

Desarrollo y evaluación de un entorno de aprendizaje móvil para el estudio de Física

Manuel Á. González¹, Miguel Á. González², Jesús María Vegas³, Esther Martín², César Llamas³, Oscar Martínez², Carmen Hernández³, Marimar Herguedas²

¹Departamento de Física Aplicada, ETSI Informática, ²Departamento de Física de la Materia Condensada, ETSI Industriales, ³Departamento de Informática, ETSI Informática

email del coordinador/-a manueलगd@termo.uva.es

RESUMEN: Con este proyecto se pretende comenzar a elaborar un entorno de aprendizaje móvil para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la Física. Los componentes fundamentales de este entorno son aplicaciones móviles independientes que los alumnos pueden utilizar como complemento de su aprendizaje formal. Cada aplicación se centra en un fenómeno concreto de la física. Un curso de física se recorre a través de las diferentes aplicaciones. Diferentes cursos harán uso de distintas aplicaciones o las organizarán de manera diferente.

PALABRAS CLAVE: proyecto, innovación, docente, mLearning, física, smartphones, entornos de aprendizaje, aplicaciones

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el uso de ordenadores en educación ha evolucionado desde un aprendizaje basado en programas locales en un ordenador, al uso de recursos en la red y, recientemente, al uso de dispositivos móviles que permiten un acceso más libre a contenidos educativos [1]. El aprendizaje móvil (mLearning) [2,3] también ha incrementado el interés por un aprendizaje personalizado y permanente que permita a los estudiantes participar activamente en el desarrollo de sus propios entornos virtuales de aprendizaje. El interés de los alumnos en las tecnologías móviles puede servir como un incentivo útil para reforzar su trabajo [4] y compromiso [5] en su aprendizaje [4].

Los profesores de física podemos beneficiarnos de otras características de los dispositivos móviles: las crecientes capacidades de smartphones y tabletas, y los sensores incluidos en ellos (giróscopo, acelerómetro, sensor magnético, detectores de luz y proximidad, ...) permiten diseñar experimentos en los que el smartphone se utiliza como herramienta de medida en laboratorios docentes o en actividades diarias [6,7].

Por otra parte, hay un acuerdo general en que el mLearning facilita el acceso a la educación y que puede contribuir a cambiar el modo en que enseñamos o aprendemos, por ejemplo suministrando a los estudiantes herramientas que les habiliten la construcción de su propio aprendizaje [8], facilitando el diseño de un aprendizaje aplicado [9], o un aprendizaje a lo largo de la vida [10]. Finalmente, considerando las capacidades de los dispositivos móviles para facilitar

la comunicación, el mLearning puede mejorar los resultados de aprendizaje al incluir naturalmente la comunicación entre alumnos o entre alumnos y profesor [11].

En este proyecto pretendemos comenzar a desarrollar un entorno de aprendizaje móvil complementario al trabajo en el aula que permita a los alumnos aprender en cualquier momento y en cualquier lugar aprovechando las capacidades de los actuales dispositivos móviles.

OBJETIVOS Y GRADO DE CUMPLIMIENTO

1. Realizar un análisis de experiencias basadas en aprendizaje móvil para mejorar la docencia.

Se han analizado diversas experiencias publicadas hasta el momento. Hasta ahora no hemos encontrado ninguna que proponga un proyecto tan amplio como el descrito aquí. Aunque este es un trabajo que debe continuar para mantenernos al día de los desarrollos de otros colegas el grado de cumplimiento es satisfactorio.

2. Desarrollo de aplicaciones móviles docentes para su uso en el aprendizaje de física. Estas aplicaciones son las piezas básicas del sistema y también las que representan una carga de trabajo mayor en todo el proyecto.

Hasta ahora hay completadas seis aplicaciones móviles (medida de campos gravitatorios y magnéticos, estudio de sistemas de condensadores, resolución de

circuitos de corriente continua, cálculo de la impedancia en circuitos de corriente alterna, inducción electromagnética y relación carga/masa del electrón) y están en proceso de realización cinco (estudio de campo y potencial eléctrico, resistencias equivalentes, smartphone para realizar medidas de cinemática mediante vídeo, uso de los sensores del móvil para medidas físicas y una versión mejorada de medida de campos magnéticos). Todas estas aplicaciones se están desarrollando como Proyectos Fin de Carrera de alumnos de Ingeniería Informática y Trabajos Fin de Grado de alumnos del Grado en Ingeniería Informática. Teniendo en cuenta el volumen de trabajo que todas estas aplicaciones suponen, consideramos que el grado de cumplimiento es muy satisfactorio.

3. Estudio de la medida y evaluación de conocimientos y competencias mediante aplicaciones móviles.

Se han realizado encuestas para analizar el interés de los alumnos por las aplicaciones desarrolladas. También se han analizado los resultados de aprendizaje de los alumnos que las usan. Se ha observado que el uso de estas aplicaciones aumenta el interés de los alumnos en la asignatura, pero los datos sobre influencia en el aprendizaje aún no son definitivos debido al aún limitado conjunto de aplicaciones disponibles. A este respecto cabe también mencionar un trabajo realizado en paralelo. Dos de los miembros de el equipo firmante de este proyecto (MÁG y MÁG) han tutorado trabajos de investigación de cinco alumnos del Bachillerato de Excelencia en este curso. El trabajo que se les propuso consistió en el uso de smartphones para realizar medidas de física y demostrar cómo se puede aprender física con ellos. El resultado fue muy positivo: obtuvieron excelentes calificaciones y tanto ellos como sus tutores mostraron una gran satisfacción por todo lo aprendido y por cómo lo habían hecho. En cualquier caso consideramos que el grado de cumplimiento de este objetivo es satisfactorio.

4. Creación de un portal web con información técnica para los desarrolladores de las aplicaciones.

Este apartado se está comenzando en la actualidad. Contamos para ello con alumnos de Formación Profesional en Artes Plásticas y Diseño, ciclo superior,

que están trabajando con nosotros gracias a un convenio firmado recientemente.

5. El objetivo final de este proyecto es el desarrollo de un entorno de aprendizaje móvil basado en las aplicaciones desarrolladas.

Tal y como se indicaba en el cronograma de la solicitud del proyecto este apartado se comenzará en los últimos meses de la anualidad del proyecto, de modo que actualmente aún no se ha empezado.

HERRAMIENTAS Y RECURSOS UTILIZADOS

Como se ha mencionado, el desarrollo de las aplicaciones móviles está basado en PFC o TFG de alumnos de Informática. Para dicho desarrollo se procura siempre hacer uso de entornos de desarrollo gratuitos que no requieran de ningún tipo de licencia. Para realizar algunas pruebas se cuenta con un terminal móvil cedido temporalmente por el STIC de la UVA.

DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Algunos de los resultados parciales de este proyecto se han presentado en congresos internacionales. En el *Second International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality (TEEM'14)* [12] se presentó un trabajo describiendo la estructura del entorno de aprendizaje móvil y aspectos técnicos de las aplicaciones, y se mostraron ejemplos de las aplicaciones disponibles entonces. Esta comunicación describía los resultados obtenidos hasta entonces correspondientes a los objetivos 2, 3 y 5 indicados anteriormente. La comunicación presentada [13] y la presentación realizada se añaden a este informe como Anexos I y II. Nuestro trabajo fue recibida con bastante interés. La publicación se ha difundido mediante una red social científica (researchgate.net) siendo vista por aproximadamente 170 usuarios de la red y descargada por 90 desde su publicación [14]. Desde la web de la Association for Computing Machinery (ACM) este trabajo se ha descargado otras 35 veces hasta el momento [15].

En el congreso XVI Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE 2014 [16] se presentó otra comunicación oral describiendo algunos resultados obtenidos en un estudio sobre el uso de los dispositivos móviles por los estudiantes. Es un estudio básico para analizar el interés de los estudiantes por el proyecto y para estudiar cómo estructurar el trabajo en el entorno que se pretende desarrollar. La comunicación fue publicada como artículo corto por la biblioteca digital IEEEExplore [17, 18] y se ha publicitado en redes sociales [19]. Esta publicación se añade a este informe como Anexo III.

También se ha enviado un artículo [20] describiendo nuestro trabajo a la revista *Journal of Cases on Information Technology* [21], por expresa invitación de los editores. En él se describe nuestro trabajo no sólo desarrollando aplicaciones para el entorno objetivo de este proyecto, sino también analizando otras aplicaciones que se utilizan en la enseñanza de la Física, dentro del objetivo 1 de este proyecto como se ha descrito más arriba. Este artículo se encuentra en proceso de publicación.

Por último, como resultado de nuestro trabajo hemos recibido una invitación para participar en el congreso 20th International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning [22] que se celebrará en Munich. En dicho congreso participaremos como ponentes en una mesa redonda sobre el uso de los dispositivos móviles en la enseñanza de la física.

DISCUSIÓN DE ALGUNOS RESULTADOS

Las tablas 1 y 2 muestran algunos resultados obtenidos en el estudio del uso de los dispositivos móviles por los alumnos. Resulta interesante ver que pese a que el número de alumnos que habitualmente utilizan dispositivos móviles en su estudio es todavía bajo (aunque con una tendencia claramente creciente), la mayoría de los alumnos ven el uso de esos dispositivos como algo útil o muy útil en actividades relacionadas con el estudio.

Tipo de dispositivo	Nunca	Alguna vez	Siempre
Smartphone	51.4	36.9	11.7
Tableta	81.1	12.6	6.3
Ebook	91.0	7.2	1.8

Tabla 1. Porcentaje de alumnos que utilizan diferentes dispositivos como complemento al estudio.

Actividad	Nada útil	Útil	Muy útil
Buscar información	9.0	39.6	51.4
Acceder a información	11.7	38.7	49.6
Compartir información	14.4	46.0	39.6
Organización del trabajo	24.3	36.1	39.6

Tabla 2. Percepción por los estudiantes de la utilidad de los dispositivos móviles como ayuda al estudio.

Totalmente desacuerdo	0	1	2	3	4	Totalmente de acuerdo	Media ± desv. media
La app ofrece herramientas para apoyar el aprendizaje							
0.0	0.0	2.9	37.1	60.0	3.6 ± 0.7		
0.0	3.7	3.7	40.7	51.9	3.4 ± 0.7		
Es interesante incluir herramientas de comunicación en la app							
2.9	11.4	25.7	28.6	31.4	2.7 ± 1.1		
7.4	7.4	11.1	37.0	37.0	2.9 ± 1.2		
La app estimula la curiosidad y el aprendizaje							
0.0	2.9	22.9	42.9	31.4	3.0 ± 0.7		
0.0	0.0	25.9	44.4	29.6	3.0 ± 0.5		
La app permite actividades que son más difíciles en un aprendizaje tradicional							
3.0	12.1	24.2	36.4	24.2	2.7 ± 1.1		
0.0	14.8	18.5	40.7	25.9	2.8 ± 0.9		
El uso de la app es interesante y divertido							
0.0	2.9	31.4	40.0	25.7	2.9 ± 0.7		
0.0	7.4	29.6	40.7	22.2	2.8 ± 0.8		
Los test en las apps son herramientas de aprendizaje útiles							
0.0	0.0	14.3	51.4	34.3	3.2 ± 0.6		
0.0	0.0	14.8	44.4	40.7	3.3 ± 0.7		

Tabla 3. Algunas respuestas de los estudiantes a las aplicaciones desarrolladas mostrando su interés por el trabajo con ellas como complemento del aprendizaje.

También hemos analizado el interés de los alumnos en las aplicaciones desarrolladas y su opinión de las mismas desde el punto de vista del aprendizaje. Parte de sus respuestas se muestran en la tabla 3. Como se ve los alumnos valoran positivamente el trabajo con las aplicaciones y sus posibilidades como ayuda en la enseñanza.

La Figura 1 muestra dos capturas de pantalla de una de las aplicaciones desarrolladas, en concreto sobre cómo resolver circuitos de corriente alterna. El desarrollo de las aplicaciones actuales nos ha permitido ver algunas ventajas e inconvenientes del sistema con mayor claridad. La principal ventaja es la construcción modular del entorno, con aplicaciones independientes que pueden incluirse en el sistema y utilizarse según se van implementando. El mayor problema que puede surgir al utilizar el entorno aparece al plantear la evaluación de los alumnos a partir de su trabajo con las aplicaciones. En este sentido hemos realizado avances según hemos trabajado, pero aún queda la dificultad última que aparece en todas las pruebas 'a distancia': garantizar que quien envía los resultados es quien dice que es. En este aspecto exploraremos en próximas aplicaciones ideas basadas en biometría.

CONCLUSIONES

El proyecto propuesto avanza según lo previsto. Es un proyecto ambicioso en el sentido de que se propone un trabajo amplio que requiere el desarrollo de gran número de materiales nuevos, tanto aplicaciones móviles como entornos

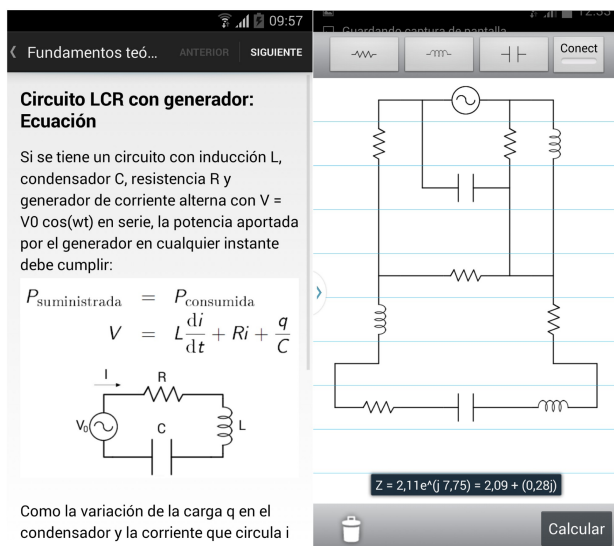


Figura 1. Capturas de pantalla de una de las aplicaciones desarrolladas. A la izquierda parte de la descripción teórica y a la derecha ejemplo de circuito montado por el usuario usando la aplicación.

web, por lo que requerirá de varios años para adquirir una forma completa. Sin embargo esperamos que a finales de este proyecto esté disponible una primera versión con alrededor de una decena de aplicaciones móviles disponibles para los alumnos así como un entorno web funcional. Las encuestas realizadas a los alumnos que han utilizado las aplicaciones ya finalizadas han mostrado su interés en el trabajo con ellas. Por otra parte, profesores de otras universidades también se han mostrado interesados en la utilización de este tipo de aplicaciones con sus alumnos. Ambos resultados suponen para nosotros una realimentación muy positiva de los resultados de nuestro trabajo.

REFERENCIAS

1. Vavoula G. and Karagiannidis C. in *Advances in Informatics*. Springer Berlin Heidelberg (2005), pp. 534-544.
2. Caudill. J., *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 8 (2007), 1-13.
3. Keegan D., *The future of learning: From eLearning to mLearning*, FernUniversität, Hagen, Germany, (2002) ISSN-1435-9340.
4. Markett, C. et al., *Computers & Education* 46, no. 3 (2006), 280-293.
5. Liu, T.C. et al., *Journal of Computer Assisted Learning* 19, no. 3 (2003), 371-382.
6. Falcão Jr A.E.G. et al., *The Physics Teacher* 47, no. 3 (2009), 167-168.
7. Patrik V. et al., *The Physics Teacher* 49, no. 6 (2011), 383-384.
8. de la Pena-Bandalaria M. *International Review of Research in Open and Distance Learning* 8 (2007), 1-15.

9. Traxler J., *Defining, The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 8 (2007), 1-12.
10. Sharples M. et al., *Proceedings of mLearn (2005)*, 1-9.
11. Nyiri K. *Proceedings of the IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (2002)*, 121-124
12. <http://teemconference.eu/2014/>
13. González, M. Á., González, M. Á., Llamas, C., Martín, M. E., Vegas, J., Martínez, Ó., Hernández C. and Herguedas, In *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (2014)* pp. 349-355. ACM.
14. https://www.researchgate.net/publication/266327391_Mobile_Phones_for_Teaching_Physics_Using_Applications_and_Sensors
15. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2669923>
16. <http://research.unir.net/siie2014/>
17. Hernandez, C., Vegas, J., Llamas, C., & Gonzalez, M. A. In *Computers in Education (SIIE), 2014 International Symposium on (2014)* pp. 223-226. IEEE.
18. <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/abstractMetrics.jsp?arnumber=7017734&tag=1>
19. https://www.researchgate.net/publication/268520475_A_survey_on_mobile_devices_use_by_university_students
20. González, Miguel A., González, Manuel A., Martín. E., Llamas, C. Martínez, O., Vegas, J., Herguedas. M., Hernández, C. *Journal of cases on Information Technology. Journal of Cases on Information Technology* 17, no 1 (2015), 31-50.
21. <http://www.igi-global.com/journal/journal-cases-information-technology-jcit/1075>
22. <http://www.en.didaktik.physik.uni-muenchen.de/mptl/index.html>

ANEXOS

- PID_1415_092_Anexo 1.pdf*
- PID_1415_092_Anexo 2.pdf*
- PID_1415_092_Anexo 2.pdf*

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al STIC el préstamo de un terminal móvil para la realización de pruebas de las aplicaciones que se desarrollan en el marco de este proyecto. Igualmente agradecemos a la Universidad de Valladolid la ayuda económica prestada dentro del marco de estos Proyectos de Innovación Docente, con la que hemos podido presentar nuestros trabajos en varios congresos, en los que hemos ampliado nuestra red de colaboradores.