

XII JORNADAS DE REDES DE INVESTIGACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

El reconocimiento docente: innovar e investigar con criterios de calidad

ISBN: 978-84-697-0709-8



Diseño: Gabinete de Imagen y Comunicación Gráfica de la Universidad de Alicante

XII JORNADES DE XARXES D'INVESTIGACIÓ EN DOCÈNCIA UNIVERSITÀRIA

El reconeixement docent: innovar i investigar amb criteris de qualitat

Coordinadores

María Teresa Tortosa Ybáñez

José Daniel Álvarez Teruel

Neus Pellín Buades

© **Del texto: los autores**

© **De esta edición:**

Universidad de Alicante

Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad

Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)

ISBN: 978-84-697-0709-8

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

LearningApp: Aplicación para dispositivo móvil Android para la difusión de contenidos docentes

M. Antón Rodríguez; F.J. Díaz Pernas; M. Martínez Zarzuela; D. González Ortega

*Departamento de Teoría de la Señal, Comunicaciones e Ingeniería Telemática
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación
Universidad de Valladolid*

RESUMEN

Las asignaturas de las titulaciones de ingeniería suelen sufrir un alto índice de abandono, en buena medida por la desvinculación que se produce del alumno hasta la fecha de entrega de las prácticas o de realización del examen. Una de las posibilidades para reducir este problema es la aproximación de los contenidos docentes a los estudiantes, ya que permitirá aumentar la calidad y la eficacia de los procesos de enseñanza-aprendizaje. En concreto, el uso de los dispositivos móviles (*Mobile Learning*) como recursos interactivos con los que crear una experiencia de aprendizaje, puede mejorar el acceso y la retención de la información. El artículo presente propone una aplicación móvil, *LearningApp*, de contenidos actualizables que permite el acceso a la información de forma atractiva y adaptada al dispositivo, y la evaluación y auto-evaluación de conocimientos. Esta herramienta está desarrollada para el S.O. Android y es alimentada desde la plataforma de aprendizaje Moodle. Para probar la app, se diseñaron contenidos sobre desarrollo web que se emplearon en las asignaturas relativas a este tema en los grados de telecomunicaciones de la Universidad de Valladolid.

Palabras clave: m-Learning, aplicaciones para móviles, Android, asignaturas de programación.

1. INTRODUCCIÓN

El sector de las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) representa un 4.8% de toda la economía de la Unión Europea. Por lo tanto, educar a los futuros ingenieros de telecomunicaciones constituye un importante reto. Tanto los profesores como los estudiantes coinciden en que el aprendizaje de la programación es una de las tareas más difíciles, especialmente para los estudiantes de primero, ya que se frustran fácilmente y pierden la motivación Vega et al. (2013). Aprender a programar es una tarea muy experimental e intensa, exige mucho trabajo adicional a las clases (Brito & Sá-Soares 2014), y además es muy diferente de otras disciplinas en las que los estudiantes están acostumbrados a basarse en fórmulas o procedimientos de memorización. De ahí que es muy importante saber cuáles son los problemas principales que tienen los alumnos a la hora de aprender a programar, de forma que los objetivos principales de las aplicaciones que se desarrollen para apoyar este aprendizaje den solución a esos problemas.

Durante las últimas décadas los investigadores han buscado formas de mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, especialmente de los estudiantes de primeros cursos de programación (Moons & De Backer, 2013). Newstetter & McCracken (2001) realizaron un estudio para tratar de comprender mejor la naturaleza del aprendizaje de programación. Para ello pusieron a prueba las habilidades de los estudiantes que comenzaban a programar, sabiendo de antemano cuáles eran sus conocimientos anteriores sobre el tema. El estudio demostró que la mayoría de los estudiantes de primer curso tienen ideas previas erróneas a la hora de diseñar códigos de programación. Por lo tanto, es esencial desarrollar recursos para investigar sobre los conceptos erróneos de los estudiantes y así conocer realmente qué es lo que no está funcionando de forma completamente adecuada dentro del proceso enseñanza-aprendizaje, así como transmitir de vuelta al alumno cuáles son esos conceptos erróneos y cómo se construyen de forma correcta.

Además de la dificultad inherente de la materia, el problema podría estar causado también por la enseñanza incorrecta de este tema. Pero mejorar el proceso de aprendizaje de la programación requiere emplear una metodología diferente, como puede ser decidir un nuevo orden en la introducción de los conceptos, añadir nuevos elementos, remodelar aquellos existentes y quizá reemplazar o incluso eliminar algunos. Dependiendo del escenario de aprendizaje, será posible planear diferentes intervenciones, y en este sentido, las aplicaciones de e-learning pueden suponer un importante apoyo.

En los últimos años, los sistemas de e-learning se han hecho muy populares en todos los ámbitos de la educación superior. Un LMS (*Learning Management System*) es un sistema de gestión de aprendizaje (software) instalado en un servidor web que se emplea para administrar, distribuir y controlar las actividades de formación no presencial. Este sistema proporciona un entorno operativo en el que un curso on-line puede crearse y posteriormente ser ejecutado (Dodero et al., 2010).

Este software especial se utiliza en la mayoría de las instituciones de aprendizaje que proporcionan una prestación basada en la web. Con su ayuda, se pueden realizar actividades en las que los instructores y los alumnos no necesitan estar presentes en el mismo lugar. El proceso educativo puede darse en cualquier lugar equipado con ordenadores y conexión a Internet. El LMS permite la gestión, entrega, pruebas, comunicación, registro y seguimiento del aprendizaje (Cavus, 2010).

Hay muchos sistemas de LMS en el mercado que se pueden obtener de forma gratuita (Moodle, Claroline, ATutor, etc.) o por medio de pago (Pizarra, WebCT, etc.). Por eso uno de los problemas más importantes en este campo es como elegir el LMS que sea más efectivo y que cumpla con todos los requisitos que se necesiten.

Moodle es uno de los sistemas de gestión de aprendizaje más utilizado. Es una plataforma muy extendida, tanto es así que existen numerosos trabajos que describen diferentes análisis de funcionamiento y aplicaciones desarrolladas para cubrir funcionalidades específicas necesarias en diferentes procesos de aprendizaje (Martín-Blas & Serrano-Fernández, 2009) (Romero et al., 2009) (Antón-Rodríguez et al., 2011) (Escobar-Rodríguez & Monge-Lozano, 2012) (Antón-Rodríguez et al., 2012) (Costa et al., 2012).

El uso de los dispositivos móviles, en concreto, *smartphones* y *tablets*, está proliferando en los últimos años fundamentalmente entre la población más joven, ya que son los usuarios más frecuentes de las nuevas tecnologías. Prácticamente la totalidad de alumnos universitarios utiliza a diario un *Smartphone* con conexión a Internet.

Esto ha provocado un creciente interés en los beneficios educativos que podría tener el uso de estas tecnologías, ya que los dispositivos móviles pueden ser utilizados para promover el aprendizaje en cualquier lugar y en cualquier momento. El problema está en que el desarrollo de estas aplicaciones para móviles es más difícil, ya que requiere el conocimiento de diferentes tecnologías. En el análisis realizado por Martin et al. (2011) se llegó a la conclusión de que hay una falta de marcos y sistemas middleware destinados a facilitar la

creación de aplicaciones de aprendizaje para móviles. Hay aplicaciones basadas en la Web, pero sus funcionalidades a la hora de ser utilizadas en dispositivos móviles son muy limitadas (Martin et al., 2011), no aprovechan todas las capacidades del dispositivo.

Sin embargo, la tecnología móvil, debido a sus características como la portabilidad y la versatilidad, puede revolucionar la educación convencional desde la educación didáctica centrada en el profesor hacia un aprendizaje centrado en la participación de los estudiantes (Looi et al., 2010). La combinación de conectividad y movilidad que ofrecen los dispositivos móviles no puede ser igualada a la de los ordenadores.

Este tipo de aprendizaje (*Mobile Learning*, aprendizaje a través de un dispositivo móvil) se puede utilizar dentro de un programa mixto o como un módulo de aprendizaje independiente. El modo de empleo dependerá principalmente de los objetivos que se deseen cubrir.

A pesar del tamaño del dispositivo, se trata de un recurso interactivo en el que no sólo se pueden presentar documentos “a medida”, sino crear una experiencia de aprendizaje que mejore el acceso y la retención de la información. Ejemplos de ello pueden ser guías de referencia de lenguajes de programación, manuales visuales sobre el desarrollo de prácticas, cuestionarios de evaluación u opinión, videos interesantes, herramientas de comunicación con su entorno...

Sin embargo, no conviene desorientar al estudiante mostrando distintas plataformas formativas para una misma experiencia de aprendizaje, sino un modo diferente y atractivo de acceder a contenidos especializados, pero siempre partiendo de un punto común. Este concepto es importante también para el profesor, no es muy útil ni aceptado tener que acceder a distintas plataformas para la inserción de nuevos contenidos y actividades.

En la Universidad de Valladolid, y en concreto dentro del Grupo de Telemática e Imagen, se utiliza la plataforma Moodle como centro unificado de apoyo a las asignaturas impartidas, en su mayor parte relacionadas con el aprendizaje de la programación. De este modo, el objetivo principal de este trabajo es integrar los dispositivos móviles como apoyo a esta formación pero utilizando Moodle como punto central de aprendizaje on-line.

2. METODOLOGÍA

El punto central de este trabajo es el desarrollo de una aplicación móvil de contenidos actualizables que permita el acceso a información de forma atractiva y adaptada al dispositivo, y la evaluación y auto-evaluación de conocimientos. Esta herramienta es alimentada desde la plataforma de aprendizaje Moodle, que es la utilizada por los autores en su trabajo docente.

De este modo, los profesores acceden a una actividad Moodle encargada de actualizar los contenidos de acceso desde el dispositivo móvil. Y los alumnos acceden tanto a la plataforma Moodle para el seguimiento habitual de la asignatura concreta como a su dispositivo móvil, donde encontrarán información específica y adaptada a estos dispositivos. Estos contenidos se ofrecen también desde el curso concreto de la plataforma Moodle, en el mismo formato o en similar, de modo que no se pueda dar la circunstancia de que aquellos estudiantes que no posean el dispositivo móvil adecuado, no puedan tener acceso a la información utilizada.

2.1 Características técnicas

Para la programación dentro del entorno Moodle ha sido necesario utilizar las siguientes tecnologías web: HTML y XML, JavaScript, PHP, SQL (sobre la base de datos MySQL). Para la aplicación móvil se eligió Android ya que es el sistema operativo más usado en el mundo, con más de un 75% del mercado (Rivera & Van der Meulen, 2014) a finales del año 2013. Desarrollar una aplicación para este sistema operativo supone hoy en día llegar a millones de usuarios de dispositivos móviles de diferentes fabricantes en todo el mundo, y da una muestra de que esta tendencia se encuentra lejos de revertirse en un futuro cercano. Esto lo convierte en una plataforma muy atractiva para el desarrollo de nuevas aplicaciones móviles.

Para el desarrollo de la comunicación entre la aplicación móvil y el servidor Moodle se utilizan los servicios web. Se trata de un tipo de middleware que permite la comunicación entre aplicaciones remotas. Una vez analizadas las características de los diferentes tipos de implementaciones para los servicios web, se decidió utilizar la implementación RESTful por los siguientes motivos.

- Se trata de un tipo de implementación que está basada totalmente en las especificaciones del protocolo HTTP, donde todo actúa como un recurso. Así, un

mensaje se trata igual sea una imagen, uno o varios elementos HTML, archivos de lectura o similares. Por tanto, su sencillez es evidente.

- No es una implementación tan estricta como SOAP, ya que los datos pueden enviarse estrictamente o de forma desacoplada mediante la URI.
- Los mensajes son bastante ligeros, por lo que el rendimiento y la escalabilidad a priori no deberían ser un problema. Este es un factor importante dadas las características de los dispositivos móviles.
- RESTful permite utilizar una representación XML o JSON para el formato de los datos, mientras que SOAP especifica que debe ser XML.

A continuación se determinó que para el formato de los datos que se van a enviar se utilizaría JSON ya que:

- JSON soporta estructuras tipo objetos, que contienen colecciones de pares clave-valor, y tipo arrays de valores. Esto proporciona una gran sencillez en las estructuras.
- No tiene espacios de nombres, ya que cada objeto es un conjunto de claves independientes de cualquier otro objeto.
- No necesita ser extensible, ya que es flexible por sí solo. Puede representar cualquier estructura de datos, pudiendo añadir nuevos campos con total facilidad.
- Es mucho más simple que XML.

2.2 Características funcionales

La aplicación móvil permite la visualización de documentos, la reproducción de audio y vídeo y la realización de cuestionarios tanto para evaluación de conocimientos como encuestas. Desde el módulo Moodle, se pueden asignar a estos recursos a la aplicación móvil, además de diseñar cuestionarios, que se pueden organizar en plantillas de modo que su elaboración no resulte costosa para el profesor.

A continuación se exponen las funcionalidades fundamentales de la aplicación desarrollada.

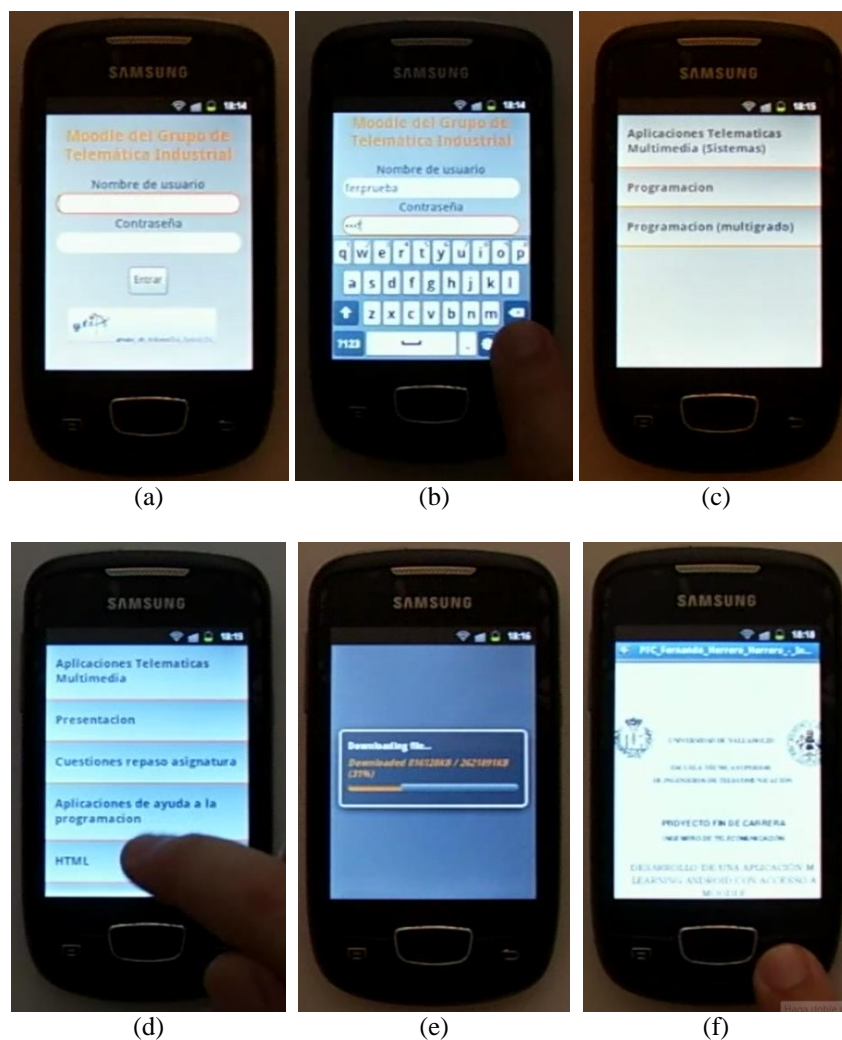
- El profesor puede colocar contenidos en Moodle para que sean accesibles desde la aplicación móvil.
- Estos contenidos son accesibles por los alumnos matriculados en el curso Moodle correspondiente.

- Dado que un alumno puede estar matriculado en más de una asignatura con contenido móvil, al inicio de la aplicación móvil se pregunta al alumno sobre la asignatura/curso a la que quiere acceder.
- Los contenidos se pueden presentar tanto a través de documentos (pdf y html) como a través de ficheros de audio o de vídeo.
- Desde el módulo Moodle se pueden construir cuestionarios a medida que, si se desea, se almacenan en plantillas para su reutilización posterior.
- Estos cuestionarios, que puede ser sobre conocimientos o encuestas, se presentan en la aplicación móvil para su resolución.
- Desde Moodle se puede acceder tanto a las respuestas de los alumnos (independientemente del modo de desarrollo) como a un estudio estadístico sobre las mismas.

La aplicación ha sido pensada para el apoyo de las asignaturas impartidas por el Grupo de Telemática e Imagen, perteneciente al grupo de investigación reconocido Sociedad de la Información. Un amplio porcentaje de estas asignaturas tratan temas relacionados con la programación de ordenadores, por lo que un uso interesante de esta herramienta es tanto para la impartición de conocimientos previos que son necesarios o útiles para cursar la asignatura, como para reforzar aquellos conceptos detectados como erróneos o problemáticos.

Cuando un usuario accede a la aplicación móvil es necesario que se identifique con el nombre de usuario y la contraseña que utilice en la plataforma Moodle (ver Figura 1a y Figura 1b) ya que se necesitan conocer los recursos a los que tiene acceso. Una vez identificado el usuario, se le muestran por pantalla los cursos en los que se encuentra matriculado (ver Figura 1c). Tras la selección del curso al que se desee acceder, se muestran tanto las secciones como los recursos que contienen, aquellos accesibles desde la aplicación móvil (ver Figura 1d). Estos recursos pueden ser documentos, típicamente pdf (ver Figura 1e y Figura 1f) o html (que normalmente usamos más con formato de manual de programación), archivos de vídeo o audio (no es recomendable abusar de ellos para no copar la memoria del dispositivo móvil, aunque son útiles para mostrar diferentes ejemplos de códigos y su funcionamiento), y cuestionarios para la evaluación o auto-evaluación de conocimientos.

Figura 1. Fotos reales del funcionamiento de la aplicación en un proceso de descarga de un documento pdf. a) y b) recogida de los datos de usuario y contraseña para identificación remota en la plataforma Moodle. c) cursos en los que se encuentra matriculado el usuario. d) secciones y recursos a los que se tiene acceso dentro de cada curso. e) descarga y acceso al documento pdf solicitado.



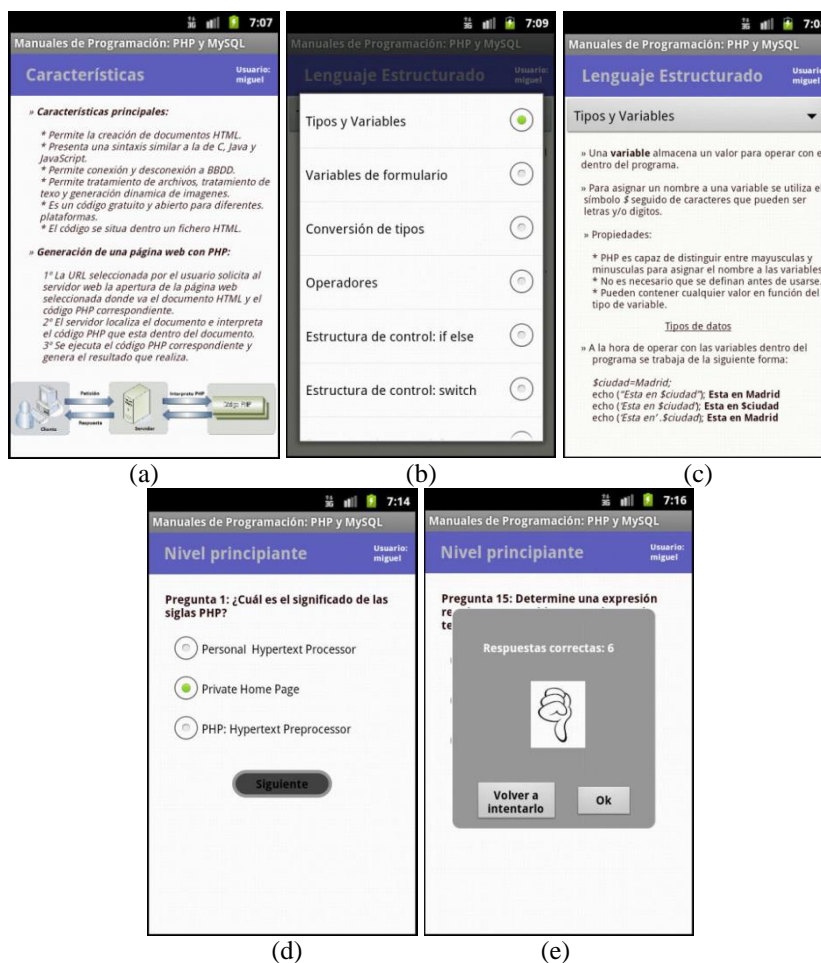
3. RESULTADOS

Teniendo en cuenta la diferencia del tiempo que los alumnos pasan al ordenador personal y el tiempo que pasan delante de un dispositivo móvil (típicamente smartphone), el objetivo que pretende cubrir esta aplicación es que no sea necesario estar delante de un ordenador para permanecer "enganchado" a la asignatura, sino que se pueda hacer de forma amigable en cualquier momento, aprovechando pequeños huecos temporales, como pueden ser viajes en autobús, mediodía, huecos entre clases... De este modo, se propone centrar la atención de los alumnos en pequeñas tareas que suelen tener un límite temporal corto. La idea es que la ejecución de estas tareas proporcione una forma más sencilla de superar la

asignatura que accediendo únicamente al examen final, de modo que los alumnos prefieran esta vía.

El recurso de aprendizaje que se ha definido y se ha puesto en uso durante el curso 2013-2014 con alumnos de Proyecto Fin de Carrera (PFC) es un manual de programación web, que incluye un apartado de errores comunes, y cuestionarios de autoevaluación. En la Figura se puede observar diferentes vistas del manual y cuestionarios creados con *LearningApp* que se utilizaron en el desarrollo de la experiencia. El objetivo era conseguir un aprendizaje, recuerdo o/y ampliación de los conocimientos de la programación web, necesaria para que los alumnos pudieran comenzar el desarrollo del PFC. Para ello se pautó una temporalización de 3 días para ir consultando contenidos, haciendo pruebas de código y realizando cuestionarios de evaluación. Junto con la calificación del cuestionario se ofrecía un ranking que servía de incentivo a los alumnos.

Figura 2. Capturas de emulador que recogen la creación de un manual, a partir de documentos HTML creados desde Moodle, para el aprendizaje de PHP y MySQL y de cuestionarios de auto-evaluación. a), b) y c) Manual de programación d) y e) Cuestionario.



Dado que el número de estudiantes incluidos en la experiencia es escaso, seis, se realiza un análisis cualitativo de la opinión de los alumnos, expresada tanto verbalmente como a través del foro creado para tal efecto. Hay que tener en cuenta que la mayoría han solapado este aprendizaje/recuerdo/ampliación con la realización de las últimas asignaturas de su titulación. La mayoría de los estudiantes (por encima del 80%) consideran la herramienta muy positiva. Algunos comentarios particulares son: *"La app permite acceder a los temas de estudio de forma muy cómoda [...], puedes aprovechar para darles un vistazo en cualquier sitio"*, *"La he usado para conocer camino de clase, en el bus, lo que tocaba repasar y para hacer el cuestionario a la vuelta. Entretenido y útil"*, *"Lo que más me ha gustado es el apartado de errores comunes"*, *"Nos hemos picado a ver quién sacaba más puntos con los cuestionarios..."*

También nos hemos encontrado algunas críticas constructivas entre las opiniones que nos han dado. Algún alumno nos ha comentado que ha echado de menos que se incluyera una funcionalidad para poder escribir en el foro directamente desde la aplicación, lo que está previsto hacer en la siguiente fase de desarrollo. También nos han dicho que lo más adaptado a las características del terminal son los cuestionarios, o la consulta de los errores más comunes, más que la lectura de un manual. Esta cuestión quizá tiene que ver más con los contenidos diseñados que con la propia aplicación.

4. CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones

En este artículo se ha presentado la primera fase de la aplicación de m-Learning *LearningApp*, utilizada para el aprendizaje de programación en los grados de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Valladolid mediante la combinación de los dispositivos móviles y la plataforma Moodle. La experiencia inicial llevada a cabo ha arrojado resultados positivos a pesar de que el contexto ha sido algo diferente al que se pretende aplicar y el tiempo para desarrollar contenidos apropiados para la misma ha sido limitado.

Teniendo en cuenta el desarrollo alcanzado y los resultados obtenidos en la experiencia realizada, se proponen las siguientes líneas futuras:

- Ofrecer desde la aplicación móvil un acceso a los foros del curso Moodle correspondiente.

- Permitir el uso de los juegos serios que se utilizan también en el desarrollo de las asignaturas de programación impartidas por los autores (Antón-Rodríguez et al., 2011), también desde el dispositivo móvil.
- Realizar una experiencia con la herramienta completa en una asignatura diferente al PFC/TFG.

4.2 Agradecimientos

Este trabajo ha sido aprobado y financiado parcialmente por la Universidad de Valladolid dentro del Programa de Proyectos de Innovación Docente 2013-2014.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antón-Rodríguez, M., Martínez-Zarzuela, M., Díez Higuera, J.F, Perozo-Rondón, F.J., Díaz-Pernas, F.J., de la Torre-Diez, I. & González-Ortega, D. (2011). Usage Testing of Game Based Learning in Computer Programming Courses, *Promotion and Innovation with New Technologies in Engineering Education (FINTDI)*, pp. 1-8, 5-6 May 2011. DOI: 10.1109/FINTDI.2011.5948889. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5948889&isnumber=5936409>
- Antón-Rodríguez, M., Pérez-Juárez, M.A., Díaz-Pernas, F.J., Perozo-Rondón, F.J., Martínez-Zarzuela, M. & González-Ortega, D. (2012). Moodle-Based Software to Support the Learning of Web Programming, *International Journal of Knowledge Society Research*, 3(3), 16-28. DOI: 10.4018/jksr.2012070102. ISSN: 1947-8429. URL: <http://www.igi-global.com/article/moodle-based-software-support-learning/70411>
- Brito, M.A. & Sá-Soares, F. (2014). Assessment frequency in introductory computer programming disciplines. *Computers in Human Behavior*, 30, 623-628. ISSN: 0747-5632. DOI: 10.1016/j.chb.2013.07.044. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563213002835>
- Cavus, N. (2010). The evaluation of Learning Management Systems using an artificial intelligence fuzzy logic algorithm. *Advances in Engineering Software*, 41(2): 248-254. ISSN: 0965-9978. DOI: 10.1016/j.advengsoft.2009.07.009. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965997809001744>
- Costa, C., Alvelos, H. & Teixeira, L. (2012). The use of Moodle e-learning platform: A study in a Portuguese University, *Procedia Technology*, 5, 334-343. ISSN 2212-0173. DOI:

- 10.1016/j.protcy.2012.09.037. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017312004689>
- Dodero, J.M., Martínez-DelVal, A. & Torres, J. (2010). An extensible approach to visually editing adaptive learning activities and designs based on services. *Journal of Visual Languages & Computing*, 21(6): 332-346. ISSN: 1045-926X. DOI: 10.1016/j.jvlc.2010.08.007. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1045926X10000480>
- Escobar-Rodriguez, T. & Monge-Lozano, P. (2012). The acceptance of Moodle technology by business administration students, *Computers & Education*, 58(4), 1085-1093. ISSN: 0360-1315. DOI: 10.1016/j.compedu.2011.11.012. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131511002934>
- Looi, C.K., Seow, P., Zhang, B., So, H.J., Chen, W. & Wong, L.H. (2010). Leveraging mobile technology for sustainable seamless learning: A research agenda. *British Journal of Educational Technology*, 41(2): 154-169. ISSN: 1467-8535. DOI: 10.1111/j.1467-8535.2008.00912.x URL: <http://edu.nju.edu.cn/zbh/upFiles/download/2012010350224421.pdf>
- Martín-Blas, T. & Serrano-Fernández, A. (2009). The role of new technologies in the learning process: Moodle as a teaching tool in Physics, *Computers & Education*, 52(1), 35-44. ISSN: 0360-1315. DOI: 10.1016/j.compedu.2008.06.005. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013150800095X>
- Newstetter, W. & McCracken, M. (2001). Chapter 4 - Novice Conceptions of Design: Implications for the Design of Learning Environments, In: Charles M. Eastman, W. Michael McCracken and Wendy C. Newstetter, Editor(s), *Design Knowing and Learning: Cognition in Design Education*, Elsevier Science, Oxford. Pages 63-77. Design Knowing and Learning: Cognition in Design Education. ISBN: 9780080438689. DOI: 10.1016/B978-008043868-9/50004-8. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080438689500048>
- Rivera, J. & Van der Meulen, R. (2014). Gartner Says Annual Smartphone Sales Surpassed Sales of Feature Phones for the First Time in 2013. *Gartner*. Recuperado de: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2665715>. Fecha de última visita: Junio, 2014.
- Romero, C., González, P., Ventura, S., del Jesus, M.J. & Herrera, F. (2009). Evolutionary algorithms for subgroup discovery in e-learning: A practical application using Moodle

data. *Expert Systems with Applications*, 36(2): 1632-1644. ISSN: 0957-4147. DOI: 10.1016/j.eswa.2007.11.026. URL:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417407005933>

Vega, C., Jiménez, C. & Villalobos, J. (2013). A scalable and incremental project-based learning approach for CS1/CS2 courses, *Education and Information Technologies*, 18(2): 309-329. ISSN: 1360-2357. DOI: 10.1007/s10639-012-9242-8. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10639-012-9242-8#>