tiempo ayuda a evitar el plagio. Por un lado, los laboratorios se evalúan in situ mediante una prueba que se realiza durante la sesión, en la que el alumno debe demostrar que ha preparado previamente la práctica y que ha realizado y entendido las actividades realizadas a lo largo de la sesión de laboratorio. Por el otro, en las clases de teoría y problemas, utilizamos trabajos voluntarios consistentes en problemas de dificultad variable y cuya evaluación puede, a elección del alumno, reducir de forma considerable el peso del examen final. Para fomentar el trabajo colaborativo, éstos pueden realizarse opcionalmente en grupo, aunque su evaluación siempre se realiza individualmente en horario de tutorías.

Las calificaciones obtenidas en los trabajos conforman una nota acumulativa. Los trabajos cortos realizados en clase suelen tener un peso de entre 1 y 3 décimas en la nota final. En el caso de los trabajos fuera del aula, su valor está entre 2 y 5 décimas, por ser éstos de mayor dificultad e implicar una mayor dedicación. Para obtener la calificación final de la asignatura, se combinan las obtenidas en los trabajos con la de la prueba final de la asignatura. Para personalizar este sistema de evaluación, el peso de la prueba final es variable, y se calcula en función de la puntuación obtenida en base a la realización de trabajos. En particular, el peso de la prueba final se computa como la diferencia entre el 10 y la calificación obtenida a través de la acumulación de puntos en base a trabajos. La fórmula aplicada para calcular la nota final (N_F) se expone en a continuación:

$$N_F = T + [E * ((10-T)/10)],$$

donde T es la nota de los trabajos realizados y E es la nota del examen final.

La Figura 1 muestra gráficamente cómo se calcula esta nota de teoría siguiendo un modelo tradicional y mediante el modelo planteado.

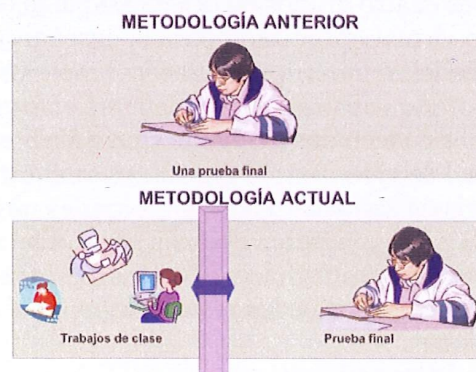


Figura 1. Cálculo de la nota de teoría en función de los trabajos puntuables opcionales realizados por los alumnos. La nota obtenida en los trabajos de clase actúa a modo de barra deslizante en el cómputo de pesos, regulando la importancia del examen final.

3. Uso de herramientas tecnológicas

Con referencia al tercero de los subobjetivos, éste ha sido abordado desde dos perspectivas distintas, tratando la utilización de las TIC en varios contextos diferentes. Dos de las experiencias están relacionadas con el uso de la herramienta Elluminate Live!. En una de ellas, la herramienta se utiliza como medio de apoyo para la realización de tutorías virtuales. En la otra, para permitir la impartición de docencia a distancia. Además, el grupo ha investigado otros posibles usos de la tecnología en contextos docentes, destacando otra experiencia más, que utiliza robots para aumentar la motivación intrínseca del alumnado por la IA (Inteligencia Artificial). Se describen a continuación las tres experiencias mencionadas.

3.1 Experiencia 1: Uso de Elluminate Live! en Tutorías Virtuales

La primera experiencia se refiere a la asignatura de informática, impartida en primer curso de la titulación del grado en Matemáticas. En esta materia, aún con el relativamente pequeño tamaño de los grupos de prácticas (30 alumnos), es complicado poder proporcionar una atención individualizada a todos ellos. En algunas ocasiones, las cuestiones que plantean requieren largas explicaciones. En otras, sin embargo, las dudas que surgen son debidas a problemas de compilación o de uso del entorno. Este tipo de dudas, aunque suelen ser de rápida resolución, son numerosas y requieren la intervención inmediata del docente para que el alumno pueda continuar su labor. En estos casos, la espera a la que en algunas ocasiones debe someterse el alumno implica una pérdida de tiempo al no poder proseguir con la actividad. Este hecho suele causar una sensación de desamparo y frustración, afectando negativamente a su motivación por la asignatura.

El problema es aún mayor cuando este tipo de dificultades ocurre fuera de las sesiones supervisadas por el docente o los alumnos tutores. En estos casos, es habitual que el alumno opte por acudir a sesiones de tutoría individualizadas para resolver este tipo de incidencias, con la consiguiente pérdida del tiempo de desplazamiento y de espera en el caso de que el profesor se encuentre atendiendo a algún otro estudiante. Además, debido a la asiduidad de este tipo de problemas, su resolución es puntual y probablemente vuelvan a sucederse otras situaciones similares durante el resto del ejercicio.

A partir de esta problemática surgió la idea de utilizar laboratorios abiertos, que sin duda contribuyen a paliar este efecto. Sin embargo, no es usualmente factible integrarlos adecuadamente en el horario para los cuatro grupos de prácticas de forma simultánea, lo que suele reflejarse en forma de una baja tasa de asistencia. Por ello, y para incrementar el soporte en la realización de las actividades prácticas y ayudar en la resolución de los problemas de compilación que puedan surgirle al alumno durante la realización de las mismas, se planteó como proyecto piloto en la asignatura la utilización de la herramienta Elluminate Live! para ofrecer tutorías a distancia en dos de los cuatro grupos de prácticas que la cursaban. La herramienta Elluminate Live! es un entorno virtual optimizado para la enseñanza que proporciona, entre otras, las siguientes funcionalidades:

- Comunicación entre usuarios conectados mediante chat o VoIP si se dispone de altavoces y micrófono (con uso opcional de video).
- Compartición y transferencia de archivos.
- Pizarra interactiva.
- Compartición de aplicaciones/escritorio.
- Realización de encuestas y publicación de los resultados.
- Visualización de presentaciones.
- Realización de grabaciones de las sesiones.

Además, la herramienta permite al docente controlar en todo momento los permisos que cada usuario tiene sobre la plataforma, como el acceso a aplicaciones compartidas, o el uso de la pi-

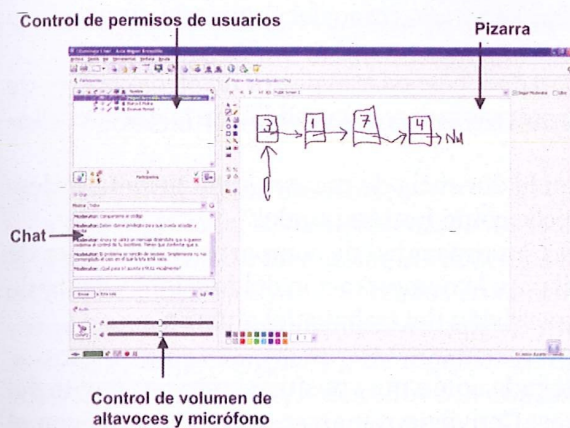


Figura 2. Captura de pantalla de la herramienta Elluminate en funcionamiento..

Adicionalmente, destacan otra serie de ventajas con respecto a las tutorías presenciales: evitan desplazamientos, permiten atender a varios estudiantes simultáneamente, fomentan la cooperación, facilitan la realización de explicaciones a grupos, constituyen una herramienta para el seguimiento del alumno, y proporcionan un entorno de trabajo más relajado que el aula, al permitirles trabajar a su propio ritmo y desde lugares que consideran más cómodos, como su residencia habitual. Los resultados de esta experiencia pueden consultarse en mayor detalle en (Grimaldo-Moreno et al. 2011c, Arevalillo-Herráez 2010)

3.2 Experiencia 2: Uso de Elluminate Live! Para la docencia a distancia

La segunda experiencia en el uso de las TIC se contextualiza en la asignatura *Sistemas inteligentes distribuidos y basados en agentes*, que forma parte del módulo obligatorio en *Aprendizaje, percepción y procesamiento de información visual y multimodal* del Máster oficial universitario en Computación Avanzada y Sistemas Inteligentes impartido por la Universitat de València. En este caso, la herramienta Elluminate Live! se utilizó para la impartición de dos clases teórico-prácticas (a cargo del profesorado del máster) y de un seminario de investigación (realizado por el profesor externo). En todas las sesiones, el docente se encontraba en el extranjero mientras que a los alumnos, a parte de la posibilidad de conectarse desde sus domicilios, se les ofreció un aula universitaria donde un profesor adicional les brindaba su apoyo ante pequeños problemas técnicos surgidos por el uso de la herramienta. Además, dicho profesor se encargaba de moderar, gestionar y organizar la sesión. Todas las sesiones se estructuraron de acuerdo con las siguientes tres fases:

1. El profesor en el extranjero realizaba una presentación en la pizarra interactiva, y planteaba una serie de preguntas que debían ser resueltas por los estudiantes, previa obtención del permiso de edición de la pizarra.
2. El profesor en el extranjero mostraba el funcionamiento de un sistema multiagente, diseñado para simular algún ejemplo concreto mediante la compartición de aplicaciones.
3. Se planteaba una extensión del ejemplo anterior como ejercicio individual. Durante su realización, el profesor en el extranjero respondía dudas particulares mediante el chat privado y, cuando la situación lo requería, los alumnos compartían sus aplicaciones para recibir una supervisión adicional.

De manera general, la aproximación utilizada en este caso ofrece los siguientes beneficios:

- *Compatibiliza la vida docente, investigadora y laboral.* La docencia a distancia permite

un modelo de movilidad más flexible, tanto del profesorado como del alumnado matriculado en los másteres universitarios.

- *Promueve la internacionalización.* La facilidad de incorporar expertos de otros centros de investigación y universidades nacionales o extranjeras favorece la calidad de la docencia impartida.
- *Reduce costes.* La posibilidad de participar en la docencia de manera remota evita el desplazamiento y reduce tanto los costes económicos como los temporales.
- *Facilita la supervisión del trabajo del alumno.* La capacidad de compartir aplicaciones de Elluminate Live! es una funcionalidad muy útil para la demostración del funcionamiento de aplicaciones científicas complejas y para la supervisión del trabajo del alumno.

La experiencia que se ha descrito ha sido catalogada como muy positiva tanto por parte del equipo docente como por parte de los estudiantes. Conviene remarcar el entusiasmo con el que los alumnos recibieron la iniciativa y el alto grado de participación alcanzado durante las sesiones. Al finalizar las mismas, los alumnos mostraron su interés en repetir la experiencia así como, si fuera posible, ampliarla para que incluya a otros investigadores extranjeros que son referencia en el campo de los sistemas inteligentes basados en agentes.

No obstante, cabe destacar que los alumnos hicieron un uso conservador de la herramienta, ya que una media del 60% de los alumnos optó por acudir al aula de la universidad. Por tanto, como objetivo para el presente curso se encuentra el reproducir la experiencia completamente a distancia, de tal manera que tanto los profesores como los alumnos estén separados físicamente. Para más detalles sobre la experiencia véase (Grimaldo-Moreno et al. 2011c).

3.3 Experiencia 3: Uso de robots AIBO

La motivación y el grado de implicación del alumnado en el proceso de enseñanza/aprendizaje son dos factores clave para la consecución de objetivos docentes. Para ello, es fundamental que el alumno observe la aplicación práctica de los contenidos impartidos. Bajo esta premisa, hemos adaptado las prácticas de la asignatura Inteligencia Artificial para que el alumno pueda poner en práctica de forma directa los conceptos aprendidos.

Los AIBOs (Artificial Intelligence roBOts) son robots programables con forma de perro fabricados por la empresa Sony. Estos robots incorporan un procesador, un sistema de visión y motores que permiten el movimiento de las articulaciones (véase Figura 3). Además de haberse utilizado frecuentemente para realizar investigación en inteligencia artificial, por ser un recurso relativamente económico en comparación con otros robots alternativos, la posibilidad de programar su comportamiento les ha hecho especialmente atractivos para su uso en otros campos de aplicación, incluyendo la docencia.

Mediante la utilización de robots AIBO hemos elaborado unos materiales docentes centrados en el aprendizaje activo, consiguiendo una mayor motivación del alumnado y una mejora significativa de su rendimiento académico. Para ello, se han rediseñado tres de las prácticas de las que se compone la asignatura, para que el alumno haga uso de los robots. Para evitar los tiempos de aprendizaje del entorno propietario de los robots ha sido necesario implementar una serie de interfaces para permitir que el alumno pueda interactuar fácilmente con ellos utilizando cualquier lenguaje de programación. Además, mediante un elaborado montaje y un cuidadoso diseño de los enunciados hemos conseguido disminuir los tiempos de aprendizaje del entorno, a la vez que permitimos al estudiante trabajar con problemas reales en un entorno altamente motivador. La experiencia nos demuestra que la introducción de esta tecnología en las prácticas ha contribuido a incrementar la motivación intrínseca de los estudiantes hacia la asignatura, resultando en una mejora significativa de los resultados académicos. Este hecho se ve especialmente reflejado en



Figura 3. Sony AIBO.

las tasas de abandono, que se reducen drásticamente cuando el curso incluye varias prácticas que utilizan los robots. A la vista de los resultados académicos obtenidos, el equipo docente se encuentra actualmente desarrollando nuevos enunciados de prácticas que utilicen los AIBOs para incorporar en el curriculum de la asignatura. Para mayores detalles sobre la experiencia, véase (Moreno-Picot et al. 2010, Arevalillo-Herráez et al. 2011a).

4. Discusión y Conclusiones

En este artículo, se han presentado un total de 6 iniciativas puestas en marcha por el *Grupo de investigación en metodologías docentes colaborativas, cooperativas y competitivas* en lo referente a los objetivos planteados en el proyecto *Implantación de nuevas metodologías docentes para la mejora del aprendizaje de programación en las titulaciones actuales y en los nuevos grados científicos y de ingeniería*. En sus inicios, este grupo estaba compuesto por 5 miembros fundadores, todos ellos con una amplia trayectoria en el campo de la educación. Durante el curso académico 2010/11 se añadieron dos nuevos miembros, quedando constituido de la siguiente forma: Miguel Arevalillo Herráez (Coordinador), Xaro Benavent García, José M. Claver Iborra, Francesc Ferri Rabasa, Ricardo Ferris Castell, Francisco Grimaldo Moreno y Juan Gutiérrez Aguado. Todos los miembros forman actualmente parte del Departamento de Informática de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (Universitat de València), y colaboran activamente en la mejora de calidad docente del departamento.

Pretendemos que estas iniciativas no sean meras acciones puntuales, lo que conlleva un esfuerzo de mejora continua y de elaboración de nuevos materiales docentes que permitan su mantenimiento a los largo del tiempo. Por ello, el grupo ha vuelto a ampliar su tamaño en dos personas más para la convocatoria 2011/12, incluyendo a Salvador Moreno-Picot y Vicente Arnau Llombart, miembros con los que ya se había afianzado una colaboración fructífera en el transcurso del presente proyecto de innovación, como demuestra la existencia de artículos en común (Moreno-Picot et al. 2010, Arnau-Llombart et al. 2011). Asimismo, ha solicitado para el curso académico 2011/12 un nuevo proyecto de innovación cuyos objetivos generales son, en parte, coincidentes con el proyecto que acaba de finalizar.

Además, el grupo continúa colaborando con otras iniciativas de interés docente y generando publicaciones de calidad en colaboración directa con otros grupos de investigación, algunas de ellas indexadas en posiciones relevantes del Journal Citation Reports (Martínez et al. 2011, Arevalillo-Herráez et al. 2010, Arevalillo-Herráez et al. 2011b, Arevalillo-Herráez et al. 2011c). Estas publicaciones se enmarcan en líneas de trabajo tan diversas como el análisis y minería de datos educativos, la utilización de juegos serios, o el uso de herramientas de simulación en contextos docentes.

La estrategia actual del grupo viene marcada por un crecimiento sostenible, realizando incorporaciones de miembros que no solo han expresado su interés, sino que han participado previamente en alguna de las iniciativas llevadas a cabo. Las doce publicaciones que incluyen a algún miembro del grupo en la sección de referencias respaldan el buen funcionamiento del mismo y el interés del personal que lo integra por la mejora docente.

5. Bibliografía

- Arevalillo-Herráez, M.. (2010). Utilización de una herramienta online para la realización de tutorías remotas: una experiencia práctica, *@tic. Revista de Innovación Educativa. Sección DocenTIC*, 5, pp. 57-64.
- Arevalillo-Herráez, M., Morán-Gómez, R., Claver, José M. (2010). Un juego de ordenador para el aprendizaje de la configuración de los componentes de red. *Actas de las XVI jornadas de enseñanza universitaria de la informática (JENUI 2010)*, pp. 421-428, Santiago de Compostela, Spain, July
- Arevalillo-Herráez, M. and Claver, J.M (2011), Assessment technique to encourage cooperative learning in a computer programming course, *International Journal of Engineering Education*, 27(3), pp. 1-8

- Arevalillo-Herráez, M., Moreno-Picot, S., Cavero-Millán, S. (2011a). Arquitectura para utilizar robots AIBO en la enseñanza de la Inteligencia Artificial. *IEEE RITA (Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje)*, 6(1), pp 1-9, 2011
- Arevalillo-Herráez, M., Moreno-Clari, P., Cerverón-Lleó, V. (2011b). Educational Knowledge Generation from Administrative Data, *Educational Technology Research and Development (ETR&D)*, 59(4), pp. 511-527
- Arevalillo-Herráez, M., Morán-Gómez, R., Claver, José M. (2011c). A Computer Game to Learn the basic Configuration of Networking Components. *Computer Applications in Engineering Education*, Aceptado para publicación
- Arnau-Llombart, V., Arevalillo-Herráez, M., Claver, José M. (2011). La evaluación personalizada como estrategia de motivación. *Actas de las XVII jornadas de enseñanza universitaria de la informática (JENUI 2011)*, Seville (Spain)
- CCU (2006). Propuestas para la renovación de las metodologías educativas en la universidad. *Consejo de Coordinación Universitaria, en colaboración con la Comisión para la Renovación de Metodologías Educativas en la Universidad*.
- Davis, M., Amin, Z., Grande, J., O'Neill, A., Pawlina, W., Viggiano, T., Zuberi, R. (2007). Case studies in outcome-based education. *Medical teacher* 29(7), pp. 717-722
- Grimaldo-Moreno, F., Arevalillo-Herráez, M. (2011a). Metodología Docente Orientada a la Mejora de la Motivación y Rendimiento Académico Basada en el Desarrollo de Competencias Transversales. *IEEE RITA (Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje)*, 6 (2), pp 70-77
- Grimaldo-Moreno, F., Arevalillo-Herráez, M. (2011b). Metodologia docent per a l'ensenyament dels fons de la informàtica en els graus no tècnics, *@tic. Revista de Innovación Educativa. Sección Artículos*, 6, pp. , 2011, ISSN 1989-3477
- Grimaldo-Moreno, F., Arevalillo-Herráez, M., López-Iñesta E. (2011c), Utilización de una herramienta de comunicación online para la mejora docente. Dos casos prácticos, *Actas de las XVII jornadas de enseñanza universitaria de la informática (JENUI 2011)*, Seville (Spain)
- Hmelo-Silver, C.E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? ", *Educational Psychology Review*, 16(3), pp. 235-266.
- Holbert, K., Karady, G., Strategies (2009). Challenges and prospects for active learning in the computer-based classroom. *IEEE Transactions on Education* 52(1), 2009, pp. 31-38
- Iiyoshi, T., Hannafin, M., Wang, F. (2005). Cognitive tools and student centred learning: rethinking tools, functions and applications. *Educational Media International* 42(4), pp. 281-296
- Martínez, R.J., Arevalillo-Herráez, M., García, I., Gamón, M.A., Rodríguez, A. (2011). Serious Games for Health and Safety Training. Capítulo de libro en *Serious games and Edutainment applications*, Springer-Verlag, UK, Aceptado para publicación
- Mauri, T., Coll, C., Onrubia, J. (2007). La evaluación de la calidad de los procesos de innovación docente universitaria. Una perspectiva constructivista. *Red U. Revista de Docencia Universitaria*, 1, 2007
- Moreno-Picot, S., Arevalillo-Herráez, M., Cavero-Millán, V. (2010). Utilización de robot AIBO en la enseñanza de la asignatura Inteligencia Artificial. *Actas de las XVI jornadas de enseñanza universitaria de la informática (JENUI 2010)*, pp. 515-518, Santiago de Compostela, Spain, July
- Ploetzner, R., Dillenbourg, P., Praier, M., Traum, D. (1999). Learning by explaining to oneself and to others. In P. Dillenbourg (Ed) *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*. Oxford: Elsevier, pp. 103-121