

## DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA VIRTUALIZACIÓN DE LABORATORIOS DE CIENCIAS

### DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION FOR THE VIRTUALIZATION OF SCIENCE LABORATORIES

E. Sánchez López<sup>1</sup>, G. Martínez García<sup>1</sup>, M.D. Esquivel Merino<sup>1</sup>, A. Membrillo Del Pozo<sup>1</sup>, R. González Merino<sup>2</sup>, F. J. Urbano<sup>1</sup>, A. M. Laguna<sup>1</sup>, F. J. Romero-Salguero<sup>1</sup>, M. A. Alonso-Moraga<sup>1</sup>, A. Marinas<sup>1\*</sup>, J. Hidalgo-Carrillo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Córdoba (España)

<sup>2</sup> Technology Centre of Metal-Mechanical and Transport (Cetemet) (España)

\*alberto.marinas@uco.es

Received: 30/06/2018

Accepted: 30/06/2018

#### Resumen

Desde la inclusión de España en la Declaración de Bolonia, cuyo objetivo es reformar el sistema universitario a través del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), el alumno adquiere un papel de liderazgo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Con el fin de promover la autonomía entre los estudiantes en el proceso de capacitación, el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) es cada vez más común. Entre ellos, el e-learning con aplicaciones móviles tiene un gran potencial para fortalecer el proceso de aprendizaje, dado su uso popular entre los estudiantes universitarios. Esto se debe principalmente a que estas herramientas tienen una variedad de ventajas sobre los métodos tradicionales, como conferencias magistrales, entre los que cabe citar, entre otras, el que permiten la comunicación profesor-estudiante más allá de los espacios tradicionales, rompiendo las barreras o límites de espacio y tiempo, que favorecen la autonomía (autoaprendizaje) del estudiante o que permiten la presentación de la información en una gran variedad de formas y lenguajes. Además, son fácilmente conectables a las redes sociales, lo que hace que el proceso de aprendizaje sea más atractivo, más accesible y más cooperativo.

Con el propósito de aumentar la motivación de los estudiantes, en este trabajo, se diseñó y desarrolló una aplicación móvil, en la que se han virtualizado tres laboratorios pertenecientes a la Facultad de Ciencias (Biología y Química) y la Escuela Politécnica Superior (Física de Ingeniería Mecánica) de la Universidad de Córdoba. En cada uno de los tres laboratorios, los estudiantes pueden acceder a información multimedia correspondiente a diversos materiales, equipos, videos, enlaces, laboratorios virtuales, así como una explicación de algunas sesiones prácticas.

Para el desarrollo de diferentes escenarios, se han utilizado imágenes panorámicas de 360°, que se han realizado utilizando técnicas HDR (High Dynamic Range). La plataforma elegida para el desarrollo fue Android, debido al uso mayoritario de este sistema operativo en dispositivos móviles entre los estudiantes.

Conviene destacar que este tipo de e-learning facilita a los estudiantes el acceso a materiales relacionados con las materias prácticas en estudio que son muy importantes en la enseñanza de las ciencias. Además, se familiarizan más con los términos técnicos de una manera interactiva, más entretenida y eficiente, mejorando el grado de motivación y la participación del estudiante en los temas en estudio. Esto conduce a una mayor asimilación de conocimientos y habilidades. Para verificar esto, para cada laboratorio, dividimos a los estudiantes en un grupo sin acceso a la aplicación (grupo de control) y otro (grupo de prueba) con acceso. Llevamos a cabo una serie de cuestionarios con los grupos de prueba usando la plataforma basada en juegos "Kahoot!" y Google Forms. Los cuestionarios intentaron aclarar el grado de aceptación de la herramienta, el impacto en el aprendizaje de los temas en estudio y la identificación de posibles áreas de mejora.

En general, los estudiantes del grupo de prueba encontraron la herramienta muy interesante y les ayudó a mejorar sus puntuaciones en comparación con el grupo de control. No se aprecia una distinción clara entre los estudiantes de diferentes materias. Entre los aspectos a mejorar, se encuentra el contenido relativamente limitado de esta primera versión. Además, la evaluación se realizó con un único grupo control y un grupo de prueba en cada materia, lo que limita su potencial para extraer conclusiones definitivas. En el futuro, se realizarán más cargas y pruebas de contenido en diferentes cursos para evaluar los beneficios del aprendizaje de ciencias mediante esta aplicación.

**Palabras clave:** e-learning, laboratorio virtual, aplicación móvil, ciencia, ingeniería

#### Abstract

Since the inclusion of Spain in the Bologna Declaration, whose objective is to reform the university system through the European Higher Education Area (EHEA), the student acquires a leading role in the teaching-learning process. In order to promote autonomy among the students in the training process, the use of Information and Communication Technologies (ICT) is increasingly common. Among them, e-learning using mobile apps has a great potential to strengthen the learning process given its popular use among university students. This is mostly because these tools have assorted advantages over traditional methods, e.g. magisterial lectures, such as ubiquitous access, possibility to update and increase content, self-learning, etc. Moreover, they are easily linkable to social media, thus making the learning process more attractive, more easily accessible and more cooperative.

For the purpose of increasing student motivation, in this work, a mobile application has been designed and developed, in which three laboratories, belonging to the faculties of Sciences (Biology and Chemistry) and Engineering, have been virtualized. In each of the three laboratories, the students can access to some multimedia information corresponding to various materials and equipment, videos, links, virtual laboratories as well as an explanation of some practical sessions.

For the different scenarios development, 360° panoramic pictures have been used, which have been made using HDR (High Dynamic Range) techniques. The platform chosen for the development was Android, due to the majority use of this operating system on mobile devices among the students.

It is good to notice that this type of e-learning facilitates students the accessibility to materials related to the practical subjects under study which are very important in science teaching. Furthermore, they become more familiar with technical terms in an interactive, more entertaining and efficient manner, improving the motivation degree and the student's involvement in the subjects under study. This leads to a greater assimilation of knowledge and skills. To verify this, for each laboratory, we divided the students in a group without access to the app (control group) and another one (testing group) with access. We conducted a series of questionnaires with the testing groups using the game-based platform "Kahoot!" and Google Forms. The questionnaires intended to enlighten the degree of acceptance of the tool, the impact on learning of the subjects under study and the identification of potential areas of improvement.

Generally, the testing group students found the tool very interesting and helped them improving their scores compared to the control group. No clear distinction between students of different subjects was appreciated. A limited content in this first version was major drawback. Moreover, this evaluation has been conducted only with one control and one testing group of each subject, thus limiting its potential to extract definite conclusions. Further content upload and testing on different courses will be done in the future to evaluate the benefits of science learning using this app.

**Keywords:** e-learning, Virtual Laboratory, mobile app, Science, Engineering

## 1. INTRODUCCIÓN

La integración en el EEES supone un cambio en el papel que juegan los estudiantes dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Desde la declaración de Bolonia de 1999, entre cuyos países signatarios se encuentra España, la Universidad de Córdoba ha afrontado el cambio en el paradigma de enseñanza y ha ido adaptando progresivamente sus métodos docentes. Estos cambios están relacionados con la adquisición de competencias y habilidades por parte del alumnado, donde el aprendizaje autónomo cobra especial relevancia con el fin de desarrollar y afianzar un proceso de educación permanente (LLL de sus siglas en inglés Lifelong Learning). Para alcanzar este objetivo, se emplean cada vez más los recursos educativos digitales. Estos recursos integran las TIC (tecnologías de la información y la comunicación) con la tutela académica con el fin de mejorar la eficacia y eficiencia de los recursos didácticos más convencionales [1], al promover una interacción y retroalimentación entre el profesorado y alumnado.

Las aplicaciones móviles suponen una oportunidad como recurso didáctico para mejorar la transmisión de contenido académico a los alumnos, ya que su uso es masivo entre ellos. Fruto de ello es la proliferación de técnicas de enseñanza móvil (m-learning), como continuación de las técnicas de enseñanza electrónica (e-learning), ya que las primeras facilitan el acceso a los contenidos en cualquier momento, desde cualquier lugar y de forma inmediata [2]. De este modo, los alumnos cuentan con herramientas para colaborar e interactuar en tiempo real con compañeros y profesores [3]. Chen y col. [4], destacan los beneficios de esta técnica, desde un punto de vista pedagógico, ya que promueve la interacción entre todos los actores implicados (profesor – alumno, alumno - alumno) y contribuye al desarrollo de habilidades adicionales a las que pueden obtenerse con una enseñanza tradicional, como la clase magistral. Martín y Ertzberger [5] destacan asimismo otras ventajas de esta metodología de trabajo como son la motivación en los alumnos al diversificar las actividades y hacerlas más cercanas. Todos estos trabajos ponen de manifiesto el gran potencial como herramienta pedagógica para mejorar los resultados del alumnado y promueven su implantación dentro de las enseñanzas de grado y posgrado.

La implementación de Mobile learning a través de dispositivos móviles da lugar a nuevos enfoques pedagógicos en el sistema educativo ya que no sólo trata de enseñar o comprender una materia, sino de convivir con la tecnología móvil como herramienta cotidiana en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Sin duda, esta nueva metodología fomenta la investigación y el autoaprendizaje en el estudiante.

En este proyecto de innovación docente se desarrolla una aplicación móvil - UCO Laboratorios de Ciencia - que permite el acceso de los estudiantes a diferentes contenidos prácticos mediante el diseño de tres laboratorios virtuales de ciencia, concretamente en las disciplinas de Biología, Química y Física. La idea de este proyecto de innovación surge tras identificar al profesorado que participa en el proyecto ciertas deficiencias en el conocimiento que el alumnado tiene de materiales y equipamientos presentes en los laboratorios de ciencias. Con esta aplicación se intenta proporcionar a los estudiantes una herramienta útil, sencilla e interactiva que fomente el aprendizaje activo de materiales y/o equipos de gran interés en las sesiones de prácticas de laboratorio.

## 2. OBJETIVOS

Con esta técnica de enseñanza móvil (m-learning) se pretende alcanzar los objetivos que se enumeran a continuación:

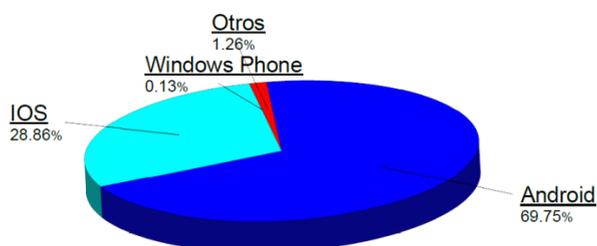
- a) Familiarizar al alumnado con el uso de TIC y herramientas de simulación durante su proceso educativo.
- b) Motivar una visión crítica en los alumnos promoviendo su capacidad de razonamiento y análisis que les permitan afrontar y resolver nuevos problemas de manera adecuada.
- c) Evaluar y fomentar la autoevaluación mediante la aplicación de metodologías que permitan conocer el grado de conocimiento alcanzado.
- d) Sintetizar las fortalezas y debilidades en el aprendizaje de los estudiantes mediante la identificación de los conceptos que han sido más difíciles de adquirir, ya sea por su complejidad o por la necesidad de mejorar las herramientas utilizadas.

## 3. METODOLOGÍA

El proceso de diseño y desarrollo de la aplicación abarca desde la concepción de la idea hasta la información de análisis adquirida después de su publicación, trabajando de forma coordinada entre las diferentes áreas de conocimiento involucradas en este trabajo.

En los aspectos generales del diseño, entre los dispositivos que engloba el m-learning [6], hemos elegido el formato del dispositivo móvil como punto de partida. Por un lado, este formato podría exportarse a una mayor escala (por ejemplo, un ordenador) en proyectos futuros. Por otro lado, el uso de dispositivos móviles ha aumentado significativamente durante los últimos años. Según un estudio presentado por Cisco [7], en el año 2020, el 70% de la población mundial tendrá un dispositivo móvil, por lo que el uso del ordenador está siendo superado por estos. Por ese motivo, muchas empresas están invirtiendo en el desarrollo de 'aplicaciones' para poder competir en el mercado.

El sistema operativo (SO) elegido ha sido Android, ya que su uso, en nuestro país, está más extendido que el de otros sistemas operativos para dispositivos móviles [8], ver Imagen 1. Gran parte de este éxito se debe a que Android es un sistema de código abierto a diferencia de IOS y Windows Phone.



**IMAGEN 1.** Sistemas operativos móviles en España

No obstante, la gran fragmentación de este SO [9], con un número significativo de versiones funcionales diferentes, además de los diferentes tamaños de pantallas y la resolución de los dispositivos que los soportan, son aspectos que complican considerablemente el desarrollo de la aplicación si se pretende trabajar en tantos dispositivos como sea posible. Para minimizar este problema, se ha probado en una amplia gama de dispositivos. La resolución de la pantalla de referencia ha sido HD 1280x720.

### 3.1 RECURSOS DIDÁCTICOS

Para llevar a cabo el desarrollo de la aplicación, ha sido necesario utilizar un ordenador personal, una cámara SLR (Single Lens Reflex), una lente "ojo de pez" con cabezal panorámico, así como software de programación y retoque fotográfico. Para la creación de los escenarios que conforman cada uno de los laboratorios virtuales propuestos, se han utilizado fotografías de 360° como base, que se realizan utilizando técnicas HDR (High Dynamic Range).

### 3.2 ACTIVIDADES

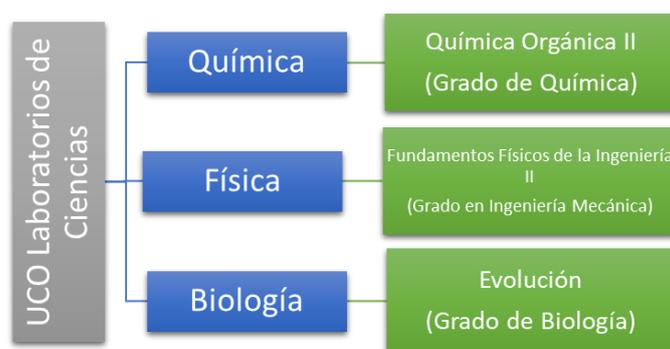
Las actividades ejecutadas en este proceso han sido:

- Sesión fotográfica para cada uno de los laboratorios.
- Trabajo “de oficina” en el que se lleva a cabo el diseño de los laboratorios, incluido el diseño gráfico y el contenido educativo.

- Desarrollo de la interfaz gráfica. En cuanto al diseño de ésta, se ha elegido un patrón personalizado, cuyo principal objetivo ha sido dar una apariencia visual coherente.

La aplicación, denominada "UCO Laboratorios de Ciencia", se ha dividido en cuatro secciones, las tres primeras corresponden a los laboratorios de Química, Física y Biología, respectivamente y la última ha sido asignada a la sección de encuestas para evaluar la aplicación por los estudiantes.

El contenido de los laboratorios está relacionado con sesiones prácticas de diferentes materias, pertenecientes a diversos títulos universitarios. En el caso del laboratorio de Química, los materiales y montajes pertenecen a la asignatura "Química Orgánica II" del Grado de Química (Obligatoria, 2º curso, 2º cuatrimestre). En el laboratorio de Física, las sesiones prácticas corresponden a la asignatura "Fundamentos Físicos de la Ingeniería II" del Grado de Ingeniería Mecánica (obligatoria, 1er Curso, 2º Cuatrimestre). Finalmente, el laboratorio de Biología Molecular, los montajes y aparatos pertenecen a la asignatura del Grado de Biología “Evolución” (optativa, 4º Curso, 2º cuatrimestre) (Imagen. 2)



**IMAGEN 2.** Asignaturas y Grados incluidos en la App.

### 3.3 SISTEMA DE EVALUACIÓN

Para evaluar la aplicación y la asimilación de conceptos por parte de los estudiantes una vez que se utiliza esta herramienta, así como para anticiparse a los cambios futuros, se ha creado una encuesta a través de Google Forms y se ha aplicado al grupo de prueba. Además, se ha aplicado una metodología de gamificación, utilizando la plataforma Kahoot, a los dos grupos (prueba y control), para encontrar diferencias en la adquisición de conceptos entre ambos. Las poblaciones para los grupos de prueba y control son, respectivamente,  $n=22$  y  $n=38$  en el Laboratorio de Química y  $n=13$  y  $n=10$  en el de Física.

La encuesta consta de las siguientes cinco preguntas:

- **Pregunta 1:** ¿Has usado la tecnología de aprendizaje móvil anteriormente?
- **Pregunta 2:** ¿Te ha parecido útil visualizar el material y los equipos/montajes antes de comenzar la sesión práctica?
- **Pregunta 3:** ¿Has utilizado la aplicación durante el desarrollo de la sesión práctica?
- **Pregunta 4:** ¿Crees que este tipo de aplicación puede mejorar el aprendizaje?
- **Pregunta 5:** ¿Qué mejoras harías en la aplicación?

En la Imagen 3, se muestra un ejemplo de pregunta realizada con Kahoot para conocer el conocimiento adquirido.



IMAGEN 3. Ejemplo de pregunta realizada con Kahoot.

#### 4. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1 DISEÑO DE LA APLICACIÓN

“UCO- Laboratorios de Ciencia” está disponible en Google Play Store (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.CETEMET.uco>) (Imagen 4). Su diseño es muy sencillo, lo que permite que sea ideal para su uso en la enseñanza. Además, la aplicación es muy intuitiva ya que permite la navegación por cada uno de los laboratorios sin dificultad.



IMAGEN 4. Pantalla de descarga de la aplicación en Google Play Store

La pantalla inicial, también denominada “splash” (Imagen 5a), tiene carácter efímero, permitiendo que la aplicación se cargue completamente una vez iniciada, mostrándose su logotipo junto a los de la Universidad de Córdoba y Cetemet (Centro Tecnológico Metalmecánico y del Transporte). Una vez que la aplicación está completamente cargada, aparece la pantalla del menú principal, que será la responsable de dirigir la navegación por los diferentes escenarios creados para los distintos laboratorios virtuales que constituyen la aplicación (Biología, Química y Física aplicada). Este menú cuenta también con un último botón donde están enlazadas las encuestas para la evaluación de cada laboratorio por parte de los estudiantes (Imagen 5b).



**IMAGEN 5.** a) Captura de pantalla de “Splash” b) Pantalla del menú principal.

Cada laboratorio presenta un recorrido virtual de 360° donde van apareciendo los diferentes instrumentos y aparatos que se utilizan habitualmente en cada uno de los laboratorios. Cada uno de los aparatos o instrumentos posee una descripción (texto, video o descripción de su uso durante la práctica) y utilidades a la que se accede pulsando sobre el dibujo de una lupa que aparece encima de la imagen del aparato o instrumento.

La Imagen 6 muestra diferentes montajes que se usan en una sesión práctica en el laboratorio de química así como los enlaces a videos explicativos.



**IMAGEN 6.** Laboratorio virtual de Química

El laboratorio de Física aplicada contiene cuatro sesiones prácticas sobre electrostática, y más específicamente da una imagen general e información detallada sobre los materiales y métodos que se utilizan para estudiar i) la Ley de Ohm (Imagen 7), ii) las reglas de Kirchoff, iii) generadores y receptores de electricidad en circuitos de corriente continua y iv) carga y descarga de condensadores.



IMAGEN 7. Laboratorio virtual de Física aplicada

En la Imagen 8, se muestra uno de los equipos de genética molecular dentro del laboratorio virtual de Biología.



IMAGEN 8. Laboratorio virtual de Biología

#### 4.2 ENCUESTAS DEL ALUMNADO

Los resultados de las encuestas realizadas por los alumnos de las prácticas de los Laboratorios de Química (n=22) y de Física (n=13), (no se pudieron obtener encuestas de los alumnos del Grado de Biología por haberse terminado las prácticas), se muestran en las Tablas 1 y 2, respectivamente. Como se puede ver en dichas tablas, alrededor del 80% de los estudiantes nunca habían utilizado una aplicación móvil para su uso en el aprendizaje. El 81.8% del alumnado de Química y el 61.6% del de Física ha encontrado útil o muy útil el visualizar el equipamiento de la práctica antes de la realización de la misma. Conviene indicar que las encuestas se realizaron en el segundo cuatrimestre, una vez desarrollada la aplicación y cuando los estudiantes ya poseen un conocimiento básico de los materiales, instrumentos y dispositivos a emplear. No obstante, la aplicación desarrollada, con las mejoras que se implementen fruto de los resultados de las encuestas, podrá ser empleada en algunas asignaturas de primer curso y primer cuatrimestre impartidas por el profesorado del proyecto en el curso 2018/2019 (ej. Química de Primer curso de Ingeniería Eléctrica o Biotecnología aplicada a la trazabilidad del Máster Universitario en Biotecnología). Esto constituirá, en especial en el caso de Ingeniería Eléctrica, una “prueba de fuego” para la aplicación, puesto que ese alumnado proviene, en muchos casos, de ciclos formativos en los que el contacto con la química ha sido muy escaso. Será una buena oportunidad de confirmar los buenos resultados obtenidos en este curso académico.

	Sí		No	
Pregunta 1	20 %		80 %	
Pregunta 2*	2 (9.1 %)	3 (9.1 %)	4 (31.8 %)	5 (50 %)
Pregunta 3	63.6 %		36.4 %	

Pregunta 4	100 %	0%
Pregunta 5**	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nada</li> <li>- Posibilidad de hacer más zoom</li> <li>- Otros ensayos</li> <li>- Incluir gamificación</li> </ul>	

**TABLA 1.** Resultados de la encuesta realizada para el Laboratorio virtual de Química

\* El rango de las respuestas de esta pregunta es de 1 a 5, siendo 1 nada útil y 5 muy útil.

\*\* Se muestran las respuestas más significativas

	Sí	No
Pregunta 1	15.4 %	84.6 %
Pregunta 2*	2 (15.4 %)	3 (23.1 %)
Pregunta 3	30.8 %	69.2 %
Pregunta 4	92.3 %	7.7 %
Pregunta 5**	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nada</li> <li>- Contenidos interactivos</li> <li>- Más opciones</li> <li>- Explicación audiovisual</li> </ul>	

**TABLA 2.** Resultados de la encuesta realizada para el Laboratorio virtual de Física

\* El rango de las respuestas de esta pregunta es de 1 a 5, siendo 1 nada útil y 5 muy útil.

\*\* Se muestran las respuestas más significativas

## 5. CONCLUSIONES

El proyecto ha servido para poner de manifiesto el gran potencial de este tipo de herramientas para móviles contribuyendo a un proceso de aprendizaje más tecnológico de nuestros estudiantes. Debemos enfatizar la aceptación de esta herramienta por parte de los mismos, facilitando el aprendizaje de forma divertida, autónoma y ayudando a fortalecer conceptos básicos sin esfuerzo. La familiarización con las nuevas herramientas de enseñanza ha sido fomentada por los estudiantes y los profesores. Es necesario realizar más pruebas entre los estudiantes para identificar las debilidades y fortalezas de la aplicación. Sin embargo, gracias a las encuestas realizadas, se efectuarán las pequeñas mejoras que se sugirieron en las próximas versiones de la aplicación. Además, se agregarán nuevas funciones a esta aplicación en futuros proyectos con el objetivo de continuar el proceso de aprendizaje, como proceso de retroalimentación (feedback) y cuestiones con autoevaluación sobre las prácticas a desarrollar.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto 2017-2-2001 financiado por el Plan de Innovación y Buenas Prácticas Docentes-Curso 2017/2018, del departamento de “Unidad de Innovación Docente” de la Universidad de Córdoba.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Dua, S., Wadhwan, S. y Gupta, S. (2016) “Issues, Trends & Challenges to Digital Education: An Empowering Innovative Model for Classroom Learning”, *International Journal of Science Technology and Management* /5, p. 142-149.
- [2] Programa GAIA. Soluciones FUE. Accessed 9 May , 2018. Retrieved from <http://www.fue.es>
- [3] Joshi, D y Bansal, T. (2017) “M Learning Apps for Digital India”, *Computing Conference*, p. 1136-1142.
- [4] Chen, Y., Kao, T, Sheu y Chiang, Y. (2002) “A Mobile Scaffolding- Aid- Based Bird- Watching Learning System”. In *IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*” (M. Milrad, H. U. Hoppe and Kinshuk, eds), pp. 15- 22. Los Alamitos, USA: IEEE Computer Society.

- 
- [5] Martin, F. y Ertzberger, J, (2013) “Here and now mobile learning: An experimental study on the use of mobile technology”, *Computers & Education* /68, p.76-85..
- [6] Woodill, G. y David Fell, M.B. (2010) “The mobile learning edge: Tools and technologies for developing your teams”. McGraw-Hill Education, 2010.
- [7] Cisco Visual Networking Index. Global Mobile Data Forecast Update, 2015-2020.
- [8] Netmarketshare. Accessed 28 June 2018. Retrieved from <http://www.netmarketshare.com>
- [9] Android Fragmentation Visualized, (2014). Accessed 28 June 2018. Retrieved from <https://opensignal.com/reports/2014/android-fragmentation/>