



AIESAD

# Ried

**Revista Iberoamericana de  
Educación a Distancia**



**VOL. 20 N° 2 Julio, 2017**

**I.S.S.N.: 1138-2783**



**RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**  
*Ibero-American Review of Distance Education*

Depósito legal: M- 36.279-1997

ISSN: 1138-2783 / E-ISSN: 1390-3306

2º semestre, julio, 2017

**RIED**

Esta publicación de periodicidad semestral está dirigida a los estudiosos e investigadores del ámbito educativo, docentes universitarios y público interesado en su objeto de estudio. La RIED centra su atención en la difusión de ensayos, trabajos de carácter científico y experiencias innovadoras dentro del ámbito de la educación a distancia en cualesquiera de sus formulaciones y de las tecnologías aplicadas a la educación.

La RIED se gestiona íntegramente a través del Open Journal System (OJS), tanto para la edición como para la relación con los autores y revisores, así como para la difusión electrónica en abierto.

La RIED, además de su formato impreso, se publica en formato electrónico en dos sedes: OJS en UNED de España: <http://revistas.uned.es/index.php/ried> y UTPL de Ecuador: <http://ried.utpl.edu.ec>

**INTERCAMBIOS y SUSCRIPCIONES:**

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia.

UTPL – SAN CAYETANO ALTO, s/n

Loja (Ecuador)

[ried@utpl.edu.ec](mailto:ried@utpl.edu.ec)

**Consejo Directivo de AIESAD (Asesor en RIED)**

- Mag. Luis Guillermo Carpio Malavasi, Universidad Estatal a Distancia (UNED), Costa Rica
- Dr. Alejandro Tiana Ferrer, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Spain
- Dr. Carlos Educardo Bielchowsky, Centro Universitario de Educación a Distancia del Estado de Río de Janeiro (CEDERJ), Brazil
- Dr. José Barbosa Corbacho, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador
- Dr. Francisco Cervantes, UNAM - CUAED, Mexico
- Dra. Esther Souto, UNED, Spain
- Dr. Jaime Leal Afanador, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Colombia
- Dr. Ángel Hernández, Universidad Abierta para Adultos (UAPA), Dominican Republic
- Dr. Mario Lozano, Universidad Nacional de Quilmes, Argentina
- Dr. Paulo Maria Bastos da Silva Dias, Universidad Aberta (UAb), Portugal

**Director/Editor (Director/Editor-in-Chief)**

- Dr. Lorenzo García Aretio, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Spain

**Directora Adjunta (Deputy Director)**

- Dra. Rosario de Rivas Manzano, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador

**Asistentes de dirección/edición (Director's Assistant)**

- Dra. Elena Bárcena Madera, UNED, Spain
- Dra. María García Pérez, UNED, Spain
- Dra. Carla Netto, Centro Universitário Leonardo da Vinci - Universidade Kroton, Brazil
- Lic. Iliana Ramírez Asanza, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador

- Carolina Schmitt Nunes, Universidade Federal de Santa Catarina, Brazil

**Comité Científico (Scientific Committee)**

- Dr. Jordi Adell Segura, Universidad Jaime I, Spain
- Dr. José Ignacio Aguaded Gómez, Universidad de Huelva, Spain
- Dra. Luisa Aires, Universidade Aberta, Portugal
- Manuel Area Moreira, Universidad de La Laguna, Spain
- Dr. Mario Avelar, Universidade Aberta, Portugal
- Dr. Antonio Bartolomé Pina, Universidad de Barcelona, Spain
- Dr. Florentino Blázquez Entonado, Universidad de Extremadura, Spain
- Julio Cabero Almenara, Universidad de Sevilla, Spain
- Dra. Guadalupe Carmona Domínguez, University of Texas at San Antonio, United States
- Dr. Selín Carrasco, Universidad de San Luis, Argentina
- Dr. Miguel Casas Armengol, Universidad Nacional Abierta (UNA), Venezuela
- Prof. Manuel Castro, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Spain
- Dr. Manuel Cebrían de la Serna, Universidad de Málaga, Spain
- Dr. Francisco Cervantes Pérez, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNADM), Mexico
- Dra. María Elena Chan Núñez, Universidad de Guadalajara, México
- Dr. Andrés Chiappe Laverde, Universidad de la Sabana, Colombia
- Dr. Jozef Colpaert, Universiteit Antwerpen, Belgium
- Dr. Peter S. Cookson Steele, Delaware State University, United States
- Dr. Carlos Delgado Kloos, Universidad Carlos III de Madrid, Spain
- Dra. Frida Díaz Barriga Arceo, UNAM, México
- Dr. Josep M. Duart, Universitat Oberta de Catalunya (UOC), Spain
- Dr. Hermano Duarte de Almeida e Carmo, Universidade Aberta, Portugal
- Dr. Rubén Edel Navarro, Universidad Veracruzana, México

- Dr. Miguel Angel Escotet, Universidad de Deusto, Spain
- Dra. Beatriz Fainholc, UNLP-CEDIPROE, Argentina
- Bernardo Gargallo López, Universidad de Valencia, Spain
- Dr. Joaquín García Carrasco, Universidad de Salamanca, Spain
- Dra. Mercè Gisbert Cervera, Universitat Rovira i Virgili, Spain
- Dr. Jesús Gonzalez Boticario, UNED, Spain
- Angel Pío González Soto, Universidad Rovira i Virgili, Spain
- Begoña Gros Salvat, Universidad de Barcelona, Spain
- Dra. Alma Herrera Márquez, UNAM y Universidad Abierta y a Distancia de México, México
- Dr. Wolfram Laaser, Austrian School of Applied Studies, Austria, Germany
- Dra. Carmen Gloria Labbé, RedCLARA, Chile
- Dr. Fredric Michael Litto, Universidade de Sao Paulo, Brazil
- Dra. Maria Teresa Lugo, Instituto Internacional de Planeamiento de la Educacion de la UNESCO, Argentina
- Dra. Monica Luque, ISTECON Iberoamerican Science Technology & Education Consortium, Argentina
- Dr. Carlos Marcelo García, Universidad de Sevilla, Spain
- Dr. François Marchessou, Universidad de Poitiers, France
- Pere Marquès Graells, Universidad Autónoma de Barcelona, Spain
- Dr. Juan J. Meléndez Alicea, Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico
- Profa. Marta Mena, ICDE - América Latina y Caribe, Argentina
- Dr. Daniel Mill, Universidade Federal de São Carlos (São Paulo), Brazil
- Dr. Omar José Miratía Moncada, Universidad Central de Venezuela (UCV), Venezuela
- Dr. António Moreira Teixeira, Universidade Aberta, Portugal
- Dr. Juan de Pablos Pons, Universidad de Sevilla, Spain
- Dr. Carlos Paldao, RITLA, United States
- Dr. Francesc Pedró García, UNESCO, France
- Dr. Alejandro Peña Ayala, WOLNM & IPN, Mexico
- Dr. Ramón Pérez Juste, UNED, Spain
- Dra, Nara Maria Pimentel, Universidade de Brasilia, Brazil
- Dr. Alejandro Pisanty, UNAM, México
- Claudio Rama, IESAL/UNESCO, Venezuela
- Dra. María Soledad Ramírez Montoya, Tecnológico de Monterrey, México
- Dra. María Teresa Rojano, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN, México
- Dr. Luis Miguel Romero Fernández, Rielo Institute for Integral Development (New York), United States
- Dra. María José Rubio, Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE-SI), Ecuador
- Dr Jesús Salinas Ibáñez, Universidad de las Islas Baleares, Spain
- Dr. Albert Sangrà, UOC, Spain
- Jaume Sarramona i López, Universidad Autónoma de Barcelona
- DR. Marco Silva, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brazil
- Dra. Miriam Struchiner, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brazil
- Dra, Lea Sulmont Haak, Instituto de Educación Tecnológica Superior Avansys, Perú
- Juan Carlos Tedesco, IIPE, Buenos Aires, Argentina, Argentina

- Javier Tourón Figueroa, Universidad Internacional de La Rioja (UNIR), Spain
- Dr. Edmundo Tovar Caro, Universidad Politécnica de Madrid, Spain
- Dr. Armando Villarroel, CREAD, United States
- Dr. Miguel Zapata Ros, Universidad de Alcalá de Henares, Spain
- Dra. Judith Zubieta, UNAM, México
- Dra. Irene Zurborn Fernández, Fundación CEDEDET, Spain

#### **Comité Editorial y de Redacción (Editorial Board)**

- Dra. Ruth Marlene Aguilar Feijoo, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador
- Dr. Marcelino Arrosagaray Auzqui, Escuela Oficial de Idiomas a Distancia de Navarra, Spain
- Dra. Elena Bárcena Madera, UNED, Spain
- Dr. Carlos Bravo Reyes, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Bolivia
- Dra. María García Pérez, UNED, Spain
- Prof. Juan José Magaña Redondo, UNED, Spain
- Dr. Jorge Mañana Rodríguez, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Spain
- Prof. Salvador Montaner Villalba, VIU (Valencian International University)
- Dra. Carla Netto, FACSETE - PUCRS, Brazil
- Dr. Manuel Rábano Llamas, Universidad de Alcalá, Spain
- Dr. Timothy Read, UNED, Spain
- Dra. Rosario de Rivas Manzano, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador
- Dr. José Manuel Sáez López, Profesor Facultad de Educación UNED Director CRA Laguna de Pétrola, Spain
- Dra. Verónica Patricia Sánchez Burneo, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador
- Dra. Carolina Schmitt Nunes, Universidade Federal de Santa Catarina, Brazil
- Dr. Esteban Vázquez-Cano, UNED, Spain

#### **Secretaría Técnica (Technical secretariat)**

- Dra. María García Pérez, UNED, Spain
- Dra. Carolina Schmitt Nunes, Universidade Federal de Santa Catarina, Brazil

#### **Secretaría de Gestión (Management secretariat)**

- Lic. Iliana Ramírez Asanza, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador

#### **Documentalista (Documentalist)**

- Rosa Sánchez Fernández, Biblioteca Campus Norte Universidad Nacional de Educación a Distancia, Spain

#### **Apoyo Técnico (Technical support)**

- David Celorrio de Ochoa, Secretario de Gestión. UCM, Spain
- Sra. Jackeline Alejandro Maza Idania, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador

**LA REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN A DISTANCIA (RIED) SE ENCUENTRA INDIZADA ACTUALMENTE EN LAS SIGUIENTES BASES DE DATOS Y CATÁLOGOS:**

**BASES DE DATOS Y PLATAFORMAS DE EVALUACIÓN**

- BASE. Bielefeld Academic Search Engine
- CAPES
- CARHUS Plus+
- CCHS-CSIC
- CEDAL (Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa (ILCE) de México)
- CIRC (Clasificación Integrada de Revistas Científicas)
- CiteFactor – Academic Scientific Journals
- CREDI- OEI (Centro de Recursos de la OEI)
- Crossref (Metadata Search)
- Dialnet (Alertas de Literatura Científica Hispana)
- DICE (Difusión y Calidad Editorial de Revistas)
- EI Compendex
- EBSCO. Fuente Académica Premier
- ERA. Educational Research Abstracts
- ERIH-Plus. European Reference Index for the Humanities and Social Sciences.
- EZB-Electronic Journals Library Genamics JournalSeek
- HEDBIB (International Bibliographic Database on Higher Education)
- IN-RECS (Índice de Impacto de Revistas Españolas de Ciencias Sociales)
- IRESIE (Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa)
- ISOC (CSIC/CINDOC)
- JournalTOCs
- MIAR (Matriz para Evaluación de Revistas)
- ProQuest-CSA
- Psycodoc
- REDIB. Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico
- REDALYC. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
- REDINED. Red de Información Educativa
- RESH - Revistas Españolas de Ciencias Sociales (CSIC/CINDOC)
- ResearchBib. Academic Resource Index
- Web of Science (ESCI)
- WEBQUALIS

**DIRECTORIOS Y BUSCADORES**

- DOAJ
- Dulcinea
- Google Scholar
- LATINDEX (Publicaciones Científicas Seriadas de América, España y Portugal)
- Recolecta

- Sherpa/Romeo
- Scirus
- Ulrich's Periodicals (CSA)

**PORTALES Y REPOSITARIOS ESPECIALIZADOS**

- Actualidad Iberoamericana
- Asociación Internacional de Estudios en comunicación social
- CLARISE - Comunidad Latinoamericana Abierta Regional de Investigación Social y Educativa
- Educ.ar
- Enlaces educativos en español de la Universitat de València
- e-sPacio-UNED. Repositorio institucional de la UNED
- Institut Français de L'éducation
- Plataforma de revistas 360º
- Red Iberoamericana de Revistas de Comunicación y Cultura
- REDIAL & CEISAL
- Universia. Biblioteca de recursos

**CATÁLOGOS DESTACADOS DE BIBLIOTECA**

- 360grados
- British Library
- Buz
- Catàleg Col·lectiu de les Universitats de Catalunya
- Catálogo Colectivo de Publicaciones
- Periódicas Español CCPP
- Catálogo de la Biblioteca de Educación (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte)
- Catálogo del CSIC (CIRBIC)
- CENDOC
- CIDE
- CISNE
- COMPLUDOC
- COPAC (Reino Unido)
- ICDL
- INRP
- IOE (Institute of Education. University of London)
- Library of Congress (LC)
- KINGS
- MIGUEL DE CERVANTES
- Observatorio de revistas científicas de Ciencias Sociales
- REBIUN
- SUDOC (Francia)
- UBUCAT
- UIB
- WORDLCAT (OCLC)
- ZDB (Alemania)

La Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia (AIESAD) es una entidad sin ánimo de lucro, constituida por universidades o instituciones de educación superior que imparten sus ofertas educativas en esta modalidad de enseñanza y promueve el estudio e investigación del modelo de enseñanza superior a distancia. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* es el instrumento de la AIESAD para la difusión internacional de los avances en la investigación e innovación dentro del ámbito de la enseñanza y aprendizaje abiertos y a distancia.



*RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* es una publicación científica que se edita semestralmente los meses de enero y julio. Promueve el intercambio institucional con otras revistas de carácter científico. La *RIED* no se hará responsable de las ideas y opiniones expresadas en los trabajos publicados. La responsabilidad plena será de los autores de los mismos.



Reconocimiento NoComercial (by-nc): Se permite la generación de obras derivadas siempre que no se haga un uso comercial. Tampoco se puede utilizar la obra original con finalidades comerciales.



AIESAD

*Ried*

Revista Iberoamericana de  
Educación a Distancia

**VOL. 20 N° 2**

**Julio, 2017**



# Índice

## TENDENCIAS

Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil ( <i>Distance and virtual education: quality, disruption, adaptive learning and mobile learning</i> ) García Aretio, L. ....	9
--	---

## MONOGRÁFICO: LA INTEGRACIÓN EFECTIVA DEL DISPOSITIVO MÓVIL EN LA EDUCACIÓN Y EN EL APRENDIZAJE

La integración efectiva del dispositivo móvil en la educación y en el aprendizaje ( <i>Effective integration of the mobile device into education and learning</i> ) Ramírez-Montoya, M.; García-Peñalvo, P. ....	29
--	----

Análisis de la Literatura sobre Dispositivos Móviles en la Universidad Española ( <i>Literature Review on Mobile Devices in Spanish University</i> ) Mateus, J.; Aran-Ramspott, S.; Masanet, M. ....	49
--	----

Entornos personales de aprendizaje móvil: una revisión sistemática de la literatura ( <i>Mobile Personal Learning Environments: A systematic literature review</i> ) Humanante-Ramos, P.; García-Peñalvo, F.; Conde-González, M. ....	73
---	----

Realidad Aumentada y Navegación Peatonal Móvil con contenidos Patrimoniales: Percepción del aprendizaje ( <i>Augmented Reality and Mobile Pedestrian Navigation with Heritage thematic contents: Perception of learning</i> ) Joo Nagata, J.; Martínez Abad, F.; García-Bermejo Giner, J. ....	93
--	----

Agenda colaborativa para el aprendizaje de idiomas: del papel al dispositivo móvil ( <i>The collaborative agenda for language learning: from paper to the mobile device</i> ) Berns, A. ....	119
--	-----

Educating Urban Designers using Augmented Reality and Mobile Learning Technologies ( <i>Formación de Urbanistas usando Realidad Aumentada y Tecnologías de Aprendizaje Móvil</i> ) Redondo Domínguez, E.; Fonseca Escudero, D.; Sánchez Riera, A.; Navarro Delgado, I. ....	141
---	-----

Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario ( <i>Mobile devices and augmented reality in the learning process of university students</i> ) Cabero Almenara, J.; Fernández Robles, B.; Marín Díaz, V. ....	167
--	-----

El enfoque flipped learning en estudios de magisterio: percepción de los alumnos ( <i>The flipped learning approach in teaching degrees: students' perceptions</i> ) Martín R., D.; Tourón, J. ....	187
---	-----

Smartphones in the teaching of Physics Laws: Projectile motion <i>(El teléfono inteligente en la enseñanza de las Leyes de la Física: movimiento de proyectiles)</i> Martín-Ramos, P.; Ramos Silva, M.; Pereira da Silva, P. ....	213
Implementação de mídias em dispositivos móveis: um framework de aplicação em grande escala na educação a distância <i>(Implementation of media in mobile devices: a framework for a large-scale application in distance education)</i> Mulbert, A.; Cybis Pereira, A. ....	233
Uso de la tableta digital en entornos universitarios de aprendizaje a distancia <i>(Using the tablet in Distance University learning environment)</i> Agila-Palacios, M.; Ramírez-Montoya, M.; García-Valcárcel, A.; Samaniego-Franco, J. ....	255
Motivación e innovación: Aceptación de tecnologías móviles en los maestros en formación <i>(Motivation and innovation: Mobile technology acceptance among student teachers)</i> Sánchez-Prieto, J.; Olmos-Migueláñez, S.; García-Peñalvo, F. ....	273
Un modelo basado en el Clasificador Naïve Bayes para la evaluación del desempeño docente <i>A model based on the Naïve Bayes Classifier for teacher performance assessment</i> Gutiérrez Esparza, G.; Margain Fuentes, M.; Ramírez del Real, T.; Canul Reich, J. ....	293
Mobile Learning em aulas de campo: um estudo de caso em Geologia <i>Mobile Learning in field trips: a case study in Geology</i> Marçal, E.; de Castro Andrade, R.; Viana, W. ....	315

## RECENSIONES

# *Tendencias*



# Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil

## Distance and virtual education: quality, disruption, adaptive learning and mobile learning

Lorenzo García Aretio  
*UNED (España)*

### Resumen

Frente a las resistencias, la educación a distancia y digital va tomando ventaja sobre los formatos presenciales. Cuando los diseños pedagógicos son acertados, la calidad de los aprendizajes digitales está probada. La eficacia de estos sistemas es, al menos, similar a la de los presenciales. Por otra parte, se plantea en este trabajo el debate sobre las innovaciones y tecnologías disruptivas, proponiendo que el aprendizaje digital (nueva versión de la educación a distancia) está suponiendo una disrupción educativa porque plantea un cambio drástico de soportes y métodos y porque progresivamente va ganando espacio a los formatos convencionales. Y, finalmente, afirmamos que esta tendencia no está agotada, sino que continúa penetrando y ahondando la ruptura con las nuevas tecnologías, como, por ejemplo, las analíticas de aprendizaje, el aprendizaje adaptativo y el aprendizaje móvil.

*Palabras clave:* educación a distancia; aprendizaje digital; calidad y eficacia; educación disruptiva; analíticas de aprendizaje; aprendizaje adaptativo; aprendizaje móvil.

### Abstract

Although faced with resistances, distance and digital education is overtaking face-to-face formats. When pedagogical designs are successful, there is evidence of the quality of digital learning. The effectiveness of these systems is at least similar to that of face-to-face proposals. This paper introduces the debate on innovations and disruptive technologies, arguing that digital learning (as a new version of distance education) is an educational disruption both because it brings about a drastic change of media and methods and because it is continually gaining ground from conventional formats. Finally, it is claimed that this trend is not exhausted, but continues to penetrate and deepen the break with new technologies, such as learning analytics, adaptive learning and mobile learning.

*Keywords:* distance education; digital learning; quality and effectiveness; disruptive education; learning analytics; adaptive learning; mobile learning.

Muy avanzada la segunda década del siglo XXI, nos seguimos enfrentando a numerosas resistencias a las innovaciones educativas que en el caso que nos va a

ocupar, no suponen otra cosa que tratar de resistirse a la democratización del acceso a una educación de calidad sin restricciones de tiempo, espacio, ritmos de aprendizaje, vida laboral, ocupaciones familiares, libertad de movimiento, nivel educativo, etc. Generalmente, estas resistencias suelen provenir de determinadas administraciones públicas de algunos países y, también, de grupos más o menos influyentes que, por diferentes causas, se oponen a estos formatos educativos. Pero son resistencias generalmente pobres en argumentos y rigor. Muchas son las negativas para adoptar estos modelos educativos que, simplemente, se apoyan en altas dosis de ignorancia sobre la probada eficacia y calidad de estos modelos y de sus constatables prácticas exitosas en numerosos países e instituciones.

En 2009 publicábamos un libro que, muy conscientemente, titulábamos *¿Por qué va ganando la educación a distancia?* (García Aretio, 2009). Con ese título, ya entonces, dábamos por supuesto que, en efecto, estamos convencidos de que, en cualesquiera de sus formulaciones, la modalidad, la metodología, las prácticas, las propuestas y los proyectos de educación a distancia han ido ganando terreno progresivamente y sin cesar, a lo que pudiéramos denominar como modalidad presencial o de docencia cara a cara sin mediación tecnológica. Esa afirmación nuestra, de esa u otra forma, ha sido asumida igualmente por otros autores, en algunos casos destacando iniciativas tales como los movimientos relativos a los Recursos Educativos Abiertos (REA, *OER -Open Educational Resources-*) o los propios MOOC (*Massive Open Online Course*) (Bayne, Knox y Ross, 2015).

Estas prácticas a distancia van progresivamente arrebatando espacio y tiempo a las formas más convencionales de enseñar y aprender, las metodologías a distancia que priman el trabajo autónomo de los estudiantes, así como las actividades cooperativas y colaborativas donde estos mismos participantes aprenden con otros, de otros y para otros, a través de las redes sociales, a través de comunidades de aprendizaje residentes en soportes digitales o, lo que en la última década ha venido siendo más habitual, a través de plataformas virtuales o entornos virtuales de aprendizaje diseñados con finalidades docentes. Así observamos con satisfacción que, ciertamente, esta modalidad va conquistando terreno. Cada vez hay un mayor número de instituciones, de programas, de docentes e investigadores comprometidos, más estudiantes que confían en esta modalidad y, lo que es más importante, los resultados de investigaciones sobre eficacia y eficiencia que se vienen mostrando, calidad, al fin y al cabo, aparecen al menos como de nivel similar a los de los procesos presenciales.

Un reciente trabajo (Allen y Seaman, 2016) muestra que a finales de 2014 en Estados Unidos existían 5,8 millones de estudiantes cursando estudios en línea y que entre 2013 y 2014, el crecimiento había estado en el 3,9% (el año anterior, 3,7%) y podríamos intuir que, hasta la actualidad, ese incremento no habrá sido menor. En el citado estudio se señala que el 28% de ese total de estudiantes toman al menos un curso en línea.

## LA CALIDAD

Respecto a la calidad, eficacia y eficiencia, algunos estudios realizados por nosotros mismos (García Aretio, 1985 y 1997) que tuvieron como población de análisis, por una parte, a los licenciados de la UNED y por la otra a los estudiantes y abandonos de esa misma universidad, llegan a concluir que la eficacia de un proceso educativo no está en la modalidad, sino en el rigor de los planteamientos pedagógicos que sustentan el diseño y desarrollo del proyecto.

Por otra parte, ya en 2010, tratamos de probar a través de una recopilación de investigaciones que han tenido por objeto contrastar resultados de aprendizaje en programas e instituciones de educación presencial frente a las de educación a distancia y virtual, que aquellos primeros análisis por nosotros realizados, tenían un sólido respaldo (García Aretio y Ruíz Corbella, 2010). En este estudio logramos recopilar revisiones, análisis y meta-análisis que vienen a agrupar en torno a unos 1000 trabajos, los cuales nos llevan a concluir que *no existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos en los formatos presenciales y en la modalidad a distancia y en línea*. Si se desciende al detalle, podríamos apurar que la tendencia es favorable a los estudios a distancia. Los autores en los que nos basamos para afirmar lo que decimos, realizaron estudios fundados en numerosos trabajos científicos que se plantearon esta problemática.

Por época cercana a la de nuestro precedente estudio, una publicación del Departamento de Educación de Estados Unidos (Means, Toyama, Murphy, Bakia y Jones, 2009), realiza una búsqueda sistemática de la literatura de investigación desde 1996 hasta julio de 2008. En esa búsqueda se identificaron más de un millar de estudios empíricos de aprendizaje en línea. La selección de estos trabajos se basó en el contraste con la enseñanza presencial, en la medida de los resultados de aprendizaje. Pues bien, como promedio, los estudiantes en el aprendizaje en línea mostraron mejores resultados que los que recibieron programas cara a cara. Por otra parte, fueron superiores a ambas prácticas los resultados de aquellos estudiantes que siguieron la modalidad de *blended-learning*.

Un informe posterior, de otra revisión y meta-análisis sobre numerosas investigaciones relacionadas con este tema, continúa insistiendo en que no existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos en procesos formativos presenciales o virtuales (Carey y Trick, 2013). Siemens, Gašević y Dawson (2015) publicaron otro informe de amplia difusión internacional que realiza una revisión de síntesis de investigación de destacadas evidencias y meta-análisis sobre la enseñanza a distancia, el *blended-learning* y la enseñanza digital, en el que llegan a concluir que existen grandes evidencias respecto a la efectividad de la educación a distancia, incluyendo algunos estudios que destacan que dicha efectividad es comparable e, incluso, superior a la de la enseñanza tradicional. Más recientemente, Allen y Seaman (2017), en el informe anual del estado de la educación en línea en los Estados Unidos, apuntan que el 35,6% de los líderes académicos calificaron los resultados

de aprendizaje en la educación mixta, *blended* o semipresencial como similares o superiores a los de la enseñanza cara a cara. El 63,3% de esos líderes consideran a la educación en línea como fundamental para la estrategia institucional a largo plazo, frente al 13,7% que considera que no.

En realidad, las conclusiones avalan lo que ya viene siendo común en este tipo de estudios, es decir, que el rendimiento de los estudiantes depende más de los diseños pedagógicos de cada acción formativa que de los recursos seleccionados para el aprendizaje. Con diseños rigurosos, sean en formatos presenciales o en modalidad a distancia, los resultados no difieren significativamente. En consecuencia, el caso es que a estas alturas del siglo XXI se hace difícil poner en duda la eficacia y eficiencia de proyectos educativos no presenciales que estén soportados por sólidos diseños pedagógicos.

## ¿POR QUÉ GANA ESTE SISTEMA?

Ya hemos tratado de explicitar la calidad y eficacia probada de los sistemas educativos a distancia y virtuales, siempre que se actúe con criterios de rigor. Ahora, de forma resumida, trataremos de mostrar algunos de los factores que pueden estar impulsando el auge de estas modalidades formativas, más allá de la calidad probada ya apuntada. ¿Por qué la buena educación a distancia y virtual gana terreno, tanto desde la perspectiva social como desde la de quien elige el sistema para aprender? Existe numerosa literatura que incide en las ventajas y beneficios de la educación a distancia y virtual (Appana, 2008; Arkorful y Abaidoo, 2015; Bramble y Panda, 2008; Carey y Trick, 2013; Ekren y Kumtepe, 2016; García Aretio, 1994, 2001, 2009, 2010 y 2014; Guri-Rosenblit, 2009; Howard, Schenk y Discenza, 2004; Moore, 2013; Rodríguez, 2014; Sun y otros, 2008). Así, según estos autores, ¿cuáles pueden ser las causas de que avancen a gran ritmo las propuestas educativas a distancia?:

- *Apertura*. Porque desde la misma institución puede realizarse una amplia oferta de cursos; a los destinatarios no se les exige concentración geográfica y pueden encontrarse muy dispersos; la multiplicidad de entornos, niveles y estilos de aprendizaje puede mostrarse muy diferenciada; puede darse respuesta a la mayoría de las necesidades actuales de formación; puede convertirse en una oportunidad y oferta repetible sucesivamente.
- *Flexibilidad*. Porque permite seguir los estudios sin los rígidos requisitos de espacio (¿dónde estudiar?), asistencia y tiempo (¿cuándo estudiar?) y ritmo (¿a qué velocidad aprender?), propios de la formación tradicional; combinar familia, trabajo y estudio; permanecer en el entorno familiar y laboral mientras se aprende; compaginar el estudio también con otras alternativas de formación.
- *Eficacia*. Porque convierte al estudiante ineludiblemente en el centro del proceso de aprendizaje; puede aplicarse con inmediatez lo que se aprende; se facilita la integración de medios y recursos en el proceso de aprendizaje; se propicia la

autoevaluación de los aprendizajes; los mejores especialistas pueden elaborar los materiales de estudio; la formación puede ligarse a la experiencia y al contacto inmediato con la actividad laboral que pretende mejorarse; los resultados referidos a logros de aprendizaje se muestran, al menos, de igual nivel que los adquiridos en entornos presenciales.

- *Inclusión/democratización*. Porque se abren oportunidades a segmentos sociales vulnerables y con dificultades habituales para acceder al bien de la educación; la bandera de la educación inclusiva bien que puede defenderse desde estos postulados; se supera el acceso limitado a la educación que provocan los problemas laborales, de residencia, familiares, etc.; se hace realidad la universalidad de la información; todos pueden acceder a todo tipo de documentos textuales y audiovisuales de los más prestigiosos autores.
- *Economía*. Porque se ahorran gastos de desplazamiento; se evita el abandono del puesto de trabajo; se disminuye el tiempo complementario de permanencia en el trabajo para acceder a la formación; se facilitan la edición y los cambios que se deseen introducir en los materiales; se propicia la economía de escala. Aunque estos presupuestos de índole económica están sometidos a revisión.
- *Formación permanente*. Porque se da respuesta a la gran demanda de formación existente en la sociedad actual; se muestra como ideal para la formación en servicio, la actualización y el reciclaje; se propicia la adquisición de nuevas actitudes, intereses y valores.
- *Motivación e iniciativa*. Porque es inmensa la variedad y riqueza de la información disponible en Internet; permite la navegación libre por sus páginas; se presenta con un atractivo carácter multimedia; la libertad al navegar y la interactividad de las páginas Web mantienen la atención y propician el desarrollo de la iniciativa.
- *Privacidad*. Porque se favorece la posibilidad de estudiar en la intimidad; se evita lo que para muchos puede suponer la presión del grupo; se invita a manifestar conocimientos o habilidades que en presencia se obviarían; no se obliga a una exposición social, propia de la presencial, en personas que no la desean.
- *Individualización*. Porque se propicia el trabajo individual de los alumnos ya que cada uno puede buscar y consultar lo que le importe en función de sus experiencias, conocimientos previos e intereses; las tecnologías facilitan esa atención individualizada.
- *Interactividad e interacción*. Porque hace posible la comunicación total, bidireccional y multidireccional; la relación se convierte en próxima e inmediata; se posibilita la interactividad e interacción tanto síncrona como asíncrona, simétrica y asimétrica.
- *Aprendizaje activo*. Porque el estudiante es más sujeto activo de su aprendizaje; ese autoaprendizaje exige en mayor medida la actividad, el esfuerzo personal, el procesamiento y un alto grado de disciplina e implicación en el trabajo.
- *Socialización*. Porque se propicia el trabajo en grupo y el cultivo de actitudes sociales; se permite el aprender con otros, de otros y para otros a través del

intercambio de ideas y tareas, y ello puede ser con personas muy distintas y distantes, lo que favorece la multiculturalidad.

- *Autocontrol*. Porque se fortalece la capacidad de autogestión del tiempo, del esfuerzo personal y de la conformación de itinerarios formativos; se potencia la capacidad de autodisciplina y de madurez.
- *Macro-información*. Porque pone a disposición del que aprende la mayor biblioteca jamás imaginada; ninguna biblioteca de aula, centro o universidad por sí misma alberga tantos saberes como los depositados en esta biblioteca cósmica.
- *Gestión de la información*. Porque propicia que el estudiante pase de mero receptor de información a convertirse en gestor y creador; incentiva la capacidad de buscar, valorar, seleccionar, recuperar inteligentemente la información, construir el conocimiento y llegar a publicarlo.
- *Inmediatez*. Porque la respuesta ante las más variadas cuestiones se ofrece a gran velocidad (a golpe de “clic”), al margen de la hora y el lugar.
- *Innovación*. Porque estimula formas diferentes y creativas de enseñar y aprender, tales como los aprendizajes combinados, colaborativos, invisibles, rizomáticos, ubicuos, adaptativos, etc.; el potencial de las comunidades que aprenden a través de las redes está modulando drásticamente los formatos habituales de educación.
- *Permanencia*. Porque la información no es fugaz como la de la clase presencial, la emisión de radio o televisión; el documento textual o audiovisual está esperando siempre el momento adecuado para el acceso de cada cual; quedan registrados todos los documentos e intervenciones como residentes en el sitio Web y ello posibilita las analíticas de aprendizaje.
- *Multiformatos*. Porque la diversidad de configuraciones que nos permiten las ediciones multimedia e hipertextual estimulan el interés por aprender; se brinda la posibilidad de ofrecer ángulos diferentes del concepto, idea o acontecimiento.
- *Multidireccionalidad*. Porque existe gran facilidad para que documentos, opiniones y respuestas tengan simultáneamente diferentes y múltiples destinatarios, seleccionados a golpe de “clic”.
- *Ubicuidad*. Porque todos los participantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje pueden estar virtualmente presentes en muchos lugares a la vez; la educación (el aprendizaje) ubicua y móvil agranda esta ventaja.
- *Libertad de edición y difusión*. Porque todos pueden editar sus trabajos y difundir sus ideas que, a la vez, pueden ser conocidos por multitud de internautas.
- *Acceso a la calidad*. Porque puede accederse a prestigiosos centros de estudio e investigadores sin necesidad de desplazamiento; los mejores pueden ser los autores de los materiales que se estudian.
- *Interdisciplinariedad*. Porque todos los ángulos, dimensiones y perspectivas de cualquier cuestión, problema, idea o concepto pueden ser contemplados desde diferentes áreas disciplinares y presentados de manera inmediata a través de los buscadores y enlaces hipertextuales.

## LA DISRUPCIÓN

En nuestro libro (García Aretio, 2014), apostábamos por considerar a la educación a distancia como un fenómeno disruptivo. Se habla de disrupción al referirnos a las tecnologías o innovaciones que son disruptivas cuando un producto o servicio nace y pasado un tiempo se convierte en líder sustituyendo a otro anterior (Christensen (1997 y 2012)). Al menos, podríamos hablar de disrupción cuando ese producto o servicio sobrepasa en aceptación a los que estaban asentados en la sociedad y mercado. En estos casos se llega a generar un brusco cambio que rompe drásticamente y ocupa el espacio del producto o servicio anterior. Sólo por enumerar algunas tecnologías disruptivas en el sentido señalado, serían: el correo electrónico, la fotografía digital, la música en CD, en mp3, por Internet, el teléfono móvil, los teléfonos inteligentes, la telefonía por IP, etc. Estas innovaciones llegaron a sustituir a las anteriores que venían ofreciendo servicios similares, pero de menor calidad y eficiencia que las nuevas. En algunos casos podrá discutirse si esas rupturas no son tales al tratarse de meras evoluciones.

Pues ese dilema es el que planteamos aquí. La incorporación o mejor, la integración de las tecnologías en los procesos educativos está obligando a cambios radicales en las estrategias de enseñanza y en los procesos de aprendizaje. ¿Podríamos hablar de innovaciones disruptivas? (Cabrol y Severín, 2010). ¿Es posible la innovación disruptiva en educación? (Christensen, Horn y Johnson, 2010). Estos autores abogan por esos cambios drásticos que han de producirse en la educación, algunos de ellos pregonados desde hace décadas en la literatura pedagógica pero que la práctica educativa no ha activado. Es ahora con la irrupción de tecnologías disruptivas en estas prácticas cuando toma valor ese cuestionamiento. De ahí que Adell y Castañeda (2012) apunten que para que haya una verdadera disrupción en las prácticas didácticas es necesario un cambio radical y repentino del contexto educativo, del marco conceptual didáctico y/o de los propios objetivos de la educación. Quiere decirse que por el solo hecho de impartir una asignatura o curso en línea, no se está llevando a cabo una innovación disruptiva. Probablemente no se esté alterando significativamente el proceso educativo por el mero cambio al soporte digital. Podríamos decir, de todas formas, que existe una cierta ruptura (disrupción) del clásico espacio donde se han venido desarrollando los procesos educativos ordinarios, el aula.

No sabemos hasta dónde podría considerarse así pero como ya hemos señalado, parecería que la educación a distancia en sus diferentes formatos digitales (aprendizaje digital), sobre todo en el nivel universitario y la formación profesional en servicio, en efecto, va ganando, va superando a los sistemas clásicos convencionales de educación y su presentación, al menos, supone un cambio radical del escenario educativo convencional. ¿Estaríamos entonces en condiciones de concluir en que la educación a distancia ha sido, está suponiendo, una disrupción pedagógica? ¿Quién

podría dudar que, frente a los modelos pedagógicos clásicos, presenciales, existe ruptura? (García Aretio, 2015).

Es evidente que los modelos clásicos de educación no han desaparecido ni creemos que lo vayan a hacer en un plazo medio. Sin embargo, los niños, adolescentes y jóvenes ya no aprenden como lo hacían antes, sus formas de adquirir conocimiento están cambiando ¿radicalmente?, ¿No deberían hacer lo propio las formas de enseñar? ¿No resulta una alteración, un cambio, de primer orden, el aprendizaje que hoy se hace, también desde instituciones presenciales, a través de plataformas digitales (aprendizaje digital)?

Esas diferentes formas de enseñar y aprender soportadas en sistemas digitales van llegando a todos los rincones del planeta presentando formatos distintos según visiones pedagógicas, filosóficas, psicológicas, sociológicas y políticas y en función de las disponibilidades económicas y de los aportes tecnológicos. En efecto, como en otros ámbitos de la vida, son las tecnologías las que propician las disrupciones, también en la educación. En el caso que nos ocupa, los formatos educativos no presenciales se van imponiendo, en ocasiones, de forma brusca (disrupción), rompiendo espacios, tiempos, métodos, recursos, roles, etc., de sistemas educativos clásicos, estáticos, entumecidos, rígidos y con sólidas estructuras (García Aretio, 2014).

## EL FUTURO INMEDIATO

Tras la imparable penetración de estas diferentes formas de enseñar y aprender que van rompiendo las maneras más tradicionales de hacerlo, consideraríamos si esta innovación educativa alcanzó ya su meseta de estabilidad, sigue profundizando la ruptura y sustitución de lo anterior o, por el contrario, ya está agotada. Para ello, nada mejor que acercarnos a los anuales informes Horizon. El correspondiente a este año (Horizon Report, 2017), como suele ser habitual, propone tendencias de base tecnológica en la innovación educativa, referido a la educación superior. Estos informes, año tras año, van consolidando ciertas tendencias, por una parte, aquellas que generan impacto, por otra parte, los retos a los que habremos de enfrentarnos y, finalmente, las tecnologías más relevantes que se adoptarán en el futuro. Ciertamente, las tecnologías aplicadas a la innovación educativa han tenido siempre una acogida especial y preferente en los entornos educativos no presenciales. De ahí que alimentemos nuestro convencimiento de que las metodologías a distancia, hoy digitales, lejos de detener sus avances, continuarán tomando terreno a los formatos educativos que durante siglos han configurado nuestros sistemas de formación.

En esta ocasión, con la finalidad de concretar estos avances, nos vamos a referir sólo a aquellas dos tendencias tecnológicas propuestas en el Horizon Report de 2017 de las que se marca su plena adopción en el plazo de un año. Dejaremos para otras ocasiones aquellas otras tecnologías cuya previsión de implantación serán a plazo mayor de un año. Pues bien, estas dos tecnologías referidas, son el *aprendizaje*

*adaptativo* y el *aprendizaje móvil*, este último, tema de nuestro actual monográfico de RIED.

## **Analíticas de aprendizaje y aprendizaje adaptativo**

Como en otras facetas de la vida, la parametrización de la acción y de los resultados pedagógicos con la finalidad de encontrar metodologías y procesos que lleven a aprendizajes deseados, ofrece interesantes perspectivas. Las analíticas de aprendizaje (*learning analytics*) derivan de otras analíticas de datos que se vienen utilizando en diferentes campos desde hace tiempo. El mundo del *big data*, los grandes datos, habitualmente utilizados en el ámbito empresarial para analizar las actividades del consumidor, identificar tendencias de consumo y predecir comportamientos, está siendo descubierto también para el sector educativo. Internet ha impulsado la investigación en torno a los *big data* y hacia métricas de todo tipo que explotan al máximo la información depositada en la Red por todos los internautas (Picciano, 2012). La minería de datos, el análisis de datos en grandes proporciones, ofrece a las empresas la posesión de inmensas bases de información que podrían utilizar, por ejemplo, en sus campañas de marketing.

El aprendizaje social a través de la red se está convirtiendo hoy en un campo de estudio muy complejo, debido fundamentalmente a los grandes avances tecnológicos y a la permanente demanda de formación por parte de la población, ello requiere de estudios y análisis serios que puedan propiciar formas de avanzar y mejorar la calidad de estas actividades de formación. De ahí la necesidad de analizar los datos, información y datos, por ejemplo, sobre el rastro que pueden dejar tras de sí los estudiantes durante un determinado proceso de formación en línea, su grado de interacción con docentes, compañeros y materiales de estudio, etc. Esto no es otra cosa que las analíticas de aprendizaje (Siemens et al., 2011; Buckingham y Ferguson, 2012), con las que tratamos de recopilar, medir, analizar y presentar multitud de datos sobre los estudiantes y sus contextos, con la finalidad de, primero entender y después tratar de optimizar los procesos de aprendizaje y el propio contexto en el que éste se produce (Long, Siemens, Conole y Gašević, 2011; Sclater y Mullan, 2017).

Ferguson (2012) señala los que considera factores o causas que propician los avances de las analíticas de aprendizaje en los entornos virtuales. Entre otros, apunta: el actual interés por los grandes datos, el auge de la formación virtual, las dudas sobre cómo saber el grado de implicación de un estudiante al que no vemos físicamente, la preocupación social por la rendición de cuentas y los deseos de mejorar la educación en línea a través de datos objetivos. Resulta sencillo evaluar el progreso académico de los estudiantes, predecir su rendimiento, detectar potenciales problemas, mejorar la experiencia de aprendizaje, aumentar la retención y también el grado de satisfacción de éstos. Sin duda, los estudiantes podrían comprobar que los diseños se ajustan mucho más a sus necesidades, intereses y limitaciones (Johnson et al., 2012 y 2013).

Estaríamos hablando así del aprendizaje personalizado (Johnson et al., 2012) como uno de los desafíos importantes de esta década y que hoy viene evolucionando a la idea de aprendizaje adaptativo que supondría ordenar la acción docente y todos los recursos pedagógicos implicados hacia la satisfacción de las necesidades generadas por el proceso de aprendizaje de cada sujeto. Las tecnologías hoy permiten que los sistemas hipermedia se adapten a las características del usuario y no al revés. Las tecnologías adaptativas que pueden capturar datos individuales y grupales pueden aproximarnos a unas estrategias docentes más perfiladas hacia grupos y alumnos concretos. *The Higher Education Commission* (2016) del Reino Unido, que es un órgano formado por líderes educativos, empresariales y políticos, considera que el análisis de datos tiene el potencial de transformar el sector de la educación superior, aunque actualmente no aprovechan al máximo las oportunidades de las analíticas de aprendizaje. El informe precisa que el futuro puede mejorar impulsado por estos análisis basados en datos.

Las nuevas versiones de los LMS incorporan herramientas adaptativas que nos van permitiendo diseñar cursos individualizados o diferenciados (Leris, Vea y Velamazán, 2015), con prestaciones tales como gestionar el curso, a los usuarios, a los grupos, así como las calificaciones, etc., además de permitir, obviamente, la gestión de contenidos (García Peñalvo y Seoane-Pardo, 2015).

Poder controlar, por ejemplo, un curso virtual y adoptar decisiones y estrategias rápidas, no arbitrarias sino fundadas en análisis objetivos, supone un apoyo sustancial a docentes que no tienen por qué estar preparados pedagógicamente para implementar determinadas teorías o modelos para la mejora de los resultados académicos de sus estudiantes. Un informe de la empresa Tyton Partners (2016) estudia la evolución del aprendizaje adaptativo desde 2012. En ese informe se afirma que esta tecnología se utiliza para tratar una amplia gama de necesidades de aprendizaje, a partir de numerosas herramientas y aplicaciones específicas. Por su parte, los docentes parece que comienzan a fijarse en este tipo de análisis que podría propiciar mejores resultados de aprendizaje. Incluso las competencias se pueden evaluar con mayor claridad gracias a soluciones de aprendizaje adaptativo que apoyan formas claras de evaluación. Quizás falta que aumente el número de proveedores que ofrecen este tipo de productos. Sclater y Mullan (2017) creen que los sistemas de aprendizaje adaptativo ayudan a fomentar un acercamiento más personalizado y de ritmo propio al aprendizaje y son los más apropiados para enseñar habilidades básicas.

Cierto que no sería necesario analizar miles de registros para llegar a la conclusión de que existe correlación entre el esfuerzo de los estudiantes, la participación activa en el entorno virtual, la lectura de documentos, etc., y su rendimiento académico (Domínguez, Álvarez y Gil, 2016). Sin embargo, resultaría más difícil comprobar cuál sería la relación causal entre hacer, hacer más y hacerlo mejor (Reich, 2015).

Finalmente, una reflexión, habrá de actuarse con cautela con estas tecnologías, dados los componentes éticos y legales que pueden afectar a la explotación de ciertas

bases de datos que contienen informaciones muy sensibles relacionadas con la privacidad de las personas.

## Aprendizaje móvil

La ilusión de poder estar conectados siempre, sin importar tiempo ni espacio, ya no es una entelequia. La comunicación con todos y permanentemente, así como el acceso al inabarcable mundo de información que aloja Internet ya deja de estar limitado a un ordenador atado al espacio concreto por, al menos, dos cables, uno para la alimentación eléctrica y el otro para el acceso a Internet. Los dispositivos móviles, hoy fundamentalmente los teléfonos inteligentes, las tabletas y los relojes, permiten a los usuarios hacer esta realidad simplemente a través de las redes móviles e inalámbricas y de una cada vez mayor capacidad de autonomía energética. La curva referida al progresivo número de usuarios en todos los países del globo, unida a la evolución y suma de prestaciones que estos dispositivos ofrecen ha abierto la puerta a una gran cantidad de usos cotidianos. La omnipresencia de estos dispositivos está cambiando las maneras de interacción entre las personas, la información y el entorno (Informe Horizon, 2017).

De ahí que todo tipo de empresas y organizaciones se esfuercen por hacer asequibles sus sitios web desde estos dispositivos móviles realizando las adaptaciones de software precisas. Naturalmente, en el ámbito educativo esto se está convirtiendo en un gran reto tanto de las instituciones educativas como de las empresas generadoras de aplicaciones optimizadas para estos dispositivos móviles, porque, en efecto, la perspectiva más prometedora del aprendizaje móvil hoy son las aplicaciones, mundo que se ha convertido en un auténtico vivero de desarrollo que genera el consecuente negocio. En el mundo de la educación, el aprendizaje móvil conforma un grupo de espectaculares expectativas para este negocio del que, obviamente, podemos salir beneficiados todos los que nos dedicamos a este campo. A nivel mundial, a finales de 2012 se llegaba a un total de mil millones de teléfonos inteligentes, cantidad que se incrementará en un 34% entre los años 2016 y 2022 (Sui y Wu, 2016). Por su parte, ITU (2016) afirma que el 95% de las personas de los países desarrollados cuentan con un teléfono móvil y no es menos importante resaltar que en aquéllos que se encuentran en vías de desarrollo, lo poseen el 90% de las personas. Otro interesante dato es el que aporta StatCounter (The Guardian, 2016) al informar que en 2016 el 51,3% de la navegación web en todo el mundo se realizaba a través de teléfonos móviles y tabletas, superando por primera vez la navegación a través de dispositivos de escritorio.

La profusión de herramientas o aplicaciones móviles hacen que resulte extraño que no exista una aplicación para cada necesidad de aprendizaje (Johnson y otros, 2013). Así, el acceso a las fuentes del conocimiento, el aprendizaje, es posible en cualquier momento y desde cualquier lugar (ubicuidad) (Burbules, 2102) e, incluso, en movimiento. El aprendizaje móvil (*m-learning*) lo queremos referir al uso de

dispositivos móviles o inalámbricos con finalidades que fomenten el aprendizaje (Ng y Cumming, 2015; Saleh y Bhat, 2015).

Poder aprender sin las limitaciones de espacio y desde diferentes dispositivos se convierte en un fenómeno de grandes posibilidades dado que aumenta las ventajas propias del aprendizaje flexible al romper aún más las barreras espaciotemporales. El impacto sobre las posibilidades de aprender a través de dispositivos móviles en cualesquiera de los niveles educativos, resulta hoy incuestionable (Sung, Chang y Liu, 2016), y los elementos motivadores, de satisfacción e interés que muestran los estudiantes ante estas herramientas de aprendizaje parecen también muy positivos (Kim, Hwang y Zo, 2016), por las posibilidades de interacción y colaboración que se establecen entre los usuarios (Valk y otros, 2010; Sergio, 2012).

Para Santiago, Trbaldo, Kamijo y Fernández (2015), el m-learning muestra diferentes ventajas, tales como la transportabilidad, accesibilidad, conectividad permanente, flexibilidad, inmediatez y ubicuidad, características todas ellas que eliminan drásticamente las limitaciones espaciotemporales para el estudio, se realice éste de forma individual o colaborativa. La tecnología móvil facilita un aprendizaje interactivo, ubicuo e individualizado, que permite a cada usuario trabajar a su propio ritmo (Rico y Agudo, 2016). En definitiva, el aprendizaje móvil debería posibilitar no sólo el aprendizaje a distancia, semipresencial (*blended learning*) y ubicuo, sino también autónomo (Pareja, Calle y Pomposo, 2016).

El aprendizaje ubicuo lo definen Hooft y otros (2007) como aquél que se genera en un ambiente en el que los alumnos pueden acceder a diferentes dispositivos y servicios digitales, así como a los dispositivos móviles, siempre y cuando los necesiten. Puede observarse que estos autores consideran el aprendizaje ubicuo *u-learning* como un concepto más amplio que el *m-learning*, dado que incluye cualquier dispositivo con conexión a Internet. Es de tal calibre la penetración de Internet y de las redes sociales en la vida diaria que es ya bastante frecuente encontrar referencias y códigos (QR) en multitud de materiales y productos que hacen de puente para poder acceder a contenido extra en la web ya optimizada para visualizar en dispositivos móviles. Este es el caso de la realidad aumentada aplicada a la enseñanza (Ibáñez, Jordano y Vermeulen, 2016).

La ubicuidad de estos formatos de aprendizaje rompe la dependencia y sujeción a un lugar concreto para llevar a cabo una sesión de aprendizaje. Así, el aprendizaje individual y colaborativo se hace realidad a través de estas tecnologías, con aplicaciones diferentes que responden a necesidades concretas de formación, con acceso a bases de datos, calendarios, chat, correo electrónico, videoconferencia, bibliotecas, acceso a redes sociales, blogs y wikis, además de posibilitar la conexión con el profesor y resto de estudiantes, consulta de contenidos en cualquier formato, etc. En realidad, todo lo que se puede hacer desde un ordenador de mesa conectado a Internet, con la ventaja de poderlo hacer desde cualquier lugar y tiempo y con dispositivos y aplicaciones más económicos. Sólo faltaría calcular los costes de las conexiones inalámbricas o *wifi*. A esta dificultad puede sumarse la del tamaño

reducido de la pantalla y su brillo con luz solar, también la escasa capacidad de la memoria y duración de la batería, etc. En todo caso, tal y como señala Park (2011), urge un marco pedagógico que ajuste las metodologías más apropiadas de acuerdo con principios pedagógicos bien consolidados.

Quizás convendría concluir con una síntesis del documento de UNESCO (2013) que se dirige a responsables políticos, con la finalidad de orientar sobre qué es el aprendizaje móvil y cómo aprovecharlo para mejorar la educación. En el documento se recogen una serie de beneficios potenciales de estas tecnologías, tales como sus posibilidades para:

- Ampliar el alcance y la equidad de la educación.
- Facilitar el aprendizaje personalizado.
- Proporcionar *feedback* y evaluación inmediatos.
- Habilitar el aprendizaje en cualquier momento y en cualquier lugar.
- Asegurar un uso más productivo del tiempo que pasamos en clase (*flipped classroom*).
- Crear nuevas comunidades de aprendizaje.
- Apoyar el aprendizaje situado (realidad aumentada).
- Facilitar la continuidad de la experiencia de aprendizaje.
- Conectar el aprendizaje formal y el aprendizaje informal.
- Reducir la perturbación de la educación en casos de conflicto y desastres.
- Ayudar a los aprendices con discapacidades.
- Mejorar la comunicación y la administración.
- Minimizar los costes y maximizar la eficiencia.

En consecuencia, como venimos reforzando desde el inicio de este trabajo, la educación a distancia, el aprendizaje digital, no sólo está consolidado, no sólo está suponiendo una disrupción, sino que estos impulsos no van a decaer porque las tecnologías siempre supondrán un incentivo para la innovación educativa en ese campo. De esta manera, una apuesta en el sentido de potenciar estas tecnologías móviles para el aprendizaje la hace nuestra *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, que ha promovido el presente monográfico relacionado con los dispositivos móviles y el aprendizaje, intentando siempre estar a la vanguardia de la educación digital.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adell, J., y Castañeda, L. (2012). Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes? En *Tendencias emergentes en educación con TIC*. Barcelona: Espiral.
- Allen, E., y Seama, J. (2017). *Digital Learning Compass: Distance Education Enrollment Report 2017*. Babson Survey Research Group e-Literate, and WCET.

- Appana, S. (2008). A review of benefits and limitations of online learning in the context of the student, the instructor, and the tenured faculty. *International Journal on ELearning*, 7(1), 5.
- Arkorful, V., y Abaidoo, N. (2015). The role of e-learning, advantages and disadvantages of its adoption in higher education. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 12(1), 29-42.
- Bayne, S.; Knox, J. y Ross, J. (2015). Open education: the need for a critical approach. *Open education: the need for a critical approach, Learning, Media and Technology*, 40:3, 247-250, doi: 10.1080/17439884.2015.1065272.
- Bramble, W. J., y Panda, S. (Ed.). (2008). *Economics of distance and online learning: Theory, practice and research*. Londres: Routledge.
- Buckingham, S., y Ferguson, R. (2012). Social Learning Analytics. *Educational Technology and Society*, 15(3), 3-26.
- Burbules, N. (2012). Entrevista a Nicolás Burbulés. *Webinar, 2012*. Recuperado de <http://goo.gl/DpJECH>.
- Cabrol, M., y Severin, E. (2010). TICS en educación: una innovación disruptiva. *Aportes BID*, 2. Recuperado de: <http://www.iadb.org/wmsfiles/products/publications/documents/35130690.pdf>
- Carey, T., y Trick, D. (2013). *How Online Learning Affects Productivity, Cost and Quality in Higher Education: An Environmental Scan and Review of the Literature*. Toronto: Higher Education Quality Council of Ontario.
- Christensen, C. M. (1997). *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*. Boston: Harvard Business School Press.
- Christensen, C. M., Horn, M. B. y Johnson, C. W. (2008). *Disruptin class: How disruptive innovation will change the way the world learns*. Nueva York: McGraw-Hill Professional.
- Christensen, C. M. (2012). Disruptive innovation. En M. Soegaard y R. F. Dam (Ed.), *Encyclopedia of human-computer interaction*. Recuperado de: [http://www.interaction-design.org/encyclopedia/disruptive\\_innovation.html](http://www.interaction-design.org/encyclopedia/disruptive_innovation.html).
- Domínguez, D., Álvarez, J. F., y Gil-Jaurena, I. (2016). Analítica del aprendizaje y Big Data: heurísticas y marcos interpretativos. *DILEMATA, International Journal of Applied Ethics*, 22, 87-103. Recuperado de: <http://www.dilemata.net/revista/index.php/dilemata/article/view/412000042/450>
- Ekren, G., y Kumtepe, E. G. (2016). Openness Initiatives in Distance Education. En *Global Learn*, 16(1), 346-351.
- Ferguson, R. (2012). *The State of Learning Analytics in 2012: A Review and Future Challenges. Technical Report*. Milton Keynes: The Open University.
- García Aretio, L. (1985). *Licenciados extremeños de la UNED*. Mérida: UNED-Mérida.
- García Aretio, L. (1994). *Educación a distancia hoy*. Madrid: UNED.
- García Aretio, L. (Coord.) (1997). *Investigar para mejorar la calidad de la Universidad*. Madrid: UNED.
- García Aretio, L. (2001). *La educación a distancia. De la teoría a la práctica*. Barcelona: Ariel.
- García Aretio, L. (2009). *¿Por qué va ganando la educación a distancia?* Madrid: UNED.
- García Aretio, L. (2014). *Bases, mediaciones y futuro de la educación a distancia en la sociedad digital*. Madrid: Síntesis.
- García Aretio, L., y Ruíz Corbella, M. (2010) *La eficacia de la educación a distancia:*

- ¿un problema resuelto? *Teoría de la educación*, 22(1), 141-162.
- García-Peñalvo, F. J., y Seoane-Pardo, A. M. (2015). Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Décimo Aniversario. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(1), 119-144, doi: <http://dx.doi.org/10.14201/eks2015161119144>
- Guri-Rosenblit, S. (2009). Distance education in the digital age: Common misconceptions and challenging tasks. *Journal of Distance Education (Online)*, 23(2), 105.
- Hooft, M., Swan, K., Cook, D., y Lin, Y. (2007). What is ubiquitous computing? En M. van Hooft y K. Swan (Eds.), *Ubiquitous computing in education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Horizon Report (2017). *The NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition*. Recuperado de <https://goo.gl/3Udytu>
- Howard, C., Schenk, K., y Discenza, R. (Ed.). (2004). *Distance learning and university effectiveness: Changing educational paradigms for online learning*. IGI Global.
- Ibáñez Moreno, A., Jordano de la Torre, M., y Vermeulen, A. (2015). Diseño y evaluación de VISP, una aplicación móvil para la práctica de la competencia oral. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(1), 63-81. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.19.1.14580>
- ITU-International Telecommunication Union. (2016). *Measuring the Information Society Report*. Recuperado de: <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2016/MISR2016-w4.pdf>
- Johnson, L., Adams, S., y Cummins, M. (2012). *The NMC Horizon Report: 2012 Higher Education*. Austin, Tx: The New Media Consortium.
- Johnson, L., Adams, S., Gago, D., García, E., y Martín, S. (2013). *NMC Perspectivas Tecnológicas: Educación Superior en América Latina 2013-2018. Un Análisis Regional del Informe Horizon del NMC*. Austin, Tx: The New Media Consortium.
- Johnson, L., Adams, S., Cummins, M., y Estrada, V. (2012). *Technology Outlook for STEM+ Education 2012-2017. NMC Horizon Report Sector Analysis*. Austin, Tx: The New Media Consortium.
- Kim, K., Hwang, J., y Zo, H. (2016): Understanding users' continuance intention toward smartphone augmented reality applications. *Information Development*, 32(2), 161-174.
- Leris, D., Veá, F., y Velamazán, A. (2015). Aprendizaje adaptativo en Moodle: tres casos prácticos. *Education in the Knowledge Society*, 16(4), 138-157.
- Long, P., Siemens, G., Console, G., & Gasevic, D. (2011). *1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK11)*, Banff, AB, Canada
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., y Jones, K. (2009). *Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies*. US Department of Education. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=ED505824>
- Moore, M. G. (Ed.). (2013). *Handbook of distance education*. Londres: Routledge.
- Ng, W., y Cumming, T. M. (Eds.). (2015). *Sustaining Mobile Learning: Theory, Research and Practice*. Londres: Routledge.
- Park, Y. (2011). A Pedagogical Framework for Mobile Learning: Categorizing Educational Applications of Mobile Technologies into Four Types. *The International Review of Research in*

- Open and Distance Learning*, 12(2), 78-102.
- Picciano, A. G. (2012). The Evolution of Big Data and Learning Analytics in American Higher Education. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 16(3), 9-20.
- Reich, J. (2015). Rebooting MOOC Research. Improve assessment, data sharing, and experimental design. *Science*, 347(6217), 34-35. doi: 10.1126/science.1261627.
- Saleh, S. A., y Bhat, S. A. (2015). Mobile Learning: A Systematic Review. *International Journal of Computer Applications*, 114(11), 1-5.
- Santiago, R., Trbaldo, S., Kamijo, M., y Fernández, Á. (2015). *Mobile Learning: Nuevas realidades en el aula*. México: Editorial Océano.
- Slater, N., y Mullan, J. (2017). *Learning Analytics in Higher Education: A Review of UK and International Practice*. Recuperado de <https://goo.gl/goroCB>
- Sergio, F. (2012). 10 ways that mobile learning will revolutionize education. Recuperado de <http://www.fastcodesign.com/1669896/10-ways-hat-mobilelearning-will-revolutionize-education>
- Siemens, G., Gasevic, D., Haythornthwaite, C., Dawson, S., Buckingham, S., Ferguson, R., Duval, E., Verbert, K., y Baker, R.S.J.D. (2011). *Open Learning Analytics: an integrated & modularized platform. Proposal to design, implement and evaluate an open platform to integrate heterogeneous learning analytics techniques*. Recuperado de: <https://goo.gl/ufr7zc>
- Siemens, G., Gašević, D., y Dawson, S. (Ed.), (2015). *Preparing for the digital university: a review of the history and current state of distance, blended, and online learning*. Edmonton, AB: Athabasca University.
- Sui L., y Wu Y. (2016). Global Smartphone Sales Forecast for 88 Countries: 2007 to 2022. Strategy Analytics [blog]. Recuperado de: <https://goo.gl/CsBYoi>
- Sung, Y. T., Chang, K. E., y Liu, T. C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, 94, 252- 275. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.008>
- Sun, P. C., Tsai, R. J., Finger, G., Chen, Y. Y., y Yeh, D. (2008). What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. *Computers & Education*, 50(4), 1183-1202.
- The Guardian (2016). Mobile web browsing overtakes desktop for the first time. Recuperado de <https://goo.gl/SFLvb9>
- The Higher Education Commission (2016). *From Bricks to Clicks - The Potential of Data and Analytics in Higher Education*. Recuperado de <https://goo.gl/s132y7>
- Tyton Partners (2016). *Learning to Adapt 2.0: The Evolution of Adaptive Learning in Higher Education*. Recuperado de <https://goo.gl/nXOZZB>
- UNESCO (2013). *UNESCO policy guidelines for mobile learning*. París: UNESCO.
- Valk, J. H., Rashid, A. T., y Elder, L. (2010). Using mobile phones to improve educational outcomes: An analysis of evidence from Asia. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 11(1), 117-140.

### Como citar este artículo:

García Aretio, L. (2017). Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp. 09-25. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.18737>



# *Monográfico:*

## **La integración efectiva del dispositivo móvil en la educación y en el aprendizaje**

Coordinadores del Monográfico  
María Soledad Ramírez-Montoya  
Francisco José García-Peñalvo



# La integración efectiva del dispositivo móvil en la educación y en el aprendizaje

## Effective integration of the mobile device into education and learning

María Soledad Ramírez-Montoya  
*Tecnológico de Monterrey, ITESM (México)*

Francisco José García-Peñalvo  
*Universidad de Salamanca, USAL (España)*  
*Tecnológico de Monterrey, ITESM (México)*  
*Coordinadores del Monográfico*

### Resumen

Es un hecho que los dispositivos móviles, especialmente los teléfonos tipo *smartphone*, e Internet han cambiado sustancialmente las costumbres de la población, los hábitos sociales, las maneras de comunicación y, en definitiva, la forma de vida de las personas. Inevitablemente, aunque con diferentes barreras y con un tiempo quizás mayor del vaticinado por los estudios, la movilidad también ha llegado al contexto educativo, con diferente intensidad, penetración y uso en la formación formal y no formal, y de forma plena al ámbito del aprendizaje informal. El dispositivo móvil está llamado a revolucionar las prácticas educativas por aportar unos grados de libertad que otras tecnologías anteriores no ofrecían. La potencia de la conectividad ubicua y las posibilidades de contar con el acceso a las fuentes de conocimiento en un dispositivo de bolsillo, como el teléfono, o del tamaño de cuaderno en el caso de las tabletas, dotado además de una capacidad de procesamiento superior a la de ordenadores personales de hace unos pocos años, plantean escenarios disruptivos en las metodologías educativas con el apoyo de la tecnología y respaldan la formación en línea como una opción natural que se integra como complemento o como modelo formativo principal. No obstante, esta visión idílica tiene diferente grado de aceptación según el nivel educativo, el área disciplinar y la formalidad de la acción formativa. Por tanto, se necesita de estudios de investigación a gran escala que transmitan cuál es el grado de avance, uso efectivo, aceptación y penetración de las tecnologías móviles en la educación y el aprendizaje. Esta es la razón de ser de este número monográfico de la Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (RIED), que se compone de 13 artículos seleccionados después de una rigurosa revisión por pares de las más de 35 propuestas recibidas.

*Palabras clave:* dispositivo móvil; educación; aprendizaje; mLearning; realidad aumentada; aprendizaje invertido; entornos personales de aprendizaje.

## Abstract

It is a real fact that mobile devices, specially smartphones, and Internet have substantially changed the customs of the population, the social habits, the communication media, and, ultimately, the way of life of people. Inevitably, although with different barriers and with more time that many studies and reports estimated, mobility has arrived to the educational context, with different intensity, penetration and usage in formal and non-formal education, and in a full way into the informal learning. Mobile device is called to revolutionize the educational practices due to it introduces some degrees of freedom that other previous technologies had not offered. The power of ubiquitous connectivity and the possibilities of having access to the knowledge sources in a pocket device, such as mobile phone, or with a size as a notebook, in the case of tablets, and also equipped with a processing capacity higher than that of personal computers a few years ago, pose disruptive scenarios in educational methodologies based on technology and support eLearning as a natural option both as a complement or as a main educational model. However, this idyllic vision has a different degree of acceptance according to the educational level, the disciplinary area and the formality of the formative action. Therefore, large-scale research studies are needed to convey the degree of advancement, effective use, acceptance and penetration of mobile technologies in education and learning. This is the reason for this special issue at the *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* (RIED), which consists of 13 articles selected after a rigorous peer review of the more than 35 proposals received.

**Keywords:** mobile device; education; learning; mLearning; augmented reality; flipped learning; personal learning environments.

El acceso ubicuo a la información, tanto para consultarla como para generar nuevos datos en tiempo real, las posibilidades de conexión y comunicación, así como la diversidad de tipos de dispositivos (*smartphones*, tabletas, *smartwatches*, *ebooks*, etc.), que implican formas más ricas de interaccionar síncrona y asíncronamente, y todo ello unido a un constante incremento en la capacidad de proceso de estos dispositivos, convierte a los dispositivos móviles en auténticos agentes de cambio en los hábitos de las personas, en la manera de comunicarse y de interaccionar, bien entre ellas, bien con los servicios que se les ofertan desde empresas y administraciones. Además, los dispositivos móviles sirven para paliar ciertas barreras de inclusión debidas a discapacidades visuales, auditivas, motrices e intelectuales, mediante el amplio abanico de apps que ofrecen (Telefónica, 2012).

El dominio educativo se ve muy afectado con los avances tecnológicos (García-Peñalvo y Colomo-Palacios, 2015; García-Peñalvo y Llamas Nistal, 2017), abriendo posibilidades, escenarios y retos, en los que desde tiempo el *mobile learning* o *mLearning* (Alonso de Castro, 2014; Briz-Ponce, Juanes-Méndez y García-Peñalvo, 2016; Sánchez-Prieto, Olmos-Migueláñez y García-Peñalvo, 2013, 2014) ha sido una constante promesa (Johnson, Adams y Cummins, 2012; Johnson et al., 2013) que, actualmente, ya es una realidad inevitable, de forma que *eLearning*, *mLearning* y *bLearning*, pasan de ser una opción a convertirse en un requisito de supervivencia

para las instituciones educativas, con un plazo de adopción inmediato según el último informe *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition* (Adams Becker et al., 2017).

Múltiples informes y estudios avalan la creciente importancia y penetración de los dispositivos móviles en la sociedad, con especial atención a los *smartphones*. Según *International Telecommunication Union* (2016) en los países desarrollados el 95% de las personas adultas poseen un teléfono móvil, mientras que en los países en desarrollo la penetración es del 90%. España es líder en número de *smartphones*, donde un 80% de los españoles dispone de uno, frente al 78% que tiene un PC, ya sea portátil o de sobremesa. Este porcentaje aumenta entre los menores, donde el 98% de los jóvenes entre los 10 y los 14 años tiene un teléfono inteligente con acceso a Internet (Ditrendia, 2016). En 2016 StatCounter (<https://goo.gl/X380Fk>) informó que el 51,3% del acceso a la Web se había realizado mediante móviles y tabletas, sobrepasando por primera vez al acceso desde el ordenador de sobremesa. El proceso de producción de contenidos para estos dispositivos también representa un reto para lograr aprendizaje móvil (Glasserman y Ramírez-Montoya, 2012) y, sin duda, la tecnología educativa tiene ante sí un área de oportunidad para ampliar sus ámbitos de aplicación (Ramírez-Montoya y Burgos, 2012). Según el *Cisco Visual Networking Index*, el tráfico de Internet debido a los *smartphones* superará al de los PC en 2020, y en conjunto el tráfico de las redes wifi y de los dispositivos móviles supondrá dos tercios del total del tráfico en ese año (CISCO, 2016).

En un estudio realizado en España sobre los dispositivos tecnológicos más usados, con 183 respuestas válidas, el *smartphone* fue el más elegido con independencia de género y edad, siendo el grupo de edad entre 30 y 60 el más activo, con una media cercana al uso diario con una desviación típica de 0,49. Si esta pregunta se traslada al dominio educativo, la primera opción del grupo entre 30 y 60 es el PC, seguido del *laptop* y del *smartphone*; el grupo de menores de 30 elige el *laptop* como primer dispositivo, el PC como segundo y la tableta como tercero; por último, el grupo de mayores de 60 también se decanta por el PC como el dispositivo más usado para fines de aprendizaje, seguido con una diferencia mínima por la tableta y ya en tercer lugar destaca el *laptop* (Fonseca Escudero, Conde González y García-Peñalvo, 2017).

En otro estudio a gran escala que se realizó en México, se integró el uso de dispositivos móviles en ambientes multimodales, *bLearning* y de educación a distancia, se analizó el uso en más de 3000 estudiantes universitarios (Ramírez-Montoya, 2009), se estudiaron los componentes pedagógicos, tecnológicos y de diseño en la producción de materiales para dispositivos móviles (Contreras, Herrera y Ramírez-Montoya, 2009; Sandoval, García y Ramírez-Montoya, 2012), el potencial para apoyar el desarrollo de habilidades cognitivas con recursos de *mLearning* (Ramos, Herrera-Bernal y Ramírez-Montoya, 2010), el desarrollo de competencias aplicadas por los estudiantes para el uso de dispositivos *mLearning* (Herrera-Bernal, Ramírez-Hernández y Ramírez-Montoya, 2016), así como las características predominantes en la generación *Net* que favorecen el aprendizaje al usar dispositivos

móviles (Padrón Moctezuma, Ochoa-Vásquez y Ramírez-Montoya, 2016). A través de estos estudios se evidenciaron las dificultades que aún se tienen, pese al avance de las tecnologías, en cuanto a los tiempos, costos y aplicaciones para una integración eficaz en los ámbitos formativos.

En este sentido, hablar del mero uso de dispositivos en el aula como sinónimo de *mLearning* ya no es posible hoy en día, como lo fue no hace demasiados años, ahora se debe demandar que estos dispositivos vengan acompañados de un enfoque pedagógico y/o de un marco educativo que redunde en alguna mejora del proceso formativo. Es decir, se debe superar el estado actual, todavía embrionario, en el que abundan las iniciativas aisladas, sin continuidad y poco exitosas que no traen consigo un cambio metodológico real (Fernández Rodrigo, 2016; Sánchez-Prieto, Olmos-Migueláñez, García-Peñalvo y Torrecilla-Sánchez, 2016) y desaprovechan el potencial para la innovación que ofrece el *mLearning* (Sung, Chang y Liu, 2016), incluso, en los mismos procesos para formar en ambientes presenciales (Ramírez-Montoya, 2017) y a distancia, donde, por su misma naturaleza, tienen un amplio margen de operación y apoyo (Glasserman y Ramírez-Montoya, 2015).

Esta es la razón de ser de este número monográfico de la Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (RIED), para aportar estudios de investigación a gran escala que transmitan cuál es el grado de avance, uso efectivo, aceptación y penetración de las tecnologías móviles en la educación y el aprendizaje.

## CONTENIDOS DEL NÚMERO MONOGRÁFICO

El monográfico “La integración efectiva del dispositivo móvil en la educación y en el aprendizaje” se compone de 13 artículos seleccionados (Agila-Palacios, Ramírez-Montoya, García-Valcárcel y Samaniego-Franco, 2017; Berns, Palomo-Duarte, Isla-Montes, Doderó y Torre, 2017; Cabero Almenara, Fernández Robles y Marín Díaz, 2017; Gutiérrez Esparza, Margain Fuentes, Canul Reich y Ramírez del Real, 2017; Humanante-Ramos, García-Peñalvo y Conde-González, 2017; Joo-Nagata, Martínez Abad y García-Bermejo Giner, 2017; Marçal, Castro Andrade, Viana, 2017; Martín y Tourón, 2017; Martín-Ramos, Ramos Silva y Pereira da Silva, 2017; Mateus, Aran-Ramspott y Masanet, 2017; Mülbert y Cybis Pereira, 2017; Redondo Domínguez, Fonseca Escudero, Sánchez Riera y Navarro Delgado, 2017; Sánchez-Prieto, Olmos-Migueláñez y García-Peñalvo, 2017b) de las más de 35 propuestas recibidas.

En la figura 1 se muestra un mapa conceptual en el que se categorizan los artículos incluidos en el monográfico atendiendo a 7 características o dimensiones, que son:

1. Dispositivo móvil.
2. Tipo de contribución.
3. Método.
4. Instrumento.
5. Nivel educativo.

6. Técnica/herramienta.
7. Dominio de aplicación.

## Dispositivo móvil

La mayoría de los artículos de este monográfico hablan de dispositivo móvil en general, aunque haciendo referencia a una generalización del *smartphone* y la tableta. Tres artículos se refieren específicamente a un *smartphone*, dos de ellos se basan en apps concretas desarrolladas en el contexto de la contribución (Berns et al., 2017; Joo-Nagata, Martínez Abad et al., 2017) mientras que en el tercero utilizan el móvil como herramienta de simulación en combinación con otras herramientas (Martín-Ramos et al., 2017). Solo uno de los artículos se refiere específicamente a las tabletas como herramienta en entornos de aprendizaje a distancia (Agila-Palacios et al., 2017).

## Tipo de contribución

Son muchos los tipos de artículos que se pueden publicar en una revista. En el caso de este monográfico ocho de las contribuciones se pueden considerar como artículos de investigación, tres como experiencias de innovación educativa (Marçal et al., 2017; Martín-Ramos et al., 2017; Redondo Domínguez et al., 2017). Las otras dos contribuciones son artículos de revisión (Grant y Booth, 2009) que aplican un protocolo específico para sistematizar la búsqueda de las contribuciones que satisfacen las preguntas de investigación que se plantean los autores (Fink, 1998). Este tipo de contribuciones aportan un alto valor en el campo disciplinar en el que se aplican y se consideran investigaciones científicas en sí mismas, con métodos prefigurados y un ensamblaje de los estudios originales, que sintetizan los resultados de estos (Gisbert y Bonfill, 2004). De las dos contribuciones presentes en el monográfico Humante et al. (2017) utilizan una aproximación de revisión sistemática de literatura, mientras Mateus et al. (2017) se acercan más al concepto de mapeo sistemático.

## Método

Los métodos de investigación utilizados en los diferentes artículos son bastante variados con un predominio de los métodos cuantitativos, ya sea de forma única (Cabero Almenara et al., 2017; Joo-Nagata, Martínez Abad, et al., 2017; Sánchez-Prieto et al., 2017b) o de forma mixta con alguna propuesta cualitativa (Martín y Tourón, 2017; Redondo Domínguez et al., 2017). Por su parte, Mülbert y Cybis Pereira (2017) aplican DBR (*Design-Based Research*) (Anderson y Shattuck, 2012), que es un paradigma de investigación que se desarrolla en contextos reales y se

centra en el diseño y ensayo de intervenciones y prácticas educativas significativas, adoptando, en este caso, métodos mixtos.

Tres artículos utilizan alguna forma de minería de datos, Berns et al. (2017) de una manera muy básica para registrar la actividad en la *app* de agenda colaborativa que proponen; Agila et al. (2017) aplican clusterización, a través de la metodología CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*) (Chapman et al., 2000), tanto a la participación en el entorno virtual de aprendizaje como en la interacción con la tableta; y Gutiérrez Esparza et al. (2017) utilizan el modelo computacional SocialMining (Gutiérrez Esparza, Padilla Díaz, Canul-Reich, DeLuna y Ponce, 2016) para clasificar comentarios en Twitter.

Los dos artículos de revisión (Humanante-Ramos et al., 2017; Mateus et al., 2017) van a aplicar métodos de SLR (*Systematic Literature Review*) (Kitchenham y Charters, 2007).

Por último, Marçal et al. (2017) emplean el método del caso de estudio para presentar su experiencia de innovación.

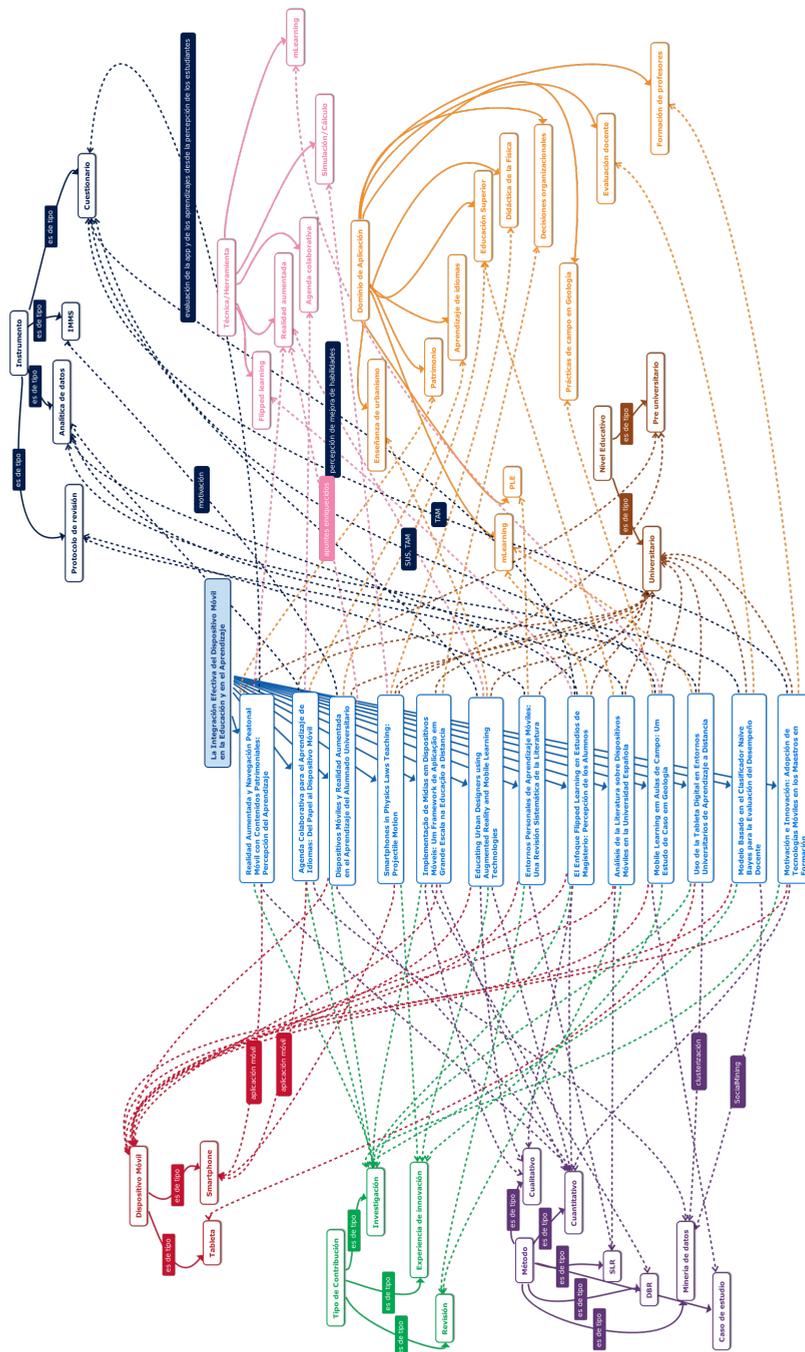
## Instrumento

En cuanto a los instrumentos, los artículos de revisión (Humanante-Ramos et al., 2017; Mateus et al., 2017) utilizan protocolos de revisión para sistematizar el proceso.

Varios trabajos aplican diversas técnicas de analítica de datos (Agila-Palacios et al., 2017; Berns et al., 2017; Gutiérrez Esparza et al., 2017; Martín y Tourón, 2017).

Aunque el instrumento más utilizado es algún tipo de cuestionario (Joo-Nagata, Martínez Abad et al., 2017; Martín y Tourón, 2017; Redondo Domínguez et al., 2017). De una forma más específica, Cabero Almenara et al. (2017) utilizan el *Instructional Material Motivational Survey* (IMMS) (Keller, 2010) para estudiar la motivación de los estudiantes, así como de las dimensiones que lo conforman: atención, renovación, relevancia y satisfacción, por utilizar apuntes enriquecidos con objetos de realidad aumentada; Sánchez-Prieto et al. (2017b), avanzando en el trabajo realizado previamente (Sánchez-Prieto, Olmos-Migueláñez y García-Peñalvo, 2016a, 2016b, 2016c, 2017a, 2017c), utilizan un modelo *Technology Acceptance Model* (TAM) (Davis, 1989) que incluye dos constructos adicionales, el entretenimiento percibido (Davis, Bagozzi y Warshaw, 1992) y la resistencia al cambio (Lewin, 1947); Marçal et al. (2017) utilizan un cuestionario dividido en tres partes, la primera de ellas se basa en *System Usability Scale* (SUS) (Brooke, 1996, 2013) para obtener información sobre la facilidad de uso, la segunda de ellas está basada en TAM para identificar la utilidad percibida por los estudiantes, y, por último, la tercera parte se compone de preguntas abiertas para recoger aspectos positivos, negativos y sugerencias por parte de los estudiantes.

Figura 1. Mapa conceptual con los contenidos del monográfico



## Nivel educativo

Esta dimensión establece hacia qué nivel educativo se han orientado las contribuciones. Finalmente, solo se han detectado dos opciones, el nivel universitario, que es el mayoritario, y el preuniversitario, representado este por solo dos contribuciones (Joo-Nagata, Martínez Abad et al., 2017; Martín-Ramos et al., 2017), aunque hay que destacar que la contribución de Martín-Ramos et al., se aplica tanto a nivel universitario como preuniversitario.

## Técnica/Herramienta

Con esta dimensión se pretende recoger el dominio pedagógico que acompaña a la investigación o a la experiencia basada en dispositivos móviles (no es aplicable al caso de los artículos de revisión).

Tres contribuciones utilizan la Realidad Aumentada como propuesta pedagógica con uso de dispositivos móviles. El uso de la Realidad Aumentada con fines educativos se está potenciando significativamente (Cabero Almenara y Barroso, 2016; Chen, Liu, Cheng y Huang, 2017) gracias a la facilidad de acceder a sus prestaciones a través de los dispositivos móviles, esto es, combinar información digital y física en tiempo real con *smartphones* y tabletas para crear nuevas realidades. Además, la movilidad le otorga a la Realidad Aumentada la capacidad de crear actividades educativas sin las limitaciones de equipos ni de lugares fijos, en las que la localización espacial tiene una especial relevancia y utilidad (Aurelia, Raj y Saleh, 2014; Joo-Nagata, García-Bermejo Giner y Martínez Abad, 2017; Joo-Nagata, García-Bermejo Giner y Muñoz Rodríguez, 2015; Joo-Nagata, Martínez Abad, García-Bermejo Giner y García-Peñalvo, 2017) porque posibilita una interacción tangible en entornos reales mediante marcadores y experiencias colaborativas en tiempo real (Sánchez, Redondo y Fonseca, 2012). De forma específica en este monográfico, Cabero Almenara et al. (2017) proponen el uso de apuntes enriquecidos con marcados de realidad aumentada; Joo-Nagata et al. (2017) utilizan un sistema de localización peatonal para aportar más información sobre el patrimonio cultural en una ruta establecida; y Redondo Domínguez et al. (2017) diseñan ejercicios prácticos sobre la casuística de un proyecto real, en los que los estudiantes deben diseñar una escultura para una plaza pública en función de los parámetros del entorno, para ello usarán plataformas móviles de realidad aumentada, y así enfatizar un aprendizaje colaborativo mediante el estudio de las propuestas del resto de estudiantes in situ.

El aprendizaje invertido (*flipped learning*) (Observatorio de Innovación Tecnológica del Tecnológico de Monterrey, 2014) intenta dar un giro al método tradicional de instrucción directa, para ello propone impartir la parte teórica fuera del tiempo de la clase, generalmente mediante vídeos, y aprovechar el tiempo en el aula para realizar actividades de aprendizaje más significativas (Fulton, 2014; García-Peñalvo, Fidalgo-Blanco, Sein-Echaluce Lacleta y Conde-González, 2016;

Ramírez-Montoya y Ramírez-Hernández, 2016; Sein-Echaluce Lacleta, Fidalgo Blanco y García-Peñalvo, 2015; Tourón y Santiago, 2015). En este monográfico, Martín y Tourón (2017) proponen que el *mLearning* se aplique en el desarrollo de una experiencia de aprendizaje invertido, incorporando metodologías activas durante las clases presenciales en las que se utilizan dispositivos móviles para combinar el entorno formal e informal (García-Peñalvo y Griffiths, 2014, 2015; Griffiths y García-Peñalvo, 2016).

El *mLearning* está implícito en todos los artículos del monográfico, pero como técnica principal aparece en la aportación de Marçal et al. (2017) al utilizarlo como estrategia educativa en las prácticas de campo, con idea de mejorar el aprendizaje gracias a la interacción que se produce entre los estudiantes y sus profesores, la reflexión propia de las actividades activas y la facilidad de consultar la información necesaria en tiempo real (Lai y Hwang, 2014).

Otras técnicas y herramientas que se han utilizado para darle un sentido pedagógico al uso de los dispositivos móviles en el aula son las simulaciones (Martín-Ramos et al., 2017) y la agenda colaborativa (Berns et al., 2017).

## **Dominio de aplicación**

La última de las dimensiones que se ha tenido en cuenta para clasificar las contribuciones de este monográfico ha sido el campo en el que se han aplicado las diferentes experiencias. Los dominios de aplicación han sido prácticamente tantos como contribuciones, como se puede apreciar en los siguientes párrafos.

La enseñanza del urbanismo y el patrimonio (Joo-Nagata, Martínez Abad et al., 2017; Redondo Domínguez et al., 2017) con la realidad aumentada como principal soporte tecnológico.

El aprendizaje de idiomas es uno de los nichos de mercado de las aplicaciones móviles, con importantes *apps* que copan el interés de millones de usuarios, como por ejemplo ABA English o Duolingo por citar solo algunos casos de éxito. Este dominio es, por tanto, un área de investigación muy atractiva (Burston, 2015). Berns et al. (2017) presentan Terminkalender, una *app* multiusuario específicamente diseñada para facilitar el aprendizaje colaborativo de alemán a través de dispositivos móviles, y que supone una continuidad en esta línea de investigación de estos autores (Berns, Isla-Montes, Palomo-Duarte y Doderó, 2016; Berns, Palomo-Duarte, Doderó, Ruiz Ladrón y Calderón Márquez, 2015; Palomo-Duarte, Berns, Cejas, Doderó y Caballero, 2016; Ruiz-Rube, Miguel Mota, Person, Berns y Doderó Beardo, 2016).

Las decisiones estratégicas en relación a la Educación Superior (Cabero Almenara et al., 2017; Mateus et al., 2017; Mülberty y Cybis Pereira, 2017), el uso del *mLearning* como aproximación docente (Martín y Tourón, 2017) o la evaluación del desempeño docente (Gutiérrez Esparza et al., 2017) constituyen otro de los dominios de interés de las contribuciones del monográfico.

El uso didáctico de los dispositivos móviles en la enseñanza de la Física (Martín-Ramos et al., 2017) o en las prácticas de campo de Geología (Marçal et al., 2017) es otro ejemplo de dominio de aplicación.

Humante et al. (2017) abordan la evolución del concepto de *Personal Learning Environment* (PLE) (Attwell, 2007; Conde et al., 2014; Wilson et al., 2007) al de mobile PLE (mPLE) (Conde, García-Peñalvo, Alier, & Piguillem, 2013; Humante-Ramos, García-Peñalvo y Conde-González, 2016) mediante una revisión sistemática de literatura.

Por último, la formación del futuro profesorado en el uso de los dispositivos móviles como herramienta educativa es fundamental para la consolidación del *mLearning* (Sánchez-Prieto et al., 2017b).

## CONCLUSIONES

Los dispositivos móviles tienen una presencia diaria y continua en la vida de las personas. Se han convertido de facto en el complemento tecnológico por excelencia, con el que se realizan cada vez más tipos de tareas y en el que volcamos una mayor parte de nuestro perfil digital. El *smartphone* tiene presencia tanto en el mundo desarrollado, como en los países emergentes y en vías de desarrollo, véase el crecimiento de la penetración en África, e incluso en las zonas más remotas del planeta, como, por ejemplo, la región de la Patagonia Argentina, donde este dispositivo se convierte en una de las inversiones tecnológicas preferidas de sus habitantes.

No es de extrañar que, si los dispositivos móviles se han convertido en una extensión de los individuos, estos se usen en una actividad tan habitual, importante y necesaria como es el aprendizaje. Desde una perspectiva informal, estos dispositivos móviles, especialmente los *smartphones*, ya generan tráfico web que los dispositivos de sobremesa, lo que implica una consulta continuada a diversas fuentes de información. Desde un punto de vista formal, en las aulas universitarias *smartphones*, tabletas y portátiles ya forman parte habitual de la decoración de un aula universitaria, en la que los estudiantes consultan el campus virtual y toman notas mientras el profesor explica; uso este que se combina con grupos informales, usando aplicaciones como Whatsapp (Karapanos, Teixeira y Gouveia, 2016), en los que los estudiantes intercambian más información entre ellos que en los foros establecidos en los canales oficiales. Este uso se extiende hacia diferentes niveles educativos, donde, por ejemplo, la educación básica ha encontrado apoyo para desarrollar competencias de apropiación tecnológica a través de tabletas digitales (Escobar, Glasserman y Ramírez-Montoya, 2015).

Si se entendiera por *mLearning* este uso cotidiano del dispositivo móvil con algún fin educativo, se podría decir que estaríamos en plena madurez del concepto. Sin embargo, la concepción que se tiene hoy en día del *mLearning* dista mucho del simple manejo del dispositivo, y requiere para su uso efectivo de que este dispositivo

se encuentre inmerso en un marco pedagógico definido, por actividades definidas instruccionalmente en las que el *Smartphone*, o la tableta, es algo más que un mero navegador de información.

En este monográfico se han presentado interesantes y exitosos casos que así lo entienden y lo desarrollan. Sin embargo, la escalabilidad del caso de éxito del *mLearning* a la práctica generalizada es el verdadero reto al que se enfrentan hoy las instancias educativas para lograr esa adopción efectiva inmediata que se reclama por parte de los diversos informes sobre la Sociedad del Conocimiento y el uso de las tecnologías en el ámbito educativo.

## AGRADECIMIENTOS

Los editores invitados de este monográfico no quieren dejar de mostrar su más sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho posible llegar al final de un proceso largo, intenso y muy satisfactorio. En primer lugar, a todos los autores que han enviado sus contribuciones (más de una treintena), independientemente de su éxito, porque son imprescindibles para tener una selección de calidad contrastada como la que aquí se tiene. Después, a todos los revisores científicos, quienes con su exigente juicio y con total independencia de los editores invitados, han establecido el nivel de aceptación y, por tanto, la calidad del monográfico. Por último, y de una manera muy especial al editor en jefe de la Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (RIED), el Dr. Lorenzo García Areitio, por su constante apoyo y compromiso con este proceso.

El uso de los dispositivos móviles en los procesos de enseñanza y aprendizaje están relacionados, fundamentalmente, con dos proyectos compartidos por los editores invitados, el proyecto DEFINES (Ref. TIN2016-80172-R), financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España, y el proyecto Laboratorio BiNacional para la Gestión Inteligente de la Sustentabilidad Energética y Formación Tecnológica (Ref. 266632), financiado por la Secretaría de Energía y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT (Fondo SENER-CONACYT, 2016-2019) de México.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall Giesinger, C., y Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Alonso de Castro, M. G. (2014). Educational projects based on mobile learning. *Education in the Knowledge Society*, 15(1), 10-19.
- Anderson, T., y Shattuck, J. (2012). Design-Based Research: A decade of progress in education research?

- Educational Research*, 41(1), 16-25. doi:10.3102/0013189X11428813
- Attwell, G. (2007). The Personal Learning Environments - The future of eLearning? *eLearning Papers*, 2(1).
- Aurelia, S., Raj, M. D., y Saleh, O. (2014). Mobile Augmented Reality and Location Based Service. En N. Mastorakis, K. Psarris, G. Vachtsevanos, P. Dondon, V. Mladenov, A. Bulucea, I. Rudas y O. Martin (Eds.), *Advances in Information Science and Applications. Proceedings of the 18th International Conference on Computers (part of CSCC '14), Santorini Island, Greece July 17-21, 2014* (Vol. II, pp. 551-558). Estados Unidos: INASE.
- Berns, A., Isla-Montes, J. L., Palomo-Duarte, M. y Doderó, J. M. (2016). Motivation, students' needs and learning outcomes: A hybrid game-based app for enhanced language learning. *SpringerPlus*, 5(1), 1305. doi:10.1186/s40064-016-2971-1
- Berns, A., Palomo-Duarte, M., Doderó, J. M., Ruiz Ladrón, J. M., y Calderón Márquez, A. (2015). Mobile apps to support and assess foreign language learning. In F. Helm, L. Bradley, M. Guarda y S. Thouësny (Eds.), *Critical CALL – Proceedings of the 2015 EUROCALL Conference (22nd, Padova, Italy, August 26-29, 2015)* (pp. 51-56): Research-publishing.net.
- Briz-Ponce, L., Juanes-Méndez, J. A., y García-Peñalvo, F. J. (Eds.). (2016). *Handbook of Research on Mobile Devices and Applications in Higher Education Settings*. Hershey, PA: IGI Global.
- Brooke, J. (1996). SUS - A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), 4-7.
- Brooke, J. (2013). SUS: A Retrospective. *Journal of Usability Studies*, 8(2), 29-40.
- Burston, J. (2015). Twenty years of MALL project implementation: A meta-analysis of learning outcomes. *ReCALL*, 27(1), 4-20. doi:10.1017/S0958344014000159
- Cabero Almenara, J., y Barroso, J. (2016). The educational possibilities of Augmented Reality. *NAER. New Approaches in Educational Research*, 5(1), 44-50. doi: 10.7821/naer.2016.1.140.
- Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C., y Wirth, R. (2000). *CRISP-DM 1.0. Step-by-step data mining guide* (CRISPMWP-1104). Recuperado de <https://www.the-modeling-agency.com/crisp-dm.pdf>
- Chen, P., Liu, X., Cheng, W., y Huang, R. (2017). A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. En E. Popescu, Kinshuk, M. K. Khribi, R. Huang, M. Jemni, N.-S. Chen, y D. G. Sampson (Eds.), *Innovations in Smart Learning*. (13-18). Singapore: Springer.
- CISCO. (2016). *Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2015–2020*. Recuperado de <https://goo.gl/biWofs>
- Conde, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Alier, M., y Piguillem, J. (2013). The implementation, deployment and evaluation of a Mobile Personal Learning Environment. *Journal of Universal Computer Science*, 19(7), 854-872. doi:10.3217/jucs-019-07-0854
- Conde, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Rodríguez-Conde, M. J., Alier, M., Casany, M. J., y Piguillem, J. (2014). An evolving Learning Management System for new educational environments using 2.0 tools. *Interactive Learning Environments*, 22(2), 188-204. doi: 10.1080/10494820.2012.745433.
- Contreras, J., Herrera, J. A., y Ramírez-Montoya, M. S. (2009). Elementos

- instruccionales para el diseño y la producción de materiales educativos móviles. *Apertura Revista de innovación educativa*, 5(11).
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., y Warshaw, P. R. (1992). Extrinsic and intrinsic motivation to use computers in the Workplace. *Journal of Applied Social Psychology*, 22(14), 1111-1132. doi: 10.1111/j.1559-1816.1992.tb00945.x.
- Ditrendia. (2016). *Informe ditrendia 2016: Mobile en España y en el Mundo*. Recuperado de [http://www.amic.media/media/files/file\\_352\\_1050.pdf](http://www.amic.media/media/files/file_352_1050.pdf)
- Escobar, J. V., Glasserman, L. D., y Ramírez-Montoya, M. S. (2015). Apropiación tecnológica con pizarrón interactivo y tabletas digitales en profesores de educación básica. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 53, 1-15.
- Fernández Rodrigo, L. (2016). El uso didáctico y metodológico de las tabletas digitales en aulas de educación primaria y secundaria de Cataluña. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 48, 9-25.
- Fink, A. (1998). *Conducting literature research reviews: from paper to the Internet*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Fonseca Escudero, D., Conde González, M. Á., & García-Peñalvo, F. J. (2017). Information society skills: Is knowledge accessible for all? *Universal Access in the Information Society*, En Prensa.
- Fulton, K. P. (2014). *Time for learning: Top 10 reasons why flipping the classroom can change education*. California, USA: Corwin Press.
- García-Peñalvo, F. J., y Colomo-Palacios, R. (2015). Innovative teaching methods in Engineering. *International Journal of Engineering Education (IJEE)*, 31(3), 689-693.
- García-Peñalvo, F. J., Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M., y Conde-González, M. Á. (2016). Cooperative Micro Flip Teaching. En P. Zaphiris y I. Ioannou (Eds.), *Learning and Collaboration Technologies. Proceedings of Third International Conference, LCT 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, ON, Canada*, (pp. 14-24). Switzerland: Springer International Publishing.
- García-Peñalvo, F. J., y Griffiths, D. (2014). Transferring knowledge and experiences from informal to formal learning contexts. En F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'14)* (pp. 569-572). New York, USA: ACM.
- García-Peñalvo, F. J., y Griffiths, D. (2015). Rethinking informal learning. En G. R. Alves y M. C. Felgueiras (Eds.), *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)* (pp. 457-459). New York, USA: ACM.
- García-Peñalvo, F. J., y Llamas Nistal, M. (2017). The Engineering Behind the Technological-Based Educational Innovation. *International Journal of Engineering Education (IJEE)*, 33(2B), 763-767.
- Gisbert, J., y Bonfill, X. (2004). ¿Cómo realizar, evaluar y utilizar revisiones sistemáticas y metaanálisis? *Gastroenterología y*

- Hepatology*, 27(3), 129-149. doi:10.1016/S0210-5705(03)79110-9
- Glasserman, L. D., y Ramírez-Montoya, M. S. (2012). Procesos de formación en la producción y uso de recursos educativos abiertos y móviles: percepciones de autores y usuarios. En M. S. Ramírez-Montoya y J. V. Burgos (Eds.), *Recursos educativos abiertos y móviles para la formación de investigadores: Investigaciones y experiencias prácticas* (85-97). México: Lulú editorial digital.
- Glasserman, L. D., y Ramírez-Montoya, M. S. (2015). Formación de investigadores educativos mediante el diseño de recursos educativos abiertos y móviles. *Revista de Investigación Educativa de la Escuela de Graduados en Educación*, 5(10), 36-42.
- Grant, M. J., y Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal*, 26(2), 91-108. doi: 10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x
- Griffiths, D., y García-Peñalvo, F. J. (2016). Informal learning recognition and management. *Computers in Human Behavior*, 55A, 501-503. doi: 10.1016/j.chb.2015.10.019
- Gutiérrez Esparza, G., Padilla Díaz, A., Canul-Reich, J., De-Luna, C. A., y Ponce, J. (2016). Proposal of a Sentiment Analysis Model in Tweets for Improvement of the Teaching -Learning Process in the Classroom Using a Corpus of Subjectivity. *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics*, 7(2), 22-34.
- Herrera-Bernal, J. A., Ramírez-Hernández, D. C., y Ramírez-Montoya, M. S. (2016). Applied competences for students by using m-learning devices in Higher Education: Knowledge, skills and attitudes. En L. Briz-Ponce, J. A., Juanes-Méndez, F. J. García-Peñalvo (Eds.), *Handbook of Research on Mobile Devices and Applications in Higher Education Settings* (453-476). Hershey, PA: IGI Global.
- Humante-Ramos, P. R., García-Peñalvo, F. J., y Conde-González, M. Á. (2016). PLEs in Mobile Contexts: New Ways to Personalize Learning. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 11(4), 220-226. doi: 10.1109/RITA.2016.2619121.
- International Telecommunication Union. (2016). *Measuring the Information Society Report*. Geneva, Switzerland: International Telecommunication Union.
- Johnson, L., Adams, S., y Cummins, M. (2012). *The NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Johnson, L., Adams, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., y Ludgate, H. (2013). *NMC Horizon Report: 2013 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Joo-Nagata, J., García-Bermejo Giner, J., y Martínez Abad, F. (2017). Augmented Reality in Pedestrian Navigation applied in a context of Mobile Learning: Resources for enhanced comprehension of Science, Technology, Engineering and Mathematics. *International Journal of Engineering Education*, 33(2B), 768-780.
- Joo-Nagata, J., García-Bermejo Giner, J., y Muñoz Rodríguez, J. (2015). Herramientas Geomáticas utilizadas en Educación: situación actual y su relación con procesos educativos. *Enseñanza & Teaching. Revista Interuniversitaria de*

- Didáctica*, 33(1), 25-56. doi: 10.14201/et20153312556.
- Joo-Nagata, J., Martínez Abad, F., García-Bermejo Giner, J., y García-Peñalvo, F. J. (2017). Augmented reality and pedestrian navigation through its implementation in m-learning and e-learning: Evaluation of an educational program in Chile. *Computers & Education*, 111, 1-17. doi: 10.1016/j.compedu.2017.04.003.
- Karapanos, E., Teixeira, P., & Gouveia, R. (2016). Need fulfillment and experiences on social media: A case on Facebook and WhatsApp. *Computers in Human Behavior*, 55, Part B, 888-897. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.10.015>
- Keller, J. M. (2010). *Motivational design for learning and performance*. New York: Springer Science+Business.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Version 2.3* (EBSE-2007-01). Recuperado de [http://www.elsevier.com/data/promis\\_misc/525444systematicreviewsguide.pdf](http://www.elsevier.com/data/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf)
- Lai, C.-L., y Hwang, G.-J. (2014). Effects of mobile learning time on students' conception of collaboration, communication, complex problem-solving, meta-cognitive awareness and creativity. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 8(3-4), 276-291. doi: 10.1504/IJMLO.2014.067029.
- Lewin, K. (1947). Frontiers in group dynamics: Concept, method, and reality in social sciences, social equilibria, and social change. *Human Relations*, 1(1), 5-41. doi: 10.1177/001872674700100103.
- Observatorio de Innovación Tecnológica del Tecnológico de Monterrey. (2014). *Aprendizaje invertido*. Recuperado de <http://observatorio.itesm.mx/edutrendsaprendizajeinvertido>
- de Padrón Moctezuma, M. S., Ochoa-Vásquez, M. Á., y Ramírez-Montoya, M. S. (2016). Net Generation Features that Enhance Mobile Learning. En L. Briz-Ponce, J. A., Juanes-Méndez, F. J. García-Peñalvo (Eds.), *Handbook of Research on Mobile Devices and Applications in Higher Education Settings* (92-117). Hershey, PA: IGI Global.
- Palomo-Duarte, M., Berns, A., Cejas, A., Doderó, J. M., y Caballero, J. A. (2016). Assessing foreign language learning through mobile game-based learning environments. *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals (IJHCITP)*, 7(2), 53-67. doi: 10.4018/IJHCITP.2016040104.
- Ramos, A. I., Herrera-Bernal, J. A., y Ramírez-Montoya, M. S. (2010). Desarrollo de habilidades cognitivas con aprendizaje móvil: un estudio de casos. *Comunicar: Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación*, XVII(34), 201-209. doi: 10.3916/C34-2010-03-20.
- Ramírez-Montoya, M. S. (2009). Recursos tecnológicos para el aprendizaje móvil (mlearning) y su relación con los ambientes de educación a distancia: Implementaciones e investigaciones. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 12(2), 57-82.
- Ramírez-Montoya, M. S. (2017). Training educational researchers in Science and Mathematics: A case study through a binational workshop Mexico-UK. En M. S. Ramírez-Montoya (Ed.), *Handbook of Research on Driving STEM Learning with Educational Technologies* (1-21). EEUU: IGI Global.

- Ramírez-Montoya, M. S., y Burgos, J. V. (2012). Proyecto macro de la experiencia de investigación Recursos educativos abiertos y móviles para la formación de investigadores educativos: redes académicas, repositorio DAR y REA producidos. En M.S. Ramírez-Montoya y J. V. Burgos (Eds.), *Recursos educativos abiertos y móviles para la formación de investigadores: Investigaciones y experiencias prácticas* (9-29). México: Lulú editorial digital.
- Ramírez-Montoya, M. S., y Ramírez-Hernández, D. C. (2016). Inverted Learning Environments with Technology, Innovation and Flexibility: Student experiences and meanings. *Journal of Information Technology Research*, 9(1), 18-33. doi: 10.4018/JITR.2016010102.
- Ruiz-Rube, I., Miguel Mota, J., Person, T., Berns, A., y Doderó Beardo, J. M. (2016). Autoría y analítica de aplicaciones móviles educativas multimodales. En F. J. García-Peñalvo y J. A. Mendes (Eds.), *XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE 2016* (289-294). Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Sánchez, A., Redondo, E., y Fonseca, D. (2012). Developing an augmented reality application in the framework of architecture degree. *Proceedings of the 2012 ACM workshop on User experience in e-learning and augmented technologies in education, UXeLATE '12, Nara, Japan – November 02 - 02, 2012* (pp. 37-42). New York, NY, USA: ACM.
- Sánchez-Prieto, J. C., Olmos-Migueláñez, S., y García-Peñalvo, F. J. (2013). Mobile Learning: Tendencies and Lines of Research. En F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)* (pp. 473-480). New York, NY, USA: ACM.
- Sánchez-Prieto, J. C., Olmos-Migueláñez, S., y García-Peñalvo, F. J. (2014). Understanding mobile learning: devices, pedagogical implications and research lines. *Education in the Knowledge Society*, 15(1), 20-42.
- Sánchez-Prieto, J. C., Olmos-Migueláñez, S., y García-Peñalvo, F. J. (2016a). Assessment of Pre-Primary Education Pre-Service Teachers Dispositional Resistance to Change Using RCS. En F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)* (pp. 211-216). New York, NY, USA: ACM.
- Sánchez-Prieto, J. C., Olmos-Migueláñez, S., y García-Peñalvo, F. J. (2016b). Enjoyment, Resistance to Change and mLearning Acceptance Among Pre-Service Teachers. En F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)* (pp. 691-697). New York, NY, USA: ACM.
- Sánchez-Prieto, J. C., Olmos-Migueláñez, S., y García-Peñalvo, F. J. (2016c). Subjective Norm and Behavioral Intention to Use Mobile Technologies. En F. J. García-Peñalvo y A. J. Mendes (Eds.), *2016 International Symposium on Computers in Education (SIIE 16) (Salamanca, Spain. September 13-15, 2016)*. USA: IEEE.

- Sánchez-Prieto, J. C., Olmos-Migueláñez, S., y García-Peñalvo, F. J. (2017a). MLearning and pre-service teachers: An assessment of the behavioral intention using an expanded TAM model. *Computers in Human Behavior, In Press*. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.09.061>
- Sánchez-Prieto, J. C., Olmos-Migueláñez, S., y García-Peñalvo, F. J. (2017c). ¿Utilizarán los futuros docentes las tecnologías móviles? Validación de una propuesta de modelo TAM extendido. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 52, Artículo 5. doi: <http://dx.doi.org/10.6018/red/52/5>
- Sánchez-Prieto, J. C., Olmos-Migueláñez, S., García-Peñalvo, F. J., y Torrecilla-Sánchez, E. M. (2016). Las tabletas digitales en educación formal: Características principales y posibilidades pedagógicas. En A. I. Callejas Albiñana, J. V. Salido López y Ó. Jerez García (Eds.), *Competencia Digital y Tratamiento de la Información. Aprender en el Siglo XXI. IV Congreso Internacional de Competencias Básicas, Ciudad Real, 9, 10 y 11 de abril de 2014* (pp. 269-280). Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- Sandoval, E. A., García, R., y Ramírez-Montoya, M. S. (2012). Competencias tecnológicas y de contenido necesarias para capacitar en la producción de recursos de aprendizaje móvil. *EduTec-e: Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 39.
- Sein-Echaluze Lacleta, M. L., Fidalgo Blanco, Á., y García-Peñalvo, F. J. (2015). Metodología de enseñanza inversa apoyada en b-learning y gestión del conocimiento. En Á. Fidalgo Blanco, M. L. Sein-Echaluze Lacleta, y F. J. García-Peñalvo (Eds.), *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015* (pp. 464-468). Madrid, Spain: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Sung, Y., Chang, K., y Liu, T. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, 94, 252-275. doi: 10.1016/j.compedu.2015.11.008.
- Telefónica. (2012). *Universidad 2020: Papel de las TIC en el nuevo entorno socioeconómico*. Barcelona: Ariel.
- Tourón, J., y Santiago, R. (2015). El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela. *Revista de Educación*, 368, 196-231. doi: 10.4438/1988-592X-RE-2015-368-288.
- Wilson, S., Liber, O., Johnson, M., Beauvoir, P., Sharples, P., & Milligan, C. (2007). Personal Learning Environments: Challenging the dominant design of educational systems *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 3(3), 27-38.

**NOTA.** Las citas referidas a autores que han publicado su artículo en el presente número de RIED, pueden consultarlas directamente en el volumen citado 20(2) de RIED.

## PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

**María Soledad Ramírez-Montoya.** Doctora en Filosofía y Ciencias de la Educación por la Universidad de Salamanca (España). Decana asociada de posgrado e investigadora titular de la Escuela de Humanidades y Educación del Tecnológico de Monterrey (ITESM, México). Directora de las Cátedras UNESCO: “Movimiento educativo abierto para América Latina”, de la cátedra OER Latin America del International Council for Open of Distance Education (ICDE, coordinadora del grupo de investigación del Grupo de Investigación e Innovación en Educación (GIIE) del ITESM y profesora del doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento de la Universidad de Salamanca.

E-mail: [solramirez@itesm.mx](mailto:solramirez@itesm.mx)

### DIRECCIÓN DE LA AUTORA

Escuela de Humanidades y Educación  
Tecnológico de Monterrey  
Avda. Garza Sada 2501 sur; col. Tecnológico  
Monterrey, N. L. México; CP64849

**Francisco José García-Peñalvo.** Ingeniero en Informática y Doctor por la Universidad de Salamanca (España), institución donde se desempeña como profesor y director del Grupo GRIAL. Ha dirigido y participado en más de 50 proyectos de innovación e investigación. Ha publicado más de 200 artículos en revistas y conferencias internacionales y ha sido editor invitado en varios números especiales en revistas internacionales de alto prestigio. Además es editor en jefe de las revistas *Education in the Knowledge Society* y *Journal of Information Technology Research*. Es profesor distinguido de la Escuela de Humanidades y Educación del Instituto Tecnológico de Monterrey en México.

E-mail: [fgarcia@usal.es](mailto:fgarcia@usal.es)

### DIRECCIÓN DEL AUTOR

Departamento de Informática y Automática  
Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE), Grupo de Investigación GRIAL  
Universidad de Salamanca  
Paseo de Canalejas 169, 37008  
Salamanca (España)

**Fecha de recepción del artículo:** 01/05/2017

**Fecha de aceptación del artículo:** 17/05/2017

### **Como citar este artículo:**

Ramírez-Montoya, M. S., y García-Peñalvo, F. J. (2017). La integración efectiva del dispositivo móvil en la educación y en el aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp. 29-47. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.18884>



# **Análisis de la Literatura sobre Dispositivos Móviles en la Universidad Española**

## **Literature Review on Mobile Devices in Spanish University**

Julio César Mateus  
*Universitat Pompeu Fabra (España)*

Sue Aran-Ramspott  
*Universitat Ramon Llull (España)*

Maria-Jose Masanet  
*Universitat Pompeu Fabra (España)*

### **Resumen**

Este artículo presenta un análisis sistematizado de la producción científica entre los años 2012 y 2016 sobre el uso y aplicación de dispositivos móviles en el ámbito universitario español. El objetivo es analizar el interés académico por el Aprendizaje Móvil y las características de esta producción. Para ello se seleccionaron 50 artículos de revistas y comunicaciones de actas de congresos internacionales indexados en las bases de datos Web of Science, Scopus y Google Scholar y posteriormente se analizaron en torno a cuatro categorías: información sobre los autores, información bibliográfica de las publicaciones, información sobre las poblaciones estudiadas; e información científico-metodológica. Los resultados indican que se trata de un tema de desarrollo incipiente, dado el limitado número de artículos y comunicaciones halladas, pero esta producción evidencia la importancia de los grupos de investigación y los proyectos financiados, que permiten definir una trayectoria de investigación en varios autores. Asimismo, algunas comunidades autónomas españolas están subrepresentadas, así como algunas disciplinas abordadas en los estudios. En lo que respecta a la metodología, aparece como predominante la cuantitativa y como técnica de investigación más frecuente el cuestionario, aunque también se reconoce un número creciente de diseños experimentales. Las evidencias encontradas proponen un amplio campo para la investigación sobre el potencial pedagógico de los dispositivos móviles en la educación superior y permiten proponer una agenda para futuros estudios.

*Palabras clave:* tecnología de la educación; universidad; enseñanza y formación; aprendizaje móvil; dispositivos móviles.

## Abstract

This article presents a systematized review of scientific production between the years 2012 and 2016 of the use and application of mobile devices in Spanish universities. The objective is to interpret academic interest in Mobile Learning and the attributes of this production. In order to do this, 50 articles from journals and minutes from international congresses indexed in the databases of Web of Science, Scopus and Google Scholar were selected and subsequently analyzed within four categories: information about the authors, the publications' bibliographic information, information about the populations studied and scientific-methodological information. The results indicate that this is an emerging topic of development, given the limited number of articles and communications found, yet this output demonstrates the importance of the research groups and projects funded, which have defined a research trajectory in several authors. Likewise, some Spanish autonomous regions and certain disciplines addressed in the studies are underrepresented. The predominant methodology is quantitative and the most frequent research technique is the questionnaire, although there is also a growing number of experimental designs. The evidence found suggests a broad field for research into the pedagogical potential of mobile devices in higher education and puts forward an agenda for future studies.

*Keywords:* information and communication technologies; educational technology; university; teaching and training; mobile learning; mobile devices.

El interés académico por el Aprendizaje Móvil ha crecido desde inicios de siglo con la penetración acelerada de la tecnología móvil en la población. Aunque es difícil hallar el origen del término *Mobile Learning* o *m-learning*, Quinn lo definió en el año 2000 como una extensión del *e-learning* a partir de dispositivos móviles (citado en Berge y Muilenburg, 2013). Con el tiempo, el concepto fue encontrando desarrollos más complejos, interesados en una pedagogía centrada en el estudiante y en el aprovechamiento de las propiedades intrínsecas de los dispositivos en cuestión: portabilidad, conectividad, adaptabilidad e interactividad.

Entre otros planteamientos teóricos destacan el de los Entornos Personales de Aprendizaje (Castañeda y Adell, 2013) y el conectivismo (Siemens, 2005), que evidencian los cambios en el panorama educativo. Como advertía Pisanty (2009), "las tecnologías dan forma a las actividades, bien por facilitarlas o bien por limitarlas, y por otra parte las actividades y las comunidades fuerzan la creación de nueva tecnología y acompañando a ésta nuevos paradigmas". En este contexto, es apropiado preguntarse qué actividades e innovaciones se están llevando a cabo en el sistema educativo a partir de la penetración de los dispositivos móviles en la sociedad. Este trabajo tiene el objetivo de profundizar en esta área de conocimiento a través de una revisión sistemática de la producción científica sobre la presencia y aplicación de dispositivos móviles en el entorno universitario en el ámbito español.

## Dispositivos móviles en la educación superior: Estado de la cuestión

Existen algunos consensos en relación a la aportación de los dispositivos móviles a la educación. En primer lugar, para garantizar el máximo efecto positivo deben interrelacionarse tres elementos: los componentes tecnológicos (software y hardware); el sentido y el contexto educativo en el que estos componentes actúan (diseño de experiencias de enseñanza aprendizaje relevantes y pertinentes); y los usuarios (docentes y discentes). Los esfuerzos deben orientarse, por tanto, a la armonización de estos elementos interdependientes.

Sung, Chang y Liu (2016) dieron cuenta del impacto positivo general que causa el uso de dispositivos móviles en contextos educativos en todos los niveles. Algunas de las ventajas frecuentes reportadas son la función de retroalimentación instantánea, que favorece la evaluación formativa y la gestión de grupos grandes, así como la función comunicativa que facilita el trabajo cooperativo de estudiantes y a la atención individual del aprendizaje. Otras tendencias identificadas son que el efecto de los dispositivos móviles en el aula mejora con la portabilidad; que son más eficaces cuando se utilizan para la indagación; que también lo son más en entornos informales que formales; y que funcionan mejor cuando responden a intervenciones cortas o de duración media antes que a tareas de largo plazo. Asimismo, concluyeron que uno de los problemas recurrentes en la implementación de experiencias educativas con dispositivos móviles es la insuficiente preparación de los docentes.

Por su parte, Pimmer, Mateescu y Grohbiel (2016) concluyeron que la aplicación del aprendizaje móvil en entornos de educación superior es aún limitada porque los proyectos predominantemente adoptan un “enfoque instructorista” (ligado al uso de dispositivos para presentar y evaluar contenidos). En cambio, cuando se diseñan proyectos “híbridos” (de enfoque constructorista, situado o colaborativo), las posibilidades transformadoras de los dispositivos móviles crecen notablemente.

Finalmente, Brazuelo y Gallego (2014) investigaron la producción científica española y advirtieron un interés creciente en relación a las nuevas funcionalidades de los dispositivos que se incorporan al ámbito educativo como los SMS, los podcast y los medios sociales, principalmente, pero también las *apps* o aplicaciones móviles, la realidad aumentada (RA) y los códigos de respuesta rápida (QR).

## Marco referencial de la universidad española

En España, el crecimiento de la tecnología móvil presenta indicadores de crecimiento en constante evolución. En la Unión Europea es solo superado por Suecia en cuanto a penetración de terminales digitales (Villalonga y Marta-Lazo, 2015). Así, “el 73,3% de los hogares españoles contaba con conexión a Internet a finales de 2015 y el 76,1% de los internautas utilizaba Internet diaria o casi diariamente”

y “el teléfono móvil continúa consolidándose como principal dispositivo de acceso, utilizado por el 76,4% de los internautas” (ONTSI, 2016, p. 255).

En el ámbito universitario también se observa una tendencia sostenida desde hace 10 años: “la docencia virtual, la gestión de licencias software para docencia y el soporte a aulas de informática de uso docente están implantados prácticamente en la totalidad de las universidades” (Píriz, 2015, p. 10). Del mismo modo, el 80% de las aulas de docencia poseen, como mínimo, conexión a Internet y el 87% de los estudiantes se conectan al menos una vez al año a la wifi de la universidad. La práctica totalidad del profesorado y de los estudiantes utilizan la plataforma de docencia virtual institucional y el número de titulaciones no presenciales ofertadas por las universidades españolas alcanza la cifra de 532, lo que supone alrededor del 8% de las titulaciones que ofertan. Igualmente, la mitad de las universidades han considerado, de forma aislada o planificada, iniciativas en relación con la adopción de cursos MOOC (Píriz, 2015, p. 11). En cuanto a las prácticas y usos, el 73,84% del alumnado que cursa enseñanza superior prefiere los medios sociales para la docencia universitaria y el 60,8% emplea los chats frente a otras herramientas para su labor educativa (Vílchez, Reche y Marín, 2015).

## Tendencias en el Aprendizaje Móvil

Durall et al. (2012) consideran que este tema resulta de especial interés para la docencia, el aprendizaje, la investigación y la gestión de la información por lo siguiente:

La rápida adopción de teléfonos inteligentes posibilita utilizar los dispositivos de los propios estudiantes y docentes como herramientas para la docencia y el aprendizaje.

El acceso a la información en cualquier momento y lugar permite una experiencia de aprendizaje flexible y personalizado, en la que el contexto adquiere importancia.

El desarrollo del *m-learning* implica la aparición de nuevos modelos y metodologías de presentación de los contenidos de aprendizaje.

Los móviles propician la aparición de nuevas dinámicas de interacción entre docentes y estudiantes, y favorecen el desarrollo de prácticas colaborativas.

El estudio prospectivo *Universidad 2020: Papel de las TIC en el nuevo entorno socioeconómico*, publicado el 2011, ya reclamaba un cambio profundo que asuma como realidades la conectividad total, en el marco del Internet de las Cosas (IoT); la aparición de nuevos y más potentes dispositivos móviles, que definen un nuevo tipo de usuario; y la puesta en red a través del *cloud computing* de todos los servicios de forma estándar e interoperable. A esto se suma el hecho de que los dispositivos móviles juegan un rol crucial para garantizar la inclusión en la medida en que permiten atender algunas discapacidades (visual, auditiva, motriz e intelectual) a través de diversas aplicaciones y funcionalidades (Fundación Telefónica, 2011). Ante esta realidad que, en igual medida entusiasma y preocupa, es imperativo conocer

cómo la producción académica está abordando la presencia de los dispositivos móviles en la educación superior.

## **METODOLOGÍA**

Se realizó una revisión sistematizada de literatura científica publicada entre los años 2012 al 2016, basada en casos o investigaciones realizadas en universidades españolas y disponibles en tres bases de datos de referencia. El corpus de estudio final, luego de aplicar los filtros de exclusión y depurar los resultados fue de 50 artículos (ver anexo). Los objetivos de esta revisión fueron (i) explorar cómo ha sido abordado el objeto de estudio y (ii) analizar las tendencias y brechas en la investigación, de modo que se puedan ofrecer algunas pistas para futuras investigaciones.

Los pasos seguidos para llevar a cabo la revisión sistematizada fueron: (i) definición de los conceptos de búsqueda, (ii) definición del universo de la búsqueda, (iii) aplicación de criterios de inclusión y exclusión, (iv) definición de variables de análisis y estandarización, y (v) gestión de los datos y análisis de los resultados.

Para complementar la revisión se realizó un análisis bibliométrico, que se caracteriza por una revisión sistemática de fuentes definidas en un período de tiempo con el objetivo de localizar, analizar, ordenar, contar y evaluar la presencia de los datos o secuencias de la búsqueda. Este tipo de análisis sistematizado permite que el proceso sea científico y transparente y que pueda ser replicado (Tranfield, Denyer y Smart, 2003).

### **Paso 1- Definición de los conceptos de búsqueda**

Dada la variedad y dispersión de palabras clave utilizadas en la literatura científica, se trabajó con una búsqueda combinada, aplicando conectores booleanos y parámetros estandarizados. Se utilizó la siguiente ecuación de búsqueda en inglés aplicada a los metadatos (títulos, resúmenes y palabras clave), por ser la que mejores resultados generó: “mobile learning” OR “mobile devices” OR “digital devices” OR smartphones OR tablets AND university OR “higher education” AND “Spain”. La búsqueda se realizó únicamente en inglés, pues es el idioma exigido por todas las revistas para la inclusión de los metadatos. Fueron seleccionados, sin embargo, textos publicados en inglés o en castellano.

### **Paso 2 - Definición del universo de la búsqueda**

En esta fase se procedió a explorar artículos publicados entre el 2012 y el 2016 en revistas científicas y comunicaciones publicadas en actas de congresos internacionales indexadas en las bases de datos y buscadores Web of Science (WoS) y Scopus. Luego se amplió la búsqueda a Google Scholar. Delgado y Repiso (2013) aconsejan el uso de

Google Scholar por cuanto “no solo cubre muchas más revistas que sus competidores (WoS y Scopus) sino que carece del sesgo anglosajón que poseen estos, pues acoge revistas procedentes de más países y escritos en más lenguas” (p. 50).

### Paso 3 - Aplicación de criterios de inclusión y exclusión

A los criterios establecidos en los primeros pasos, se añadieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión para la depuración del corpus de estudio:

Criterios para incluir el artículo o comunicación: (i) aborda de forma explícita el uso de dispositivos móviles (tablets y smartphones); (ii) su aplicación o campo de referencia es alguna universidad española; (iii) incluye -aunque no se limite- el ámbito educativo presencial; y (iv) es accesible en su totalidad desde la base de datos.

Criterios para excluir: (i) fue publicado antes del año 2012; (ii) no menciona de forma explícita el lugar donde realiza el estudio ni ubica a España como contexto referencial; (iii) no se circunscribe al ámbito universitario; (iv) se centra en educación a distancia; (v) no está escrito en idioma inglés o castellano; y (vi) solo se dispone del resumen pero no del texto completo.

### Paso 4- Definición de variables de análisis y estandarización

Con el propósito de establecer un análisis sistematizado se utilizaron las siguientes variables para el análisis, las mismas que fueron estandarizadas y permitieron la formulación de preguntas de investigación, organizadas en 4 categorías:

Tabla 1. Estandarización de las variables de análisis y preguntas de investigación

Variable	Estandarización	Pregunta
<i>1. Información genérica sobre los autores e instituciones</i>		
Número y género de investigadores	Firma normalizada de los autores y precisión del género (Masculino/Femenino)	P1.1 ¿Quiénes son los investigadores con mayor número de publicaciones? ¿Qué género tienen?
Filiación institucional	Señalada en el artículo por cada autor	P1.2 ¿De qué universidades proceden los investigadores?
<i>2. Información bibliográfica de las publicaciones</i>		
Año de publicación	Año de publicación del artículo (2012-2016)	P2.1 ¿Existe alguna variación respecto a la producción de cada uno de los años analizados?
Palabras clave	Señaladas por el autor en el idioma principal del artículo o comunicación (número indeterminado)	P2.2 ¿Qué palabras clave utilizan y cuáles son las más relevantes?

Variable	Estandarización	Pregunta
Tipo de publicación	Artículo (publicada en alguna revista indexada <i>peer-review</i> ) o comunicación en algún congreso científico (publicada en un Acta o Libro)	P2.3 ¿Dónde se publicaron las investigaciones y en qué lengua?
Lengua	Idioma del artículo o comunicación (inglés o castellano)	
<b>3. Información sobre las poblaciones estudiadas</b>		
Lugar	Ámbito geográfico donde se realizó la investigación (en caso de ser empírica).	P3.1 ¿Cuáles han sido las poblaciones objeto de estudio? ¿Hay comunidades autónomas subrepresentadas en los estudios?
Disciplina	Precisar, si corresponde, la disciplina a la que pertenece la muestra.	P3.2 ¿En qué disciplinas se ha puesto mayor atención? ¿Se ha trabajado más con estudiantes de grado o posgrado?
Grado o Posgrado	Precisar, si corresponde, si la muestra con la que se trabajó en el estudio de campo es de grado o posgrado (grado, posgrado, no precisa)	
<b>4. Información científico-metodológica de las publicaciones</b>		
Abordaje científico	Precisar si se trata de un artículo teórico-ensayístico o presenta una investigación de carácter empírico (define objetivo, método y resultados).	P4.1 ¿Qué tipo de investigación se realiza: teórica o empírica?
Metodología	Cuantitativa / Cualitativa / Mixta	P4.2 ¿Qué metodologías son más utilizadas?
Técnica de investigación	Precisar la técnica utilizada (análisis de contenido, cuestionario, entrevista, etnografía, etc. o si no procede)	P4.3 ¿Qué técnicas e instrumentos son más utilizados y cuáles menos?
Dispositivo	Precisar tablet o smartphone u otro	P4.4 ¿A qué dispositivo han prestado mayor atención las investigaciones?

Elaboración propia

## Paso 5- Gestión de los datos y análisis de los resultados

Para la gestión de las referencias se utilizó el software Mendeley y el análisis fue elaborado en una tabla manual en Excel. Se ha realizado un análisis descriptivo univariante.

### RESULTADOS

A continuación presentamos los resultados obtenidos a partir de la revisión y análisis de los 50 artículos seleccionados como corpus de estudio (ver anexo). Están organizados en cuatro secciones: Información genérica sobre los autores e instituciones; información bibliográfica de las publicaciones; información sobre las poblaciones estudiadas; e información científico-metodológica de las publicaciones.

#### 1. Información genérica sobre los autores e instituciones

##### *P1.1 ¿Quiénes son los investigadores con mayor número de publicaciones? ¿Qué género tienen los investigadores?*

En total, se encontraron 111 autores firmantes de las publicaciones. El 54,1% son hombres y 45,9% mujeres. En promedio, cada publicación fue firmada por 2,6 investigadores. Los autores con mayor producción de la muestra analizada son:

Tabla 2. Investigadores con mayor producción científica sobre el tema

Autor	Sexo	Institución	Publicaciones
Vázquez-Cano, E.	Masculino	Universidad Nacional de Educación a Distancia	5
Sevillano-García, M. L.	Femenino	Universidad Nacional de Educación a Distancia	5
Pascual-Sevillano, M. A.	Femenino	Universidad de Oviedo	3
Fombona, J.	Masculino	Universidad de Oviedo	3
García-Peñalvo, F. J.	Masculino	Universidad de Salamanca	3

Elaboración propia

Es importante señalar que los primeros cuatro autores con mayor producción son parte de un proyecto de investigación común, denominado “Aprendizaje ubicuo con dispositivos móviles: elaboración y desarrollo de un mapa de competencias en educación superior” y financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España. Asimismo, han realizado otras investigaciones en áreas de interés vinculadas.

En el caso del autor Francisco García-Peñalvo, se trata de un investigador con un importante número de publicaciones sobre este tema.

### *P1.2 ¿De qué universidades proceden los investigadores?*

Las universidades afiliadas a los autores de las publicaciones analizadas suman 40, de ellas 35 son españolas y cinco extranjeras. En cuanto a las que tienen mayor número de publicaciones están la Universidad Nacional de Educación a Distancia, con 11 publicaciones; seguida de las universidades de La Laguna y Oviedo, con cuatro cada una; y las de Salamanca, Islas Baleares, y Politécnica de Valencia, con tres.

Tabla 3. Universidades con mayor producción científica sobre el tema

Universidad	Publicaciones
Universidad Nacional de Educación a Distancia	11
Universidad de La Laguna	4
Universidad de Oviedo	4
Universidad de Salamanca	3
Universitat de les Illes Balears	3
Universitat Politècnica de València	3

Elaboración propia

## **2. Información bibliográfica de las publicaciones**

### *P2.1 ¿Existe alguna variación respecto a la producción de cada uno de los años analizados?*

La producción científica se incrementa anualmente, salvo en el caso del 2016. Así, el 2012 se hallaron tres publicaciones; el 2013, nueve, el 2014, 14; el 2015, 16 y en el 2016 la cifra desciende a ocho publicaciones. Estos datos evidencian que se trata de un tema de interés en el campo educativo, ya que las investigaciones aumentaron anualmente, salvo el 2016. El año en curso, 2017, quedará confirmar si se trata de una tendencia a la baja e indagar en las razones.

Figura 1. Número de publicaciones anuales



Elaboración propia

### P2.2 ¿Qué palabras clave utilizan y cuáles son las más relevantes?

En total, se identificaron 131 palabras clave. Las más repetidas fueron *higher education* (20 menciones), *mobile learning* (10 menciones), *smartphones* (nueve menciones), ICT (ocho repeticiones) y *mobile devices* (ocho menciones). En la siguiente tabla se observa la dispersión de palabras clave, lo que genera dificultad para encontrarlas en las bases de datos, y el uso de palabras clave no normalizadas que corresponden al mismo ámbito (e.g. “mlearning” en lugar de “m-learning”; el uso indistinto de formas singulares o plurales e.g. “tablet” y “tablets”; o de modelos específicos e.g. “iPad” en vez del nombre del dispositivo “tablet”). En muchas publicaciones no se exige el uso de un tesaurus o lista de palabras clave, por lo que cada autor opta por colocar las que considera pertinentes.

Tabla 4. Combinaciones de palabras clave más usadas

Palabra más repetida	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
higher education (20)	university student (2)	EHEA (2)	--
mobile learning (10)	m-learning (3)	mlearning (2)	mobile and ubiquitous learning (1)
smartphones (9)	--	--	--
ICT (8)	technology (4)	new technologies (3)	ICT applied to education (1)
mobile devices (8)	digital mobile devices (2)	digital devices (1)	--
tablets (4)	tablet pc (3)	iPad (2)	digital tablet (2)
ubiquity (4)	ubiquitous (2)	ubiquitous learning (2)	--
apps (4)	educational apps (1)	multimedia applications (1)	--
electronic book (2)	e-books (1)	e-book (1)	--

Elaboración propia

### P2.3 ¿Dónde se publicaron las investigaciones y en qué lengua?

De las 50 publicaciones seleccionadas, 42 fueron artículos de revistas indexadas. Las ocho restantes fueron publicadas en actas de congresos internacionales. Del total de revistas (42), 27 son españolas y 15 son editadas en otros países (Alemania, Brasil, Colombia, Chile, EEUU, Grecia, México, Nueva Zelanda, Reino Unido y Turquía). Entre las revistas españolas que publicaron el mayor número de artículos analizados destacan *Historia y Comunicación Social* (cinco artículos), *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento* (tres artículos) y *Comunicar y Revista Complutense de Educación* (dos artículos cada una). En su gran mayoría, los tópicos centrales de las revistas donde se publicaron fueron educación (20 veces, incluyendo tecnología educativa como tema vinculado) y en menor medida comunicación (ocho veces), estudios interdisciplinarios (5 veces) y otros (medicina, geografía, metodologías en ciencias sociales y psicología, etc.).

En cuanto a la lengua, 32 del total de publicaciones fueron publicadas en castellano y 18 en inglés. Con excepción de una sola comunicación, el resto de comunicaciones fueron publicadas en inglés, lo que confirma la tendencia internacional del uso de este idioma como *lingua franca* de la comunicación científica.

Figura 2. Fuentes y lenguas de las publicaciones



Elaboración propia

### 3. Información sobre las poblaciones estudiadas

#### *P3.1 ¿Cuáles han sido las poblaciones objeto de estudio? ¿Hay comunidades autónomas subrepresentadas en los estudios?*

La revisión efectuada de la literatura científica (2012-2016) basada en investigaciones realizadas en universidades españolas permite observar si hay publicaciones sobre el objeto de estudio referidas a todas las comunidades autónomas o bien hay una presencia desigual como población objeto de análisis. Los resultados indican cuáles son las comunidades más estudiadas y cómo cinco no aparecen como objeto de análisis en las investigaciones publicadas. Entre las comunidades autónomas que han sido objeto de análisis en mayor número de publicaciones destaca manifiestamente la Comunidad de Madrid, con 11 referencias que prácticamente duplican en número a las comunidades que la siguen en segundo lugar, Andalucía y Castilla-León, ambas con 6 publicaciones. En cuarto lugar estaría el Principado de Asturias (cinco publicaciones), seguido por la Comunidad Valenciana (cuatro publicaciones). Por debajo de las cuatro publicaciones se sitúan el resto de las comunidades. No hay ninguna referencia a investigaciones que hayan puesto bajo el foco a las comunidades de Aragón, Castilla-La Mancha, Ceuta, La Rioja o Melilla.

Es importante señalar que una misma investigación puede incluir más de una población, por lo que el número total de menciones de las comunidades autónomas que se observa en la tabla 6 es superior al total de investigaciones consultadas.

Por otro lado, no se han contemplado en esta tabla las publicaciones originadas desde universidades a distancia, dado que no explicitan las poblaciones de estudio (Universidad Nacional de Educación a Distancia, con cuatro publicaciones; Universitat Oberta de Catalunya, con una; y Universidad Abierta de Lisboa, junto con la Universidad de Oviedo, con otra). Tampoco se han recogido aquí los artículos

de orientación estrictamente teórica (cuatro publicaciones) dado que tampoco se han referido a una población o comunidad concreta.

Los resultados indican que, efectivamente, hay comunidades autónomas subrepresentadas en los estudios. Destaca la representación mayoritaria de la Comunidad de Madrid, encabezado por Madrid capital, junto con las de Andalucía y Castilla-León. Sorprende que algunas comunidades con demografía importante y con una amplia red de universidades estén poco presentes como objeto de estudio (en particular, los casos de Cataluña y País Vasco).

Tabla 5. Comunidades Autónomas sobre las que se han realizado las investigaciones

Comunidad Autónoma	Publicaciones
Comunidad de Madrid (Madrid 10, Alcalá 1)	11
Andalucía (Córdoba 1, Granada 4, Sevilla 1)	6
Castilla y León (Salamanca 4, Valladolid 1)	5
Principado de Asturias (Oviedo 5)	5
Comunidad Valenciana (Alicante 1 + Elche 1-, Valencia 2)	4
Cataluña (Barcelona 1, No concreta 2)	3
Galicia (Vigo 3)	3
Islas Baleares (3)	3
Islas Canarias (Santa Cruz de Tenerife -Tenerife 3)	3
Región de Murcia (Cartagena 3)	3
Cantabria (Santander 2)	2
Extremadura (Badajoz-Mérida 1)	1
Navarra (1)	1
País Vasco (Bilbao 1)	1

Elaboración propia

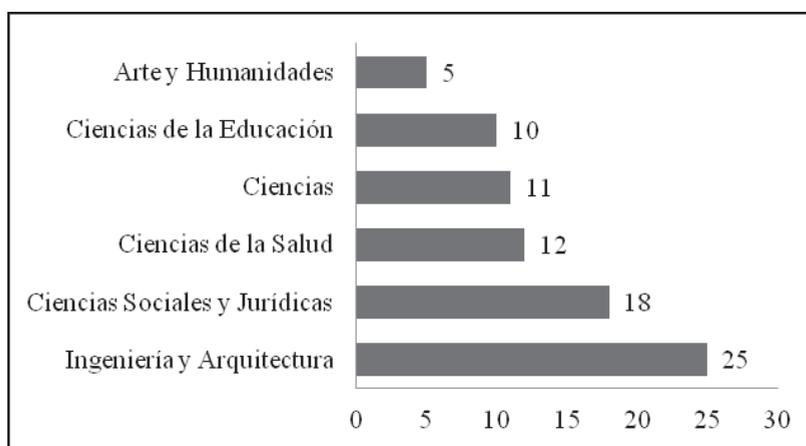
### *P3.2 ¿En qué disciplinas se ha puesto mayor atención? ¿Se ha trabajado más con estudiantes de grado o posgrado?*

Las publicaciones consultadas abordaron poblaciones variadas: hubo 28 menciones a disciplinas distintas y, en otros casos no contabilizados en este apartado, solo alusiones genéricas del tipo “estudiantes universitarios” o “estudios diversos de grado”, sin precisar la especialidad.

Para organizar esta información, agrupamos las disciplinas en seis áreas de conocimiento genéricas. En primer lugar, con 25 menciones, las investigaciones se enfocan en áreas de Ingeniería y Arquitectura (que incluye carreras como Ingeniería Agrícola, Ingeniería Civil, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Industrial, Ingeniería Informática, Telecomunicación, Telemática y Tecnología de la Información y la

Comunicación). En segunda posición, el área de Ciencias Sociales y Jurídicas, con 18 menciones (incluyendo Ciencias Sociales, Derecho, Ciencias de la Información, Comunicación, Comunicación Audiovisual, Filología, Geografía, Historia y Humanidades). En tercera posición, con 12 menciones, el área de Ciencias de la Salud (incluyendo Medicina, Odontología y Biología). Luego, en cuarto lugar, el área de Ciencias (que integran Ciencias Ambientales, Ciencia de Materiales, Matemática, Química, Nanociencia y Nanotecnología molecular). En quinto lugar está el área de Ciencias de la Educación, con 10 menciones (incluyendo las carreras de Pedagogía y Educación Social). Finalmente, en el sexto lugar, aparece el área de Artes y Humanidades, con cinco menciones.

Figura 3. Disciplinas de las poblaciones estudiadas



Elaboración propia

En cuanto al nivel de estudios, casi la totalidad de menciones (que representan el 94% de la muestra) aborda estudios de grado y solo el 6% corresponde a posgrados (másteres, doctorados o cursos de posgrado en general).

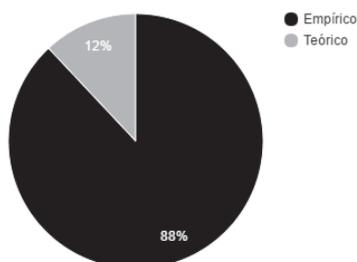
#### 4. Información científico-metodológica de las publicaciones

##### *P4.1 ¿Qué tipo de investigación se realiza: teórica o empírica?*

El tipo de investigación de 44 de las 50 publicaciones estudiadas es empírico, esto quiere decir que exhiben resultados a partir de un trabajo de campo. Las seis publicaciones restantes son de corte teórico, elaboradas a partir de la revisión documental de fuentes secundarias. En el caso de las investigaciones empíricas,

destacan las validaciones de *apps* o software específico, usualmente en un grupo seleccionado de estudiantes de una o más universidades, y algunos experimentos donde se miden los efectos del aprendizaje manipulando el uso de determinadas aplicaciones o dispositivos.

Figura 4. Tipo de investigación

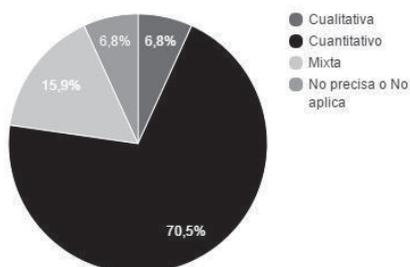


Elaboración propia

#### P4.2 ¿Qué metodologías son más utilizadas?

En cuanto a las metodologías aplicadas, destacan las cuantitativas, con 31 publicaciones, mientras que solo tres aplicaron una metodología cualitativa. Siete investigaciones fueron elaboradas a partir de una metodología mixta (cualitativa y cuantitativa). Llama la atención también que algunas de las publicaciones no señalen de forma explícita el tipo de metodología aplicada.

Figura 5. Metodologías aplicadas

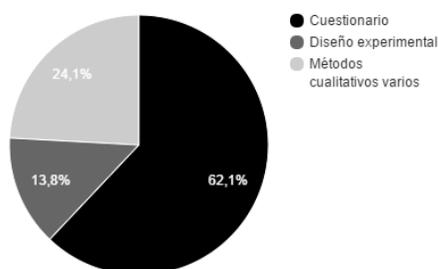


Elaboración propia

### P4.3 ¿Qué técnicas e instrumentos son más utilizados y cuáles menos?

La técnica cuantitativa por excelencia fue la encuesta a partir de la elaboración de cuestionarios (con preguntas cerradas o abiertas), mientras que en el caso de las investigaciones cualitativas (exclusivamente cualitativas o mixtas) se usaron técnicas y herramientas diversas, como las entrevistas en profundidad (3 menciones), la etnografía multisituada (2 menciones), los grupos focales (2 menciones), la observación, el análisis de contenido, el análisis de usabilidad, los grupos de discusión, las historias de vida y el método Delphi. Resulta interesante anotar que ocho de las publicaciones (13,8%) utilizaron diseños experimentales y cuasiexperimentales con manipulación de variables (sobre todo de presencia/ausencia de dispositivos en contextos específicos).

Figura 6. Técnicas de investigación



Elaboración propia

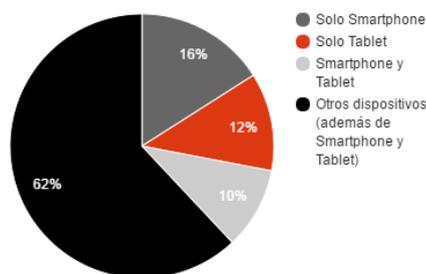
### P4.4 ¿A qué dispositivo han prestado mayor atención las investigaciones?

La mayoría de publicaciones (31 de 50) no centran su atención en ningún dispositivo específico, sino que se refieren a los dispositivos de modo genérico, nombrando otros adicionales (e.g. ordenadores portátiles o laptops, phablets, clickers o *Personal Remote System-PRS*). Apenas ocho publicaciones centran su atención en los smartphones como único dispositivo y seis publicaciones solo en las tablets. Cinco trabajos hacen referencia a ambos dispositivos en la misma investigación.

También cabe resaltar el interés, además de los dispositivos, en el desarrollo de metodologías que privilegien la participación (a través de experiencias de participación directa con dispositivos móviles ad-hoc, como clickers, o aplicaciones que se pueden descargar en tablets y smartphones), en el uso de dispositivos para la evaluación (desarrollo de tests en línea o e-portafolios), la simulación (particularmente en el caso de las ciencias y las ingenierías), la adaptación de aplicaciones existentes (como Whatsapp), la creación de contenido para Realidad Aumentada a partir de códigos

QR, o el desarrollo de estrategias didácticas más complejas que integran varios dispositivos. Otro elemento a destacar es el uso de ordenadores portátiles o laptops, que siguen vigentes en el desarrollo de aplicaciones y experiencias.

Figura 7. Dispositivos priorizados en las publicaciones



Elaboración propia

## CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

De la información sobre los autores e instituciones se concluye que el número total de publicaciones hallado en las tres bases de datos consultadas es aún limitado. Aunque desde el 2012 el número de publicaciones se incrementó anualmente, el 2016 disminuyó por primera vez en el periodo estudiado, lo que nos invita a indagar si se trata de una tendencia y hacia dónde se dirige la agenda de investigación. Se concluye también que muchas de las publicaciones pertenecen a investigadores y grupos de investigación que forman parte de proyectos mayores (a veces con financiamiento, según se señala), lo que permite consolidar una trayectoria y una especialización a través de los años de ciertos autores. Asimismo, es notorio el interés de algunas universidades en el tema (especialmente la Universidad Nacional de Educación a Distancia). Son escasas las publicaciones individuales, lo que confirma la tendencia de la autoría múltiple en las publicaciones académicas.

A partir de la información bibliográfica, se aprecia una alta dispersión de palabras clave utilizadas. Al respecto, sugerimos utilizar un tesoro o un listado de palabras normalizadas para promover que aparezcan en los motores de búsqueda con más facilidad. Asimismo, el idioma inglés es cada vez más relevante para la comunicación científica, sobre todo para acceder a revistas indexadas de alto impacto y congresos internacionales.

En cuanto a las poblaciones presentes en las publicaciones, los resultados indican que, efectivamente, hay comunidades autónomas subrepresentadas como objeto de estudio, en particular, los casos de Cataluña y País Vasco. Destaca la representación mayoritaria de la Comunidad de Madrid y el núcleo central de dicha comunidad junto con las de Andalucía y Castilla-León. Así también, destaca el

número de investigaciones que toman como muestra a estudiantes de las titulaciones de Ingeniería, mientras que las menos estudiadas son las de Artes y Humanidades. Sorprende que no haya más estudios en esta línea en el ámbito de las Ciencias de la Educación y que, de hecho, se trate de la disciplina que ocupa el quinto lugar -de un total de seis- en cuanto al volumen de estudios realizados en este ámbito. Teniendo en cuenta que el ámbito de la educación tendría que ser el pionero en el campo de la innovación, ya que es el que prepara a los futuros profesionales de la educación -los maestros y profesores-, no deja de ser alarmante que sea una de las disciplinas que menos investigaciones dedica al campo de la innovación a través de las tecnologías y, en este caso concreto, de los dispositivos móviles. Por lo tanto, este artículo se convierte en una invitación a los investigadores de universidades de las comunidades y disciplinas menos representadas para desarrollar experiencias e investigaciones en este ámbito, así como desarrollar estudios que acojan las áreas de conocimiento menos abordadas.

En relación al aspecto metodológico, destaca la desproporción entre investigaciones de carácter cuantitativo y cualitativo, siendo el primero ampliamente mayoritario. Esto puede explicarse por el hecho de que muchas publicaciones indexadas prioricen este tipo de investigación o que la aplicación de métodos estadísticos resulte más asequible para muchos investigadores. Esto resta, sin embargo, una mirada más compleja al tema de fondo, que va más allá de la caracterización del uso que se da a los dispositivos móviles y pasa por la aplicación en contextos específicos. En este sentido, es saludable el número cada vez mayor de sistematizaciones de experiencias realizadas en clase, aunque por la dimensión de muchos estudios, los resultados no sean extrapolables ni generalizables.

En suma, los hallazgos aquí presentados pueden constituir una línea de base sobre el estado de la investigación en dispositivos móviles en el contexto español, y dejan abierta una agenda por crecer en los años siguientes, especialmente si lo que se busca es elevar la eficiencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje y la integración estratégica de tecnologías en el entorno de la educación superior.

## APOYOS

Este estudio forma parte del proyecto I+D+i “Competencias mediáticas de la ciudadanía en medios digitales emergentes en entornos universitarios”. EDU2015-64015-C3-2-R, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad de España.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berge, Z., y Muilenburg, L. (Eds.). (2013). *Handbook of Mobile Learning*. Nueva York: Routledge.
- Brazuelo, F., y Gallego, D. J. (2014). Estado del Mobile Learning en España. *Educación Em Revista*, 4, 99-128. doi: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.38646>
- Castañeda, L., y Adell, J. (2013). La anatomía de los PLEs. En L. Castañeda y J. Adell (Eds.), *Entornos Personales de Aprendizaje: Claves para el ecosistema educativo en red* (11-27). Alcoy: Marfil.
- Delgado, E., y Repiso, R. (2013). *Comunicar*, 21(41), 45-52. doi: <https://doi.org/10.3916/C41-2013-04>
- Durall, E., Gros, B., Maina, M., Johnson, L., y Adams, S. (2012). *Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Fundación Telefónica (2011). *Universidad 2020: Papel de las TIC en el nuevo entorno socioeconómico*. Barcelona: Ariel.
- ONTSI (2016). *La Sociedad en Red. Informe Anual 2015 (Edición 2016)*. Madrid: Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- Pimmer, C., Mateescu, M., y Gröbhel, U. (2016). Mobile and Ubiquitous Learning in Higher Education Settings. A Systematic Review of Empirical Studies. *Computers in Human Behavior*, 63, 490-501. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.057>
- Píriz, S. (Ed.) (2015). *UNIVERSITIC 2015. Análisis de las TIC en las Universidades Españolas*. Madrid: Crue Universidades Españolas.
- Pisanty, A. (2009) Presentación. Web 2.0: dispositivos móviles y abiertos para el aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 12(2). doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.2.12.898>
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3-10.
- Sung, Y. T., Chang, K. E., y Liu, T. C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, 94, 252-275. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.008>
- Villalonga, C., Marta-Lazo, D. C., y Es, C. (2015). Modelo de Integración Educativa de "Apps" Móviles para la enseñanza y aprendizaje. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 137-153 doi: <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.09>

## PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

**Julio César Mateus.** Doctorando en Comunicación de la Universitat Pompeu Fabra, donde obtuvo el grado de Máster en Estudios Avanzados en Comunicación Social. Becario del Departamento de Comunicación y miembro del grupo de investigación MEDIUM (UPF). Profesor de la Universidad de Lima y la Pontificia Universidad Católica del Perú. Desarrolla su tesis doctoral sobre la educación mediática en la formación docente.  
E-mail: [julio.mateus@upf.edu](mailto:julio.mateus@upf.edu)

**María-José Masanet.** Profesora en la Universitat Pompeu Fabra. Especialista en educación mediática, adolescencia, series de ficción y representación de la relación amorosa y de la sexualidad en los medios. Ha impartido seminarios sobre estos temas en diferentes universidades y ha publicado el libro “La educación mediática en la universidad española” (Gedisa, 2015) con el Dr. Joan Ferrés. Ha realizado estancias de investigación en la Loughborough University y en la Université Sorbonne Nouvelle, entre otras.

E-mail: [mjose.masanet@upf.edu](mailto:mjose.masanet@upf.edu)

## DIRECCIÓN DE LOS AUTORES

Departamento de Comunicación  
Universidad Pompeu Fabra  
C/ Roc Boronat, 138  
Barcelona (España)

**Sue Aran-Ramspott.** Profesora titular de Comunicación Audiovisual de la Universidad Ramon Llull. Premio de investigación en Comunicación (CAC, 2009). Consejera asesora en la CCMA, Corporación Catalana de Medios Audiovisuales. Miembro de DIGILAB, Strategy, Media and Regulation (URL). Especialista en *Media Literacy*, investiga sobre recepción; ficción audiovisual y representaciones de la violencia y de los estereotipos amorosos, y sobre los valores aspiracionales de los menores en Youtube.

E-mail: [suear@blanquerna.url.edu](mailto:suear@blanquerna.url.edu)

## DIRECCIÓN DE LA AUTORA

Facultad de Comunicación y Relaciones Internacionales Blanquerna  
Universidad Ramon Llull  
Plaza Joan Corominas, s/n  
Barcelona (España)

**Fecha de recepción del artículo:** 14/12/2016

**Fecha de aceptación del artículo:** 27/01/2017

## Como citar este artículo:

Mateus, J. C., Aran-Ramspott, S., y Masanet, M. J. (2017). Revisión de la literatura sobre dispositivos móviles en la universidad española. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp. 49-72. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17710>

## ANEXO: Artículos que conforman el corpus de estudio

Agudo, J. E., Hernández-Linares, R., Rico, M., y Sánchez, H. (2014). Autoevaluación de la asistencia y la participación en clase con una Tablet PC. *Revista Complutense de Educación*, 25(2), 313-333. doi: [http://doi.org/10.5209/rev\\_RCED.2014.v25.n2.41533](http://doi.org/10.5209/rev_RCED.2014.v25.n2.41533)

Ballester, E., Monsoriu, J. A., Castro-Palacio, J. C., Velázquez-Abad, L., Giménez, M. H., Monsoriu, J. A., y Sánchez Ruiz, L. M. (2014). Smart physics with smartphone sensors. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1-4. doi: <https://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044031>

Berjón, R., Beato, M. E., Mateos, M., y Feroso, A. (2015). Using Emerging Mobile Technologies to Enhance Collaborative Learning. A Study Case in a University Environment. *International Journal of Education and Information Technologies*, 9, 151-158.

Brazuelo, F., y Gallego, D. J. (2014). Estado del Mobile Learning en España. *Educación en Revista*, 4, 99-128. doi: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.38646>

Briz-Ponce, L., Juanes, J. A., y García-Peñalvo, F. J. (2015). Dispositivos móviles y apps: Características y uso actual en educación médica. *Novática. Revista de la Asociación de Técnicos en Informática*, 231, 86-91.

Briz-Ponce, L., y García-Peñalvo, F. J. (2015). An Empirical Assessment of a Technology Acceptance Model for Apps in Medical Education. *Journal of Medical Systems*, 39(11), 176. doi: <https://doi.org/10.1007/s10916-015-0352-x>

Bueno-García, J.-J., Colmenarejo-García, B., López-Rodríguez, M. C., y Martínez-Maire, N. (2016). Tablets para el acceso a recursos electrónicos y apoyo a la docencia desde la biblioteca universitaria: un caso práctico. *El Profesional de La Información*, 25(6), 1699-2407. doi: <https://doi.org/10.3145/epi.2016.nov.11>

Camacho, M., y Tur, G. (2012). Exploring Learners' Practices and Perceptions on the Use of Mobile Portfolios as Methodological Tool to Assess Learning in Both Formal and Informal Contexts. *4th World Conference on Educational Sciences (WCES-2012)*, 46, 3182-3186 doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.03>

Cantillo, C., Roura, M., y Sánchez, A. (2012). Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación. *La Educación Digital*, 47, 1-21.

Carbonell, C., y Bermejo, L. A. (2016). Augmented Reality as a Digital Teaching Environment to Develop Spatial Thinking. *Cartography and Geographic Information Science*, 0(0), 1-12. doi: <https://doi.org/10.1080/15230406.2016.1145556>

Casanova, G., y Molina, J. M. (2013). Implementación de códigos QR en materiales docentes. *XI Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria*, 53, 1689-1699. doi: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Del Campo, E. (2013). M-Learning y aprendizaje informal en la educación superior mediante dispositivos móviles. *Historia y Comunicación Social*, 18, 231-242. doi: [http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_HICS.2013.v18.44239](http://dx.doi.org/10.5209/rev_HICS.2013.v18.44239)

Fombona, J., Pascual, M. A., y Ferreira Amador, M. F. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 41, 197-210.

Fombona, J., y Pascual, M. A. (2013). Beneficios del m-learning en la Educación Superior. *Educatio Siglo XXI*, 31(2), 211-234.

Galindo-Rubio, F., Suárez-Carballo, F., y Martín, J. R. (2016). Análisis de la eficacia de una metodología didáctica basada en el uso de smartphones con estudiantes de comunicación. *Prisma Social*, 15, 1-33.

Gallardo, E., Marqués, L., y Bullen, M. (2015). El estudiante en la educación superior: Usos académicos y sociales de la tecnología digital. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 12(1), 25-37. doi: <https://doi.org/10.7238/rusc.v12i1.2078>

Gallardo, J. (2013). Análisis de la integración del iPad en el aula desde la perspectiva del alumno: proyecto piloto de la UCJC. *Historia y Comunicación Social*, 18, 399-410. doi: [http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_HICS.2013.v18.43975](http://dx.doi.org/10.5209/rev_HICS.2013.v18.43975)

González-Fernández, N., y Salcines, I. (2015). El teléfono inteligente en los procesos de enseñanza-aprendizaje-evaluación en Educación Superior. Percepciones de docentes y estudiantes. *RELIEVE*, 21(2), 1-20.

González-Fernández, N., y Salcines, I. (2015). Los smartphones en Educación Superior. Diseño y Validación de dos instrumentos de recogida de información sobre la visión del alumnado. *REOP. Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 26(3), 96-120.

Gros, B., y Noguera, I. (2013). Mirando el futuro: Evolución de las tendencias tecnopedagógicas en Educación Superior. *Campus Virtuales. Revista Científica de Tecnología Educativa*, 2(2), 130-140.

Guerrero, C., Jaume, A., Juiz, C., y Lera, I. (2016). Use of mobile devices in the classroom to increase motivation and participation of engineering university students. *IEEE Latin America Transactions*, 14(1), 411-416. doi: <https://doi.org/10.1109/TLA.2016.7430109>

Hernández, C., Vegas, J., Llamas, C., & González, M. A. (2014). A survey on mobile devices use by university students. *International Symposium on Computers in Education (SIIE 2014)*, 223-226.

Humanante-Ramos, P., García-Peñalvo, F. J., y Conde-González, M. Á. (2016). PLEs in mobile contexts: new ways to personalize learning. *IEEE VAEP-RITA*, 4(1), 33-39.

Laborda, J. G., Royo, T. M., Lazaro, N. R., y Marugan, L. F. (2015). Facilitating Language Tests Delivery Through Tablet PC's. *7th World Conference on Educational Sciences*, 197 (February), 1302-1306. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.403>

López Hernández, F. A., y Silva, M. M. (2016). Factors of Mobile Learning Acceptance in Higher Education. *Estudios sobre Educación*, 30, 175-195. doi: <https://doi.org/10.15581/004.30.175-195>

Marcelo, C., Yot, C., y Mayor, C. (2015). Enseñar con tecnologías digitales en la Universidad. *Comunicar*, 23(45), 117-124. doi: <https://doi.org/10.3916/C45-2015-12>

Martín, N., Sánchez, I., Bravo, M., Hernández, J., Saorin, J. L., y Contero, M. (2014). Virtual Blocks: a serious game for spatial ability improvement on mobile devices. *Multimedia Tools and Applications*, 73(3), 1575-1595. doi: <https://doi.org/10.1007/s11042-013-1652-0>

Martínez-Solana, M. (2014). Redes sociales y TIC, su papel en la educación superior del siglo XXI. *Historia y Comunicación Social*, 19, 63-71. doi: [https://doi.org/10.5209/rev\\_HICS.2014.v19.45108](https://doi.org/10.5209/rev_HICS.2014.v19.45108)

Menchaca, I., Guenaga, M., y Romero, S. (2015). Mobile devices, powerful teaching tools in the engineering classroom. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON2015*, 577-581. doi: <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2015.7096027>

Millán, A., y Pérez Manzano, A. (2014). Usabilidad de tablets para el acceso a campus virtuales universitarios por alumnos con discapacidad. *Historia y Comunicación Social*, 19(Esp. Febrero), 805-818. doi: [https://doi.org/10.5209/rev\\_HICS.2014.v19.45067](https://doi.org/10.5209/rev_HICS.2014.v19.45067)

Millor, M., Etxano, J., Slon, P., García-Barquín, P., Villanueva, A., Bastarrrika, G., y Pueyo, J. C. (2015). Use of remote response devices: an effective interactive method in the long- term learning. *European Radiology*, 25(3), 894-900. doi: <https://doi.org/10.1007/s00330-014-3468-3>

Molina, H. (2013). La educación universitaria en el bolsillo, aplicaciones y entornos virtuales. *Estudios sobre el mensaje periodístico*, 19, 319-329. doi: [https://doi.org/10.5209/rev\\_ESMP.2013.v19.42039](https://doi.org/10.5209/rev_ESMP.2013.v19.42039)

Molina, P., Valenciano, J., y Valencia-Peris, A. (2015). Los blogs como entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje en Educación Superior. *Revista Complutense de Educación*, 26, 15-31. doi: [https://doi.org/10.5209/rev\\_RCED.2015.v26.43791](https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2015.v26.43791)

Pascual, M. A. (2013). La universidad ante las posibilidades de los dispositivos móviles en el aprendizaje ubicuo. *Historia y Comunicación Social*, 18, 461-468. doi: [http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_HICS.2013.v18.44255](http://dx.doi.org/10.5209/rev_HICS.2013.v18.44255)

Peña, F. D., Burgos, C., y Simón, M. A. (2015). Mobile learning multidispositivo en la enseñanza universitaria mediante el uso de aplicaciones Web. Experiencia en la asignatura Dirección de la Producción. *Educade: Revista de Educación en Contabilidad, Finanzas y Administración de Empresas*, 6, 59-79.

Pinto, M., Pouliot, C., y Córdón-García, J. A. (2014). E-book reading among Spanish university students. *The Electronic Library*, 32(4), 473-492. doi: <http://dx.doi.org/10.1108/EL-05-2012-0048>

Quicios, M. I., Sevillano, M. L., y Ortega, I. (2013). Educational uses of mobile phones by university students in Spain. *New Educational Review*, 34(4), 151-163.

Rius, À., Masip, D., y Clarisó, R. (2014). Proyectos de los estudiantes para potenciar el aprendizaje móvil en la educación superior. Aplicaciones para el aprendizaje móvil en educación superior. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 11(1), 193-207. doi: <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v11i1.1901>

Santamarta, J. C., Hernández-Gutiérrez, L. E., Tomás, R., Cano, M., Rodríguez-Martín, J., y Arraiza, M. P. (2015). Use of Tablet Pcs in Higher Education: A new Strategy for Training Engineers in European Bachelors and Masters Programmes. *Proceedings of 6th World Conference on Educational Sciences*, 191, 2753-2757. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.657>

Saorin, J. L., Torre, J. de La, Martín, N., y Carbonell, C. (2013). Spatial Training using Digital Tablets. *3rd World Conference on Learning, Teaching and Educational Leadership*, 93, 1593-1597. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.087>

Sevillano, M. L., Quicios-García, M. P., y González-García, J. L. (2016). Posibilidades ubicuas del ordenador portátil: percepción de estudiantes universitarios españoles. *Comunicar*, 24(46), 87-95. doi: <http://doi.org/10.3916/C46-2016-09>

Sevillano, M. L., y Vázquez, E. (2014). Análisis de la funcionalidad didáctica de las tabletas digitales en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 11(3), 47-81. doi: <https://doi.org/10.7238/rusc.v11i3.1808>

Sevillano, M. L., y Vázquez, E. (2015). The Impact of Digital Mobile Devices in Higher Education. *Educational Technology y Society*, 18(1), 106-118.

Tur, G., Marín, V. I., y Marín, V. I. (2014). Enhancing learning with the social media: student teachers' perceptions on Twitter in a debate activity. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 4(1), 46-43. doi: <https://doi.org/10.7821/naer.2015.1.102>

Vázquez, E. (2014). Mobile Distance Learning with Smartphones and Apps in Higher Education. *Educational Sciences: Theory y Practice*, 14(4), 1505-1520. doi: <https://doi.org/10.12738/estp.2014.4.2012>

Vázquez, E. (2015). El reto de la formación docente para el uso de dispositivos digitales móviles en la educación superior. *Perspectiva Educacional*, 54(1), 149-162. doi: <https://doi.org/10.4151/07189729-Vol.54-Iss.1-Art.236>

Vázquez, E., Sevillano, M. L., y Fombona, J. (2016). Análisis del uso educativo y social de los dispositivos digitales en el contexto universitario panhispánico. *Revista de Investigación Educativa*, 34(2), 453-469. doi: <https://doi.org/10.6018/rie.34.2.224691>

Vázquez, E., y Sevillano, M. L. (2015). El smartphone en la educación superior. Un estudio comparativo del uso educativo, social y ubicuo en universidades españolas e hispanoamericanas. *Signo y Pensamiento*, 34(67), 132-149. doi: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.syp34-67.sese>

Vílchez, M. J., Reche, E., y Marín, V. (2015). Diseño y validación de un cuestionario para valorar whatsapp en la regulación de trabajo en grupo. *Etic@net*, 2(15), 245-272.

Villalonga, C., Marta-Lazo, D. C., y Es, C. (2015). Modelo de Integración Educomunicativa de “Apps” Móviles para la enseñanza y aprendizaje. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 137-153. doi: <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.09>

# Entornos personales de aprendizaje móvil: una revisión sistemática de la literatura

## Mobile Personal Learning Environments: A systematic literature review

Patricio Humanante-Ramos

*Universidad Nacional de Chimborazo, UNACH (Ecuador)*

Francisco José García-Peñalvo

*Universidad de Salamanca, USAL (España)*

Miguel Conde-González

*Universidad de León, ULE (España)*

### Resumen

Actualmente, los entornos personales de aprendizaje aparecen como espacios educativos centrados en el estudiante para superar los limitantes identificados en las plataformas de aprendizaje institucional. Sin embargo, la mayoría de estudios publicados se basan únicamente en el uso de computadores sin considerar los dispositivos electrónicos móviles. El presente trabajo analiza la producción científica y académica sobre los Entornos Personales de Aprendizaje móvil en la Educación Superior. Desde el punto de vista metodológico, el estudio se realizó por medio de una revisión sistemática de la literatura utilizando varios recursos como: Scopus, Web Of Science, Google Scholar, entre otros. Se recogieron inicialmente una gran cantidad de documentos entre los años 2000 y 2016, a los cuales se aplicaron varios criterios de selección y de calidad, obteniéndose un número reducido de estudios que se analizaron de manera cualitativa. Los resultados fueron descritos en categorías de acuerdo a las preguntas de investigación planteadas, donde se incluyeron aquellos estudios sobre dispositivos móviles y entornos personales de aprendizaje, los que muestran proyectos de plataformas integradas, las investigaciones donde se usan herramientas externas con un enfoque más pedagógico, algunos aportes teóricos y los que evalúan estas innovaciones. En conclusión, los entornos personales de aprendizaje móvil se muestran como escenarios tecnológicos de reciente introducción en la educación universitaria y, aunque se han encontrado resultados satisfactorios, se requiere más investigación para poder establecer generalizaciones replicables en otros contextos.

*Palabras clave:* aprendizaje asistido por ordenador; autoaprendizaje; tecnologías de la información y de la comunicación; aprendizaje móvil; entornos personales de aprendizaje.

## Abstract

Nowadays personal learning environments appear as student-centered educational spaces to overcome the identified constraints in the institutional learning platforms. However, most of the published research is based only on the use of computers, without considering mobile electronic devices. This article analyses the scientific and academic production on mobile personal learning environments in Higher Education. From a methodological point of view, the research presented here was conducted through a systematic literature review using various resources such as Scopus, Web of Science, Google Scholar, among others. A large number of documents from 2000 to 2016 were initially collected. Subsequently, selection and quality criteria were applied, and a few studies were obtained that were qualitatively analyzed. The results were described in categories according to the original research questions, including research works on mobile devices and personal learning environments, publications on projects of integrated platforms, research where external tools are used with a pedagogical approach, theoretical contributions, and research that evaluates these innovations. In conclusion, mobile personal learning environments are shown as technological scenarios that have been recently introduced in Higher Education. Although successful results have been found, more research is needed to establish generalizations that might be replicable in other contexts.

**Keywords:** computer aided learning; self-learning; information and communication technologies; mobile learning; personal learning environments.

Las plataformas institucionales gestionadas a través de los sistemas de gestión de aprendizaje (*Learning Management Systems* o LMS) están presentes en casi la totalidad de instituciones de educación superior en todo el mundo (Babo y Azevedo, 2009; García-Peñalvo y Seoane Pardo, 2015), como es el caso de Ecuador, país latinoamericano donde las Universidades y Escuelas Politécnicas han propiciado el uso de los LMS como complemento a las clases presenciales y para la gestión de sus cursos virtuales o en línea. Sin embargo, la mayoría de cursos diseñados en estas plataformas se realizan de acuerdo a un plan de estudios predeterminado, el cual es el mismo para todos los estudiantes sin tomar en consideración las diferentes aptitudes, estilos y necesidades de aprendizaje, por lo que los estudiantes realizan una buena parte de sus actividades académicas, fuera de estos entornos institucionales (Downes, 2010) a través de otros recursos como los de la Web 2.0 y los dispositivos electrónicos móviles (Attwell, 2007; Meléndez Tamayo, 2013; Humanante-Ramos, García-Peñalvo y Conde-González, 2015).

En este sentido, para superar las deficiencias encontradas con la adopción de los LMS, aparecen los Entornos Personales de Aprendizaje o PLE (*Personal Learning Environments*) como espacios educativos centrados en el estudiante (Adell y Castañeda, 2010, 2013).

Así, la comunidad científica y académica, por un lado, reporta varias experiencias de implementaciones PLE en universidades y, por otro lado, publica estudios sobre

la integración de herramientas Web 2.0 y dispositivos móviles, pero no se recogen estudios donde combinen estas prácticas educativas.

Por ejemplo, Buchem, Attwell y Torres (2011) reúnen algunos trabajos sobre PLE, centrándose en sus rasgos característicos a partir de la Teoría de la Actividad, describiendo sus elementos claves y las relaciones entre ellos.

Sin embargo, en la mayoría de estos trabajos se asumen como medios tecnológicos únicamente a los ordenadores, sin considerar los dispositivos electrónicos móviles ampliamente utilizados (International Telecommunications Union, 2016), donde los teléfonos inteligentes y tabletas constituyen los dispositivos preferidos por los universitarios (Bomhold, 2013).

Otro aporte corresponde al trabajo de Conde-González (2012), donde se presenta el estado del arte acerca de la interoperabilidad entre LMS y PLE, en el cual una de las preguntas de investigación indaga sobre lo que está sucediendo con los PLE más allá de los ordenadores, es decir, en otros contextos como los móviles, sin embargo, el autor informa que son pocas las investigaciones de este tipo.

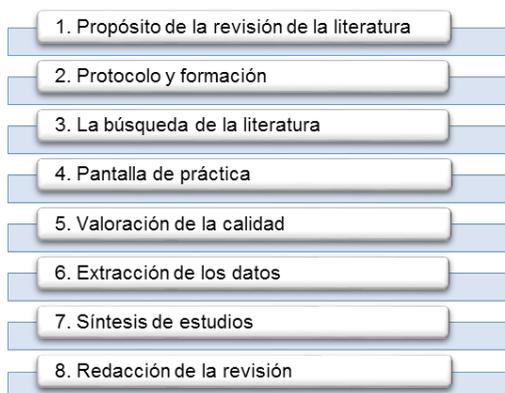
En este sentido, el presente trabajo investiga y analiza la producción científica y académica sobre los Entornos Personales de Aprendizaje Móvil o mPLE (mobile Personal Learning Environments) (Attwell, Cook y Ravenscroft, 2009; Conde-González, García-Peñalvo, Alier y Piguillem, 2012; Ignatko y Zielasko, 2012) en la Educación Superior, cuyos resultados permitirán diseñar e implementar un mPLE en un contexto real de aprendizaje en una universidad Latinoamericana.

## METODOLOGÍA

Este trabajo se apoya en la metodología propuesta por Kitchenham (2004) para realizar revisiones sistemáticas de literatura o SLR (*Systematic Literature Review*), así como en los aportes de Okoli y Schabram (2010), a partir de los cuales se siguió una serie de pasos, como se ilustra en la figura 1.

El desarrollo de cada uno de los pasos mencionados anteriormente permitió realizar la SLR de una manera sistémica. A continuación, se detalla el protocolo seguido, el cual puede ser reproducible en otros contextos.

Figura 1. Pasos para realizar una SLR (Okoli y Schabram, 2010)



## Protocolo de revisión

El protocolo, a través de la cual se condujo el proceso de revisión, parte con una definición de las preguntas de investigación, las estrategias de búsqueda y los criterios de inclusión y de evaluación de la calidad. A continuación, se describen cada uno de ellos:

### *Preguntas de investigación*

Para esta revisión de la literatura, se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

- a. ¿Cuáles son las principales investigaciones sobre PLE en instituciones de Educación Superior, donde exista la inclusión de dispositivos móviles?
- b. ¿Qué enfoque, técnico o pedagógico, tienen los PLE o mPLE en la Educación Superior?
- c. ¿Cuáles son las propuestas de arquitectura y/o diseño para la implementación de los PLE o mPLE en contextos universitarios?
- d. ¿Qué y cómo se evalúa la introducción de los PLE o mPLE en contextos universitarios?

## Estrategias de búsqueda

El proceso de búsqueda de información se realizó tanto de forma manual como electrónica. Así para el primer caso se recurrió a las bibliotecas de la Universidad de Salamanca y de la Universidad Pontificia de Salamanca (España). Para la búsqueda de la información de manera electrónica se accedió a una serie de sitios y recursos, los cuales se detallan en la tabla 1.

En vista de que la mayoría de sitios mencionados en la Tabla 1 publican sus contenidos en idioma inglés, se utilizaron los términos de búsqueda tanto en español como en inglés con sus respectivos acrónimos y combinaciones, entre los cuales se puede mencionar: entornos personales de aprendizaje, *personal learning environments*, PLE, entornos personales de aprendizaje móvil, *mobile personal learning environment*, mPLE combinados con los términos educación superior, educación universitaria, *higher education*, *university education*, respectivamente.

Estos términos de búsqueda fueron utilizados tanto en las secciones de títulos como en los resúmenes y en las palabras clave (*keywords*), y fueron complementados mediante intersecciones y uniones a través de los operadores AND y OR con el fin de seleccionar conjuntos de datos específicos.

## Criterios de inclusión y de evaluación de la calidad

Las diferentes búsquedas dieron como resultado un número considerable de recursos (1554 documentos, entre los años 2000 y 2016), de los cuales se eliminaron aquellos que no incluyeron todos los términos de búsqueda, los de términos homónimos de otras áreas de estudio y los repetidos. De esta forma se filtraron 640 recursos, sin embargo, no todos los documentos fueron un aporte directo para responder a las preguntas planteadas en esta revisión.

Tabla 1. Fuentes consultadas para la realización de la SLR

Fuente	Dirección Web
BD SCOPUS	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
Web Of Science	<a href="https://www.accesowok.fecyt.es/">https://www.accesowok.fecyt.es/</a>
Herramientas especializadas de Google	<a href="http://scholar.google.es/">http://scholar.google.es/</a> (Google Académico) <a href="http://books.google.es/">http://books.google.es/</a> (Google Libros)
Repositorios documentales, de tesis y de artículos de revistas	<a href="http://www.tesisenred.net/">http://www.tesisenred.net/</a> <a href="http://digital.csic.es/">http://digital.csic.es/</a> <a href="http://oatd.org/">http://oatd.org/</a> <a href="http://gredos.usal.es/jspui/">http://gredos.usal.es/jspui/</a>

Fuente	Dirección Web
Actas específicas de congresos	Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality ( <a href="http://teemconference.eu/">http://teemconference.eu/</a> ) Interaction Design in Educational Environments ( <a href="http://idee-workshop.org/">http://idee-workshop.org/</a> ) PLE Conference, en sus ediciones 2010 al 2015 IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), en sus ediciones 2011-2012-2013
Varias revistas especializadas	Journal of Educational Technology & Society ( <a href="http://www.ifets.info/">http://www.ifets.info/</a> ) Journal of Literacy and Technology ( <a href="http://www.literacyandtechnology.org/">http://www.literacyandtechnology.org/</a> ) Journal of Mobile and Blended Learning ( <a href="http://www.igi-global.com/journal/international-journal-mobile-blended-learning/1115">http://www.igi-global.com/journal/international-journal-mobile-blended-learning/1115</a> ) Journal of eLearning and Knowledge Society ( <a href="http://www.je-lks.it/">http://www.je-lks.it/</a> ) Journal of Virtual and Personal Learning Environments ( <a href="http://www.igi-global.com/journal/international-journal-virtual-personal-learning">http://www.igi-global.com/journal/international-journal-virtual-personal-learning</a> ) eLearning Papers ( <a href="http://www.openeducationeuropa.eu">http://www.openeducationeuropa.eu</a> ) Revista Iberoamericana de Educación ( <a href="http://www.rieoei.org/">http://www.rieoei.org/</a> ) Revista de Investigación Educativa ( <a href="http://revistas.um.es/rie/index">http://revistas.um.es/rie/index</a> ) Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento ( <a href="http://journals.uoc.edu/index.php/rusc/">http://journals.uoc.edu/index.php/rusc/</a> ) Revista Campus Virtuales ( <a href="http://www.revistacampusvirtuales.es/">http://www.revistacampusvirtuales.es/</a> )

*Elaboración propia*

En esta parte, fue necesario aplicar algunos criterios de inclusión tomando como referencia lo publicado por Buela-Casal (2003) y Conde-González (2012). Así, en esta parte se seleccionaron solo aquellas publicaciones que cumplieron los siguientes criterios:

- Que incluyan uno o más términos de búsqueda de acuerdo a los temas expuestos en las preguntas de investigación, con una estructura adecuada y que aporten alguna iniciativa de implementación PLE con tecnologías móviles.
- Que presenten conclusiones coherentes desde el punto de vista tecnológico, pedagógico o metodológico.
- Que sean revisiones críticas debidamente justificadas, de uno o más términos de búsqueda de acuerdo a los temas expuestos en las preguntas de investigación.

De esta forma, se filtraron 208 documentos, los cuales fueron posteriormente evaluados por tres investigadores utilizando una escala de 1 a 5 según los criterios de calidad mostrados en la tabla 2.

Tabla 2. Criterios para evaluar la calidad de las publicaciones

Puntuación	Criterio
1	Constituyen estudios bibliográficos descriptivos sin mayor profundidad.
2	Son aportes teóricos que proponen nuevos enfoques o tendencias.
3	Incluyen propuestas de diseño y/o implementación debidamente fundamentadas.
4	Presentan experiencias prácticas de implementación sobre contextos reales de aprendizaje.
5	A más de lo contemplado en el nivel 4 evalúan dichas implementaciones, presentando resultados claros y replicables.

*Elaboración propia*

Una vez puntuados los documentos por cada revisor, se procedió a calcular los promedios para, finalmente, seleccionar solamente aquellos que alcanzaron valores mayores o iguales a 3. Así, el nuevo registro estuvo conformado por 117 estudios a partir de los cuales se realizó el proceso de extracción de datos.

## **Procedimiento de extracción y síntesis de la información**

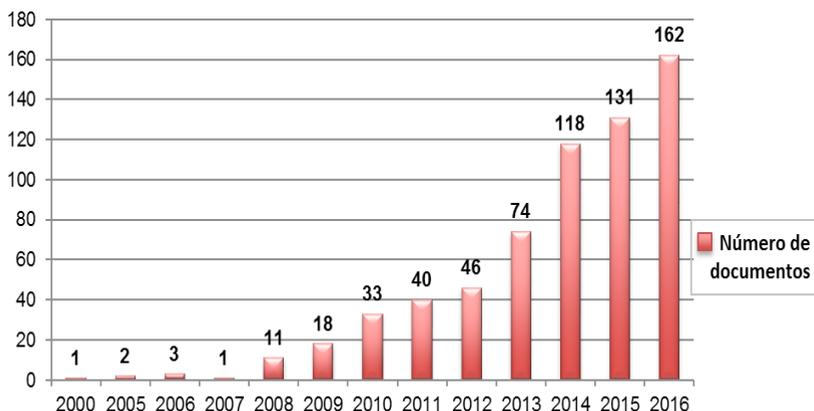
Luego de haber seleccionado únicamente los recursos considerados como idóneos para la elaboración de la revisión sistemática final, se procedió con la extracción de la información. Para esto se elaboró una matriz de extracción, diseñada en función de las preguntas de investigación y que incluyó para cada documento los siguientes datos: un código (número secuencial usado por el investigador para referenciar el recurso en la matriz de revisión), el título, los autores, el resumen, el año de publicación, el tipo de documento (artículo, comunicación, capítulo de libro, etc.), las palabras clave, los objetivos, la metodología, el diseño o propuesta (en caso de incluir, así como las tecnologías o herramientas usadas para su implementación), los resultados, las conclusiones, las observaciones y el análisis personal del investigador después de la lectura del documento.

A partir de esta información se procedió a realizar la síntesis, combinando la información extraída de cada documento con el fin de contar con una visión integral de los estudios, y analizar cómo estos dan su aporte para encontrar respuestas a las preguntas de investigación planteadas; comparándolos, contrastándolos y analizándolos de forma cualitativa (Okoli y Schabram, 2010).

## RESULTADOS

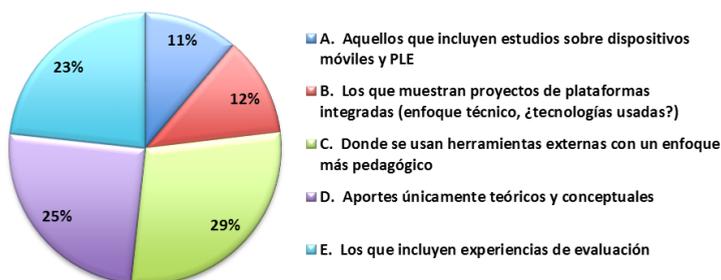
La distribución por años de los documentos inicialmente filtrados (640) se presenta en la figura 2, observándose un crecimiento ascendente a partir del 2008, siendo el año 2016 donde se ha publicado más, aproximadamente 14 veces más que en el 2008.

Figura 2. Publicaciones por años



Una distribución por categorías de acuerdo a las preguntas de investigación muestra que la mayor parte de estudios son aquellos donde se usan herramientas externas para implementar los PLE con una orientación más pedagógica y, en menor número, aparecen los trabajos que relacionan PLE con dispositivos móviles (figura 3).

Figura 3. Publicaciones por categorías específicas



A continuación, se describen de forma cualitativa los estudios seleccionados de acuerdo a las preguntas de investigación inicialmente planteadas.

**a. ¿Cuáles son las principales investigaciones sobre PLE en instituciones de Educación Superior, donde exista la inclusión de dispositivos móviles?**

Respecto a la primera pregunta, se observa que los móviles vistos como PLEs se presentan como herramientas de apoyo pedagógico tanto a nivel individual como grupal. Se incluyen estudios donde se aprovechan las características multimediales de los móviles para el aprendizaje de idiomas. En otro grupo de trabajos, se busca la integración de los móviles con las plataformas institucionales para encontrar un punto de intersección entre lo formal y lo informal (García-Peñalvo, Conde-González, Alier y Casany, 2011), a través del uso de *widgets* y herramientas de software libre. Otros proyectos son una evolución de proyectos PLE basados en el uso de ordenadores y que, para asegurar su accesibilidad desde contextos móviles, han tenido que ampliarse hacia nuevas versiones (Taraghi, 2012; García-Peñalvo, Conde-González y Moreno García, 2013).

Por último, se encuentran trabajos en fases iniciales de investigación, algunos en universidades latinoamericanas, lo cual indica que en estos contextos educativos el tema de PLE y dispositivos móviles es de reciente introducción. Las investigaciones de este grupo se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Investigaciones sobre PLE en instituciones de educación superior donde se incluyan estudios sobre dispositivos móviles

Descripción	Documentos
Como herramientas de uso pedagógico tanto a nivel individual como grupal.	(Chan, Corlett, Sharples, Ting y Westmancott, 2005), (Andone, Vasiu, Ternauciuc y Dragulescu, 2010), (Punjabi, Tung y Lin, 2013), (Giemza, Malzahn y Hoppe, 2013).
Específicas para determinadas áreas del conocimiento, presentadas como mPLE.	(Ogata et al., 2010), (Perifanou, 2011), (Thüs, Akbari y Schroeder, 2011), (Uosaki et al., 2011), (Attwell, Heinemann, Kamarainen, y Deitmer, 2013), (Li, Ogata, Hou, Uosaki y Mouri, 2013), (Aladjem y Nachmias, 2014), (Fok et al., 2014), (Greven, Chatti, Thüs y Schroeder, 2014), (Chatti, Thüs, Greven y Schroeder, 2015, 2016), (Gheorghiu y Ştefan, 2015), (Lopez, Zorrozua, Ruiz, Rodriguez-Artacho y Gil, 2016), (Humanante-Ramos, 2016).

Descripción	Documentos
Que buscan la integración de los entornos institucionales dentro del PLE y/o aquellas basadas en el uso de <i>widgets</i> .	(Taraghi, Ebner, Till y Mühlburger, 2009), (Alier-Forment, Casany-Guerrero y Piguillem-Poch, 2010), (Conde-González, García-Peñalvo y Alier-Forment, 2011), (Soumplis, Chatzidaki, Koulocheri y Xenos, 2011), (Casany et al., 2012), (Conde-González, García-Peñalvo, Alier y Piguillem, 2012), (Conde-González, García-Peñalvo, Alier y Piguillem, 2013), (Conde-González, García-Peñalvo, Alier-Forment, Casany-Guerrero y Piguillem-Poch, 2013), (García-Peñalvo y Conde-González, 2015).
Propuestas en fases iniciales de implementación.	(Barrios, Fernández, Godoy y Mariño, 2012), (Cataldi, Méndez, Dominighini y Lage, 2012), (Van y Moes, 2016).

*Elaboración propia*

## b. ¿Qué enfoque, técnico o pedagógico, tienen los PLE o mPLE en la Educación Superior?

Se puede observar que existen investigaciones que estudian la incorporación de los PLE o mPLE en la Educación Superior tanto desde el punto de vista técnico, como también desde el enfoque pedagógico.

Así, para el primer caso se encuentran los desarrollos de plataformas de software o sistemas informáticos que integran PLE con LMS. Estos trabajos resultan interesantes, ya que los LMS por si solos resultan limitados para soportar los nuevos enfoques educativos centrados en el estudiante pero que, al estar presentes en la mayoría de universidades, deberían ser integrados.

Desde el punto de vista técnico, las implementaciones a través de *widgets* es la forma común para estructurar los PLEs, siendo la capacidad de personalización y la facilidad de uso de estos nuevos entornos lo que marca sus diferencias. Se describen también *frameworks* de servicios para permitir la comunicación entre el contexto institucional (LMS, CMS) y el contexto personal (herramientas web 2.0, dispositivos móviles, etc.), adoptando arquitecturas orientadas a servicios (*Services Oriented Architecture - SOA*) (Casany, Alier, Conde-González y García-Peñalvo, 2009), así como tecnologías centradas en la nube (*cloudcomputing*) (Beloudane y Belalem, 2015).

En otros trabajos, se destaca la construcción de los PLEs a partir de las infraestructuras institucionales, como los PLEs potenciados institucionalmente (iPLE), el habilitador PLE institucional (iPLEe), el PLE híbrido institucional (HIPL), por mencionar algunos. Las investigaciones de este grupo se presentan en la tabla 4.

Sin embargo, los PLEs también pueden ser diseñados desde un enfoque pedagógico. En este tipo de innovaciones educativas, para la implementación del

PLE no se requiere el desarrollo de una nueva plataforma de software, sino que se aprovechan los recursos disponibles en la web.

Tabla 4. Estudios sobre PLEs en contextos universitarios con enfoque técnico

Descripción	Documentos
Implementan MashUp basado en <i>widgets</i> y otras relacionadas con el proyecto europeo ROLE hacia una facilitación del aprendizaje auto-regulado.	(Mödritscher y Wild, 2009), (Taraghi, Ebner y Schaffert, 2009), (Mödritscher, 2010), (Friedrich et al., 2011), (Ebner, Schön, Taraghi, Drachslar y Tsang, 2011), (Kravcik y Klamma, 2012), (Nussbaumer, Kravcik y Albert, 2012), (Auinger, Nedbal, Holzinger, Scerbakov y Ebner, 2013), (Hernandez-Rizzardini, Linares, Mikroyannidis y Schmitz, 2013), (Leone, 2013), (Nussbaumer et al., 2014).
<i>Frameworks</i> basados en arquitecturas orientadas a servicios o <i>frameworks</i> para desarrollar nuevas funcionalidades y/o para acceder a los LMS desde dispositivos móviles.	(Wild, Mödritscher y Sigurdarson, 2008), (Casany, Alier, Conde-González y García-Peñalvo, 2009), (García-Peñalvo, Conde-González, Alier y Casany, 2011), (Conde-González, 2012), (Conde-González, García-Peñalvo, Alier y Mayol, 2012), (Conde-González, García-Peñalvo, Rodríguez Conde y Alier-Forment, 2012), (Simões, Rodrigues y Costa, 2013), (Simões, Rodrigues y de la Torre, 2013), (Conde-González et al., 2014), (Conde-González, García-Peñalvo, Rodríguez Conde, Alier-Forment y García-Holgado, 2014), (Hung, Lam, Wong y Chan, 2015), (Joo, Kim y Kim, 2016).
Integrando la tecnología <i>Cloud Computing</i> .	(Simões, Rodrigues, Costa y Proenca, 2012), (Mikroyannidis et al., 2013), (Chen, Al-Bayatti y Siewe, 2016), (Wu y Chang, 2016).
Iniciativas de PLEs institucionales.	(Casquero, Portillo, Ovelar, Benito y Romo, 2010), (Casquero, Portillo, Ovelar, Romo y Benito, 2010), (Moccozet, Benkacem, Burgi, Platteaux y Gillet, 2012), (Casquero, 2013), (Morán-López, 2013), (Coll, Engel, Saz y Bustos, 2014), (Hermans, Kalz y Koper, 2014), (Moccozet, Benkacem, Platteaux y Foerster, 2014), (Moccozet y Tardy, 2014), (Saz, Engel y Coll, 2016), (Casquero, Ovelar, Romo, Benito y Alberdi, 2016).
Uso de portafolios digitales y su integración con LMS.	Oliveira y Moreira, 2010), (Salinas, Marín y Escandell, 2011), (Terkowsky, May, Haertel y Pleul, 2012), (García-Planas y Taberna-Torres, 2014), (Terkowsky, Haertel, Bielski y May, 2014).

*Elaboración propia*

Así, en los trabajos estudiados, por un lado, se promueve el uso de herramientas web 2.0 para actividades educativas que propicien la reflexión en el aprendizaje, aunque se observa el escaso control de las instituciones en estas nuevas formas de aprender.

En otros estudios, se busca mejorar los actuales MOOC (*Massive Open Online Course*) desde un enfoque conectivista (cMOOC) (Fidalgo-Blanco, Sein-Echaluce y García-Peñalvo, 2015; Adell y Castañeda, 2013), donde el proceso de adquisición del conocimiento si bien responde a un trabajo autónomo, motivado y autorregulado, pero que se nutre de la participación y colaboración en red. Las investigaciones de este grupo se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Estudios sobre PLEs en contextos universitarios con enfoque pedagógico

Descripción	Documentos
Uso de herramientas Web 2.0 diversas (redes sociales, blogs, microblogs, wikis, marcadores sociales, recomendadores y otras)	(Castañeda y Sánchez, 2009), (Castañeda y Soto, 2010), (Camacho y Guilana, 2011), (Arquero y Romero-Frias, 2012), (Martini y Cinque, 2012), (Tomberg, Laanpere, Ley y Normak, 2013), (Díaz-Redondo, Fernández-Vilas, Pazos-Arias y Gil-Solla, 2014), (Haworth, 2016), (Gutiérrez, Barriga, Ramírez-Corona, Lopez-Malo y Palou, 2016), (Prendes, Castañeda, Gutiérrez y Román, 2016)
Uso de determinadas herramientas hacia el aprendizaje autorregulado, personalizado y colaborativo	(Frydenberg, 2006), (Edirisingha, Salmon y Fothergill, 2007), (Peacock, Fellows y Eustace, 2007), (Elgort, Smith y Toland, 2008), (English y Duncan-Howell, 2008), (McLoughlin y Lee, 2010), (Marín-Juarros, Negre-Bennasar y Pérez-Garcias, 2014), (Matzat y Vrieling, 2016)
Experiencias MOOC, cMOOC apoyados en herramientas Web 2.0	(Kop y Foumier, 2013), (Saadatmand y Kumpulainen, 2013)

*Elaboración propia*

### c. ¿Cuáles son las propuestas de arquitectura y/o diseño para la implementación de los PLE o mPLE en contextos universitarios?

Varias propuestas de diseño y/o arquitectura se basan en el uso de servicios gestionados a través de un *framework* o de un entorno de servicios. En estas propuestas, el usuario accedería a la información a través de herramientas específicas o interfaces que garanticen el acceso desde varios contextos. Sin embargo, las grandes limitantes para universalizar este tipo de soluciones están relacionados con la diversidad de tecnología (*hardware*, sistemas operativos, aplicaciones, etc.) asociadas a los dispositivos que usan los estudiantes, como también por la variedad de plataformas institucionales existentes, ya que, en estas propuestas, la integración con los VLEs (*Virtual Learning Environments*) resulta fundamental.

Otras propuestas de diseño se basan en el uso de herramientas, servicios y recursos digitales, cuya selección depende de las funcionalidades que deben aportar

los PLE, es decir, la manera de acceder a contenidos, los procesos de reflexión y las formas de interacción con otros (Adell y Castañeda, 2010) deberían orientar la selección de tal o cual herramienta. Los aportes referenciados en este trabajo proporcionan importantes tendencias de uso de determinadas herramientas por los jóvenes universitarios.

Por otro lado, el aprendizaje auto-regulado, sensible al contexto y permanente, motiva el desarrollo de propuestas PLE, donde a corto plazo, se ve como una oportunidad el aprovechar los contextos derivados de las ciudades inteligentes (*smartcities*), especialmente, aquellos avances tecnológicos relacionados con la geolocalización (JooNagata, García-Bermejo Giner y Martínez Abad, 2016), la realidad aumentada (De la Torre Cantero, Martin-Dorta, Saorín Pérez, Carbonel Carrera y Contero González, 2013) y el etiquetado móvil, por mencionar algunos.

Las investigaciones de este grupo se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Propuestas de diseño y/o arquitectura para implementación de PLE o mPLE

Descripción	Documentos
Arquitecturas o modelos para el diseño de PLE	(Johnson, Hollins, Wilson y Liber, 2006), (Alharbi, Platt y Al-Bayatti, 2012), (Dabbagh y Kitsantas, 2012), (Castañeda y Adell, 2013), (Manso-Vazquez y Llamas-Nistal, 2013), (Humanante-Ramos, García-Peñalvo y Conde-González, 2016), (López, Builes y Puche, 2016)
Describen las funcionalidades del PLE	(Milligan et al., 2006), (Attwell, 2007), (Adell y Castañeda, 2010)
Nuevos escenarios para el desarrollo PLE	(Buchem y Pérez-Sanagustín, 2013), (Cabero-Almenara y Marín, 2013), (Marín, Lizana y Salinas, 2014)

*Elaboración propia*

#### **d. ¿Qué y cómo se evalúa la introducción de los PLE o mPLE en contextos universitarios?**

La mayoría de evaluaciones PLE y *mLearning* corresponden a diseños mixtos que integran el enfoque cuantitativo y cualitativo para el tratamiento de la información, siendo pocas las experiencias que evalúan estos escenarios educativos desde un único corte cuantitativo o cualitativo.

Por último, algunos trabajos analizados orientan sobre varios aspectos a tener en cuenta para medir la efectividad de las implementaciones PLE y *mLearning* en la educación universitaria. En este sentido, las principales variables que se estudian son: creatividad, nivel de innovación, reflexión, auto-regulación, autonomía, motivación, flexibilidad, movilidad, interacción, percepción de utilidad y facilidad de uso.

Un resumen de las principales investigaciones donde se incluyen experiencias de evaluación se detallan en la tabla 7.

Tabla 7. Experiencias de evaluación de PLE o mPLE

Descripción	Documentos
Evaluaciones de los PLE en contextos móviles	(Conde-González y García-Peñalvo, 2014), (García-Peñalvo y Conde-González, 2014)
Evaluaciones de implementaciones PLE y mLearning	(Santamaria, 2010), (Suki y Suki, 2011), (Cheon, Lee, Crooks y Song, 2012), (Kroop, 2013), (Rahimi, Van den Berg y Veen, 2013), (Almaiah y Jalil, 2014), (Alrasheedi y Capretz, 2015), (Wilkinson y Barter, 2015), (Wong, Wang, Ng y Kwan, 2015), (Briz Ponce, 2016)

*Elaboración propia*

Para facilitar el manejo de este documento, las referencias bibliográficas citadas en las tablas 3, 4, 5, 6 y 7 están accesibles online (<https://goo.gl/r5aZ99>).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El presente trabajo expone el estado de la cuestión sobre los Entornos Personales de Aprendizaje Móvil (mPLE) en la educación universitaria, para lo cual se desarrolló una revisión sistemática de la literatura a partir de investigaciones encontradas en diversas bases de datos científicas y repositorios documentales.

Así, de acuerdo a las preguntas de investigación planteadas para esta revisión, lo primero que interesaba conocer eran las principales investigaciones sobre PLE en instituciones de educación superior donde existiera la inclusión de dispositivos móviles. En este sentido, se encontraron varias evidencias científicas importantes. Sin embargo, las formas cómo se conciben, se diseñan y se implementan los PLE difieren unas de otras. Esto concuerda con las opiniones expresadas por algunos autores acerca de la diversidad de criterios existentes en la conceptualización del PLE (Johnson et al., 2006; Milligan et al., 2006; Adell y Castañeda, 2010; Ebner, Schön, Taraghi, Drachsler y Tsang, 2011; Castañeda y Adell, 2013).

Un dato importante a mencionar en esta parte es que la mayoría de trabajos corresponden a investigaciones realizadas en universidades europeas (aproximadamente el 72%) y el resto en universidades de América y Asia, lo que indica que el diseño e implementación de los mPLE en las universidades latinoamericanas son de reciente introducción, existiendo en estos contextos un gran potencial de implementación para este tipo de proyectos.

En cuanto al enfoque adoptado para implementar los PLE o mPLE en las universidades, se observó dos corrientes conceptuales en los trabajos revisados: una más técnica (Casquero, Portillo, Ovelar, Benito y Romo, 2010; Conde-González, 2012; Türker y Zingel, 2008; van Harmelen, 2006; Wilson et al., 2006) y otra pedagógica (Adell y Castañeda, 2010; Cabero-Almenara y Vázquez-Martínez, 2013). Dentro de la primera corriente, se describen las propuestas orientadas al

desarrollo de nuevas plataformas institucionales, desde donde los estudiantes diseñan sus PLE y aquellos proyectos que mejoran las infraestructuras existentes en las universidades, dotándoles de capacidades de personalización con el objetivo de superar los limitantes de los actuales LMS (Johnson et al., 2006; Ebner, Schön, Taraghil, Drachsler y Tsang, 2011; Dabbagh y Kitsantas, 2012; Conde-González, 2012; Tomberg et al., 2013). La mayoría de estas implementaciones se basan en el uso de *widgets* y *mashUps* de *widgets*, en arquitecturas orientadas a servicios y en tecnologías centradas en la nube (*cloud computing*).

En este sentido, se ve que muchas investigaciones persiguen la integración y la convivencia de las plataformas institucionales con los nuevos contextos de aprendizaje centrados en el estudiante que proponen los PLE, dotándoles además de movilidad y flexibilidad, al buscar el acceso y gestión de estos escenarios educativos desde los dispositivos móviles.

Desde una corriente pedagógica, donde el diseño del PLE no implica un nuevo desarrollo de plataformas, se observa que son los mismos estudiantes quienes seleccionan los recursos y herramientas (redes sociales, *blogs*, *microblogs*, *wikis*, marcadores sociales, recomendadores y otras de la Web 2.0) de acuerdo a sus preferencias y estilos de aprendizaje; propiciando así el desarrollo de su autonomía, autorreflexión y autocontrol. En estos escenarios, también se evidencia un limitado control de los procesos de aprendizaje por parte de las instituciones de educación superior, quienes dejan que los estudiantes gestionen libremente su aprendizaje a través de los PLE.

En este punto, resulta importante pensar en nuevos entornos tecnológicos, donde las universidades vuelvan a tener el control de estos procesos, a través de la integración de las herramientas y de los servicios externos que los estudiantes utilizan para aprender. A estos nuevos entornos institucionales la comunidad académica ha empezado a denominarles ecosistemas tecnológicos de aprendizaje (García-Holgado y García-Peñalvo, 2016), donde los estudiantes tienen acceso a los contenidos desde múltiples dispositivos y plataformas (Llorens-Largo, Molina, Compañ y Satorre, 2014).

Otro interrogante abordado a través de la presente SLR tuvo que ver con las propuestas de arquitectura y/o diseño para la implementación de los PLE o mPLE en contextos universitarios, donde se incluyen diversos modelos de diseño (*frameworks*, entornos de servicios, modelos, etc.); algunos todavía no implementados en contextos reales de aprendizaje, o que a su vez no han sido replicados en colectivos universitarios representativos. Esto abre nuevas posibilidades de experimentación en contextos educativos universitarios latinoamericanos, a partir de los diseños o modelos recopilados en esta SLR (Castañeda y Adell, 2013; Manso-Vazquez y Llamas-Nistal, 2013; Buchem y Pérez-Sanagustín, 2013; Marín, Lizana y Salinas, 2014); replicando buenas prácticas que permitan además realizar estudios comparados inter-universidades.

En cuanto al último interrogante sobre la evaluación de los proyectos PLE en universidades, la revisión sistemática mostró que la mayoría de trabajos académicos responden a diseños de investigación mixtos, lo que concuerda con el planteamiento de autores, como Hernández, Fernández y Baptista (2010), cuando afirman que, debido a la complejidad de los fenómenos y problemas que enfrentan las ciencias en la actualidad, como es el caso de la educación, no sería adecuado abordarla desde una sola posición, sea esta cuantitativa o cualitativa, sino desde un enfoque mixto de investigación.

Además, en los documentos analizados para este último interrogante, las variables estudiadas son diversas y, en su mayoría, están relacionadas con las percepciones y actitudes de los estudiantes hacia estos escenarios educativos, siendo escasamente estudiados los niveles de aprendizaje y el rendimiento académico. Esto, de igual forma, abre nuevas posibilidades de investigación al momento de evaluar este tipo de implementaciones tecnológicas que apoyan la personalización del aprendizaje y la movilidad.

Finalmente, se puede decir que la presente SLR recoge aspectos técnicos, metodológicos y de evaluación que la comunidad científica y académica ha generado, en la última década, sobre experiencias de implementaciones PLE y mPLE a nivel universitario, y que sería pertinente considerarlos para futuras implementaciones, tomando en cuenta que estos escenarios tecnológicos son de reciente adopción y, aunque se han encontrado resultados satisfactorios en los estudios revisados, se requiere más investigación para poder establecer generalizaciones replicables en otras instituciones de educación superior.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adell, J., y Castañeda, L. (2010). Los Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs): una nueva manera de entender el aprendizaje. En R. Roig Vila y M. Fiorucci (Ed.), *Claves para la investigación en innovación y calidad educativas. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Interculturalidad en las aulas* (19-30). Alcoy: Marfil – Rome TRE Università degli studi.
- Adell, J., y Castañeda, L. (2013). El ecosistema pedagógico de los PLEs. En L. Castañeda y J. Adell (Ed.), *Entornos Personales de Aprendizaje: Claves para el ecosistema educativo en red* (29-51). Alcoy: Marfil.
- Attwell, G. (2007). Personal Learning Environments - the future of eLearning? En *eLearning Papers*, 2(1), 1-8.
- Attwell, G., Cook, J., y Ravenscroft, A. (2009). Appropriating Technologies for Contextual Knowledge: Mobile Personal Learning Environments. En M. D. Lytras, P. O. de Pablos, E. Damiani, D. Avison, A. Naeve y D. G. Horner (Ed.), *Best Practices for the Knowledge Society. Knowledge, Learning, Development and Technology for All* (15-25). Heidelberg: Springer.
- Babo, R., y Azevedo, A. (2009). Learning management systems usage on higher education institutions. In *Proceedings of the 13th International Business Information Management Association*

- Conference, IBIMA 2009 (pp. 883-889). Marrakech, Marruecos.
- Bomhold, C. R. (2013). Educational use of smart phone technology: A survey of mobile phone application use by undergraduate university students. *Program*, 47(4), 424-436. doi: <http://doi.org/10.1108/PROG-01-2013-0003>
- Buchem, I., Attwell, G., y Torres, R. (2011). Understanding Personal Learning Environments: Literature review and synthesis through the Activity Theory lens. En *Proceedings of the PLE Conference 2011* (pp. 1-33). Southampton, Reino Unido.
- Buchem, I., y Pérez-Sanagustín, M. (2013). Personal Learning Environments in Smart Cities: Current Approaches and Future Scenarios. *eLearning Papers*, 35(1), 1-14.
- Buela-Casal, G. B. (2003). Evaluación de la calidad de los artículos y de las revistas científicas: Propuesta del factor de impacto ponderado y de un índice de calidad. *Psicothema*, 15(1), 23-35.
- Cabero-Almenara, J., y Vázquez-Martínez, A. I. (2013). Los Entornos Personales de Aprendizaje: uniendo lo formal, informal y no formal para la construcción de conocimiento. En M. Fonseca (Ed.), *Los entornos personales de aprendizaje. Visiones y retos para la formación*. (9-26). Caracas: Publicaciones Universidad Metropolitana.
- Casquero, O., Portillo, J., Ovelar, R., Benito, M., y Romo, J. (2010). iPLE Network: an integrated eLearning 2.0 architecture from a university's perspective. *Interactive Learning Environments*, 18(3), 293-308. doi: <http://doi.org/10.1080/10494820.2010.500553>
- Conde-González, M. Á. (2012). *Personalización del aprendizaje: Framework de servicios para la integración de aplicaciones online en los sistemas de gestión del aprendizaje* (Tesis doctoral). Universidad de Salamanca, Salamanca.
- Conde-González, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Alier, M., y Piguillem, J. (2012). How to Define and Apply Mobile Personal Learning Environments. In *Proceedings of the 1st International Workshop on Interaction Design in Educational Environments, IDEE 2012, in Conjunction with ICEIS 2012* (pp. 57-66). Wroclaw, Polonia.
- Dabbagh, N., y Kitsantas, A. (2012). Personal Learning Environments, social media, and self-regulated learning: A natural formula for connecting formal and informal learning. *The Internet and Higher Education*, 15(1), 3-8. doi: <http://doi.org/10.1016/j.iheduc.2011.06.002>
- Downes, S. (2010). New technology supporting informal learning. *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence*, 2(1), 27-33. doi: <http://doi.org/10.4304/jetwi.2.1.27-33>
- Ebner, M., Schön, S., Taraghil, B., Drachsler, H., y Tsang, P. (2011). First Steps towards an Integrated Personal Learning Environment at the University Level. En R. Kwan, C. McNaught, P. Tsang, F. L. Wang y K. C. Li (Ed.), *Enhancing Learning Through Technology: Education Unplugged: Mobile Technologies and Web 2.0*, 177 (22-36). Heidelberg: Springer.
- García-Holgado, A., y García-Peñalvo, F. J. (2016). Architectural pattern to improve the definition and implementation of eLearning ecosystems. *Science of Computer Programming*, 129, 20-34. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scico.2016.03.010>
- García-Peñalvo, F. J., Conde-González, M. Á., Alier, M., y Casany, M. J. (2011). Opening learning management systems to personal learning environments. *Journal of Universal Computer Science*, 17(9), 1222-1240. doi: <http://doi.org/10.3217/jucs-017-09-1222>
- García-Peñalvo, F. J., Conde-González, M. Á., y Moreno García, M. N. (2013).

- Implementación y aplicación de un entorno personalizado de aprendizaje móvil en el contexto de las asignaturas de Ingeniería del Software (Memoria No. ID12-0170). Salamanca: Universidad de Salamanca. Recuperado de <http://gredos.usal.es/jspui/handle/10366/122715>
- García-Peñalvo, F. J., y Seoane-Pardo, A. M. (2015). Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Décimo Aniversario. *Education in the Knowledge Society*, 16(1), 119-144. doi: <http://dx.doi.org/10.14201/eks201516119144>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico DF: McGrawHill.
- Humanante-Ramos, P. R., García-Peñalvo, F. J., y Conde-González, M. Á. (2015). Personal learning environments and online classrooms: An experience with university students. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 10(1), 26-32. doi: <http://doi.org/10.1109/RITA.2015.2391411>
- De la Torre Cantero, J., Martín-Dorta, N., Saorín Pérez, J. L., Carbonel Carrera, C., y Contero González, M. (2013). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *RED Revista de Educación a Distancia*, 37, 1-17. Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/37/DELATORREetAL.pdf>
- Ignatko, I., y Zielasko, D. (2012). *Mobile Personal Learning Environments*. RWTH Aachen University. Recuperado de <http://goo.gl/1jYXGe>
- International Telecommunications Union. (2016). *ICT Facts and Figures 2016*. Recuperado de <https://goo.gl/DuXJsy>
- Johnson, M., Hollins, P., Wilson, S., y Liber, O. (2006). Towards a reference model for the personal learning environment. En *23rd Annual Conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education* (pp. 385-389). Sydney, Australia.
- Joo Nagata, J., García-Bermejo Giner, J. R., y Martínez Abad, F. (2016). Virtual Heritage of the Territory: Design and Implementation of Educational Resources in Augmented Reality and Mobile Pedestrian Navigation. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*, 11(1), 41-46. <http://doi.org/10.1109/RITA.2016.2518460>
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews* (Keele University Technical Report TR/SE-0401). Recuperado de <http://goo.gl/Qt9r7S>
- Llorens-Largo, F., Molina, R., Compañ, P., y Satorre, R. (2014). Technological Ecosystem for Open Education. En R. Neves-Silva, G. A. Tsihrintzis, V. Uskov, R.J. Howlett y L. C. Jain (Ed.), *Smart Digital Futures 2014*, 262, (706-715). IOS Press.
- Manso Vazquez, M., y Llamas-Nistal, M. (2013). Distributed Personal Learning Environments Towards a suitable architecture. En *2013 Ieee Global Engineering Education Conference (educon)* (pp. 664-673).
- Marín, V., Lizana, A., y Salinas, J. (2014). Cultivando el PLE: una estrategia para la integración de aprendizajes en la universidad. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, Monográfico Nuevos Escenarios de Aprendizaje*, 47, 1-12.
- Okoli, C., y Schabram, K. (2010). *A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research* (SSRN Scholarly Paper No. ID 1954824). Rochester, Estados Unidos: Social Science Research Network.
- Taraghi, B. (2012). Ubiquitous personal learning environment (UPL). *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 7(2), 7-14. doi: <http://doi.org/10.3991/ijet.v7i2.2322>

- Tomberg, V., Laanpere, M., Ley, T., y Normak, P. (2013). Sustaining Teacher Control in a Blog-Based Personal Learning Environment. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 14(3), 109-133.
- Türker, M. A., y Zingel, S. (2008). Formative Interfaces for Scaffolding Self-Regulated Learning in PLEs. *eLearning Papers*, 9, 1-15. Recuperado de <http://goo.gl/vWyJ5k>
- van Harmelen, M. (2006). Personal Learning Environments. En *Proceedings of the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06)*. Kerkrade, Países Bajos. Recuperado de <https://goo.gl/eD4voC>
- Wilson, S., Liber, O., Johnson, M., Beauvoir, P., Sharples, P., y Milligan, C. (2006). Personal Learning Environments: Challenging the dominant design of educational systems. *Journal of e-Learning and Knowledge Society - English Version*, 3(2), 27-38.

## PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

**Patricio Humanante-Ramos.** Ingeniero en Sistemas, por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador) y Doctor por la Universidad de Salamanca (España). Trabaja como profesor de la Universidad Nacional de Chimborazo (Ecuador), donde también es Director del Grupo de Investigación Umayuk. Sus principales intereses de investigación están relacionados con el *eLearning*, el *mLearning*, los PLE y el desarrollo de software educativo; líneas de investigación donde ha publicado artículos de revistas y conferencias tanto nacionales como internacionales.

E-mail: [phumanante@unach.edu.ec](mailto:phumanante@unach.edu.ec)

### DIRECCIÓN DEL AUTOR

Grupo de Investigación Umayuk,  
Facultad de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías  
Universidad Nacional de Chimborazo  
Avda. Eloy Alfaro s/n y 10 de Agosto. Campus “La Dolorosa”  
Riobamba (Ecuador)

**Francisco José García-Peñalvo.** Ingeniero en Informática y Doctor por la Universidad de Salamanca (España), institución donde se desempeña como profesor y director del Grupo Grial. Ha dirigido y participado en más de 50 proyectos de innovación e investigación. Ha publicado más de 200 artículos en revistas y conferencias internacionales y ha sido editor invitado en varios números especiales. Además es editor en jefe de las revistas *Education in the Knowledge Society* y *Journal of Information Technology Research*.

E-mail: [fgarcia@usal.es](mailto:fgarcia@usal.es)

## DIRECCIÓN DEL AUTOR

Instituto de Ciencias de la Educación (IUCE), Grupo de Investigación GRIAL  
Universidad de Salamanca  
Paseo de Canalejas 169, 37008  
Salamanca (España)

**Miguel Conde-González**, ingeniero en Informática y Doctor por la Universidad de Salamanca (España). Ha sido profesor asociado e investigador del Grupo GRIAL de la USAL. Actualmente trabaja como profesor Ayudante Doctor en la Universidad de León (España). Su tesis e investigación se centra en cómo fusionar y explotar experiencias de aprendizaje formales, informales y no-formales. Ha publicado más de 100 artículos relacionados con el eLearning entre libros, capítulos de libro, revistas y conferencias tanto nacionales como internacionales.

E-mail: [miguel.conde@unileon.es](mailto:miguel.conde@unileon.es)

## DIRECCIÓN DEL AUTOR

Departamento de Ingenierías Mecánica, Informática y Aeroespacial  
Universidad de León  
Campus de Vegazana S/N  
León (España)

**Fecha de recepción del artículo:** 13/12/2016

**Fecha de aceptación del artículo:** 26/01/2017

## Como citar este artículo:

Humanante-Ramos, P., García-Peñalvo, F., y Conde-González, M. (2017). Entornos personales de aprendizaje móvil: una revisión sistemática de la literatura. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp. 73-92. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17692>

# **Realidad Aumentada y Navegación Peatonal Móvil con contenidos Patrimoniales: Percepción del aprendizaje**

## **Augmented Reality and Mobile Pedestrian Navigation with Heritage thematic contents: Perception of learning**

Jorge Joo Nagata

*Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, UMCE (Chile)*

Fernando Martínez Abad

José Rafael García-Bermejo Giner

*Universidad de Salamanca, USAL (España)*

### **Resumen**

Mediantela creación de una aplicación móvil de aprendizajes sobre elementos del patrimonio, relacionada con la implementación de recursos como son la Realidad Aumentada (RA) y la Navegación Peatonal Móvil (NPM), se han desarrollado procesos de formación en contextos de movilidad, enlazados con la información territorial sobre el patrimonio histórico y cultural correspondientes a las ciudades de Salamanca (España) y Santiago (Chile). El desarrollo del software se enfoca en dos grandes ámbitos: el primero es la determinación de los escenarios territoriales, generando una base de datos que pueda ser utilizada en contextos móviles; el segundo está enfocado en el diseño y el desarrollo de la aplicación RA-NPM, definiendo su arquitectura, funcionalidad, interfaz e implementación. Los resultados son la construcción de un software flexible en un ambiente móvil que permite la presentación de contenidos sobre el patrimonio histórico de las ciudades seleccionadas. De manera complementaria, se realiza la determinación de la efectividad de la aplicación dentro de un contexto de aprendizaje situado y móvil. Desde la percepción de los estudiantes, se evalúa la aplicación móvil y los aprendizajes desarrollados, mediante un instrumento (cuestionario), consultando dimensiones como son el hardware, el software y los contenidos patrimoniales como partes del proceso educativo en un contexto móvil y situado. Los resultados establecen que existe una positiva evaluación en torno a las herramientas y las experiencias implementadas, permitiendo generar nuevas metodologías de aprendizaje mediadas en contextos móviles.

*Palabras clave:* tecnologías de la información y de la comunicación; sistemas multimedia; uso didáctico del ordenador; percepción; evaluación.

## Abstract

By creating a mobile learning app about heritage elements, related to the implementation of resources such as Augmented Reality (AR) and Mobile Pedestrian Navigation (MPN), some training processes have been developed in mobility contexts, linked to the territorial information on the historical and cultural patrimony corresponding to the cities of Salamanca (Spain) and Santiago (Chile). The software development focuses on two major areas: the first is the determination of the territorial scenarios, generating a database that can be used in mobile contexts; the second is focused on the design and the development of the AR-MPN application, defining its architecture, functionality, interface and implementation. The results are the construction of flexible software in a mobile environment that allows the presentation of contents on the historical heritage of the selected cities. In a complementary way, the determination of the effectiveness of the application is carried out within a context of situated and mobile learning. From the students' perception, both the mobile application and the developed learning are evaluated, using an instrument (questionnaire), consulting dimensions such as the hardware, the software and the patrimonial contents as part of the educational process in a mobile and localized context. The results establish that there is a positive evaluation around the tools and the implemented experiences, allowing the generation of new learning methodologies mediated in mobile contexts.

*Keywords:* information and communication technologies; multimedia system; didactic use of computers; perception; evaluation.

La implementación de herramientas en el ámbito digital como la Realidad Aumentada (RA) llevan desarrollándose en los últimos 25 años (Azuma et al., 2001), fuertemente complementadas con el aumento exponencial de las capacidades de hardware, tanto en dispositivos estacionarios como en los móviles (Joo Nagata, García-Bermejo Giner y Martínez Abad, 2016a). Es, en este último caso, donde se aprecian importantes nuevas funcionalidades, permitiendo un mayor número de actividades relacionadas con la generación de contenidos para RA. Lo anterior se ha visto incrementado con la aplicación de este tipo de tecnología en diversos campos del saber, de los cuales destacan la Educación y el Patrimonio Territorial, en donde se han desarrollado importantes contenidos, generando una nueva forma de presentar y difundir temáticas presentes en el espacio desde un contexto eminentemente situado. Otra de las tecnologías, que se ha visto fortalecida por los avances en la portabilidad que otorgan los dispositivos móviles, ha sido la Navegación Peatonal Móvil (NPM) y la cartografía móvil, permitiendo la visualización de diversos contenidos sobre el territorio, en diferentes temáticas, y con claras consecuencias para los usuarios (Amirian y Basiri, 2016). Por otro lado, el contexto de movilidad y portabilidad en los procesos educativos ha presentado un aumento importante en los últimos tiempos, tanto en escenarios formales como informales (Sánchez Prieto, Olmos Migueláñez y García Peñalvo, 2016). De manera particular, la RA y la NPM se han visto favorecidas con el aumento de la potencialidad de los dispositivos móviles, con claras consecuencias, de manera general, para los procesos sociales y, de manera

particular, en los procesos educativos (Ally y Tsinakos, 2014; Briz-Ponce y Juanes Méndez, 2015). Es en este último escenario en donde se aprecian importantes nuevos recursos, funcionalidades y actividades, lo que ha permitido la incorporación en los procesos educativos, en donde no solo los contenidos son enseñados, sino que también existe el aprendizaje de otras destrezas, relacionadas con la comprensión de la tecnología y el medio en que se desenvuelven los estudiantes (Huang, Schmidt y Gartner, 2012). Un ejemplo de lo anterior corresponde a la implementación de este tipo de tecnología en áreas educativas particulares –como es el patrimonio territorial–, en donde se desarrollan importantes recursos digitales con el fin de mostrar y difundir temáticas presentes en el espacio desde un contexto situado (Hammady, Ma y Temple, 2016). De forma complementaria, las tecnologías se enmarcan en dimensiones mayores como son el Aprendizaje Electrónico (*e-learning*) y el Aprendizaje Móvil (*m-learning*). El *m-learning* se encuentra directamente relacionado con el *e-learning*, pasando a ser una tipología independiente, en donde los procesos de enseñanza y aprendizaje tienen un contexto electrónico-tecnológico, de dinamismo o desplazamiento y de portabilidad que ofrecen ciertos dispositivos con un alto rendimiento en procesamiento y almacenamiento de información digital. De esta manera, el *m-learning* sería una evolución natural del *e-learning*, permitiendo a los estudiantes y usuarios tener un proceso de aprendizaje mediante la tecnología móvil, siendo una primera etapa constitutiva de lo que se entiende como *u-learning* (Conde, Muñoz y García, 2008).

Este trabajo tiene como objetivo la determinación de la percepción de los estudiantes sobre los procesos educativos ligados a la NPM y la RA, enmarcados dentro de la presentación de información territorial sobre el patrimonio histórico y cultural, tanto en contextos *e-learning* como de *m-learning*. La investigación se desarrolla en el contexto de la implementación de NPM-RA para el área educativa, la que podría tener resultados sobre los procesos de aprendizaje y sus diferentes niveles, más allá de la evaluación de los contenidos.

## OBJETIVOS

Los objetivos se plantean desde el área tecnológica, su implementación y la evaluación educativa en torno a la percepción de los estudiantes/usuarios. En una primera parte, se realiza la determinación de los requisitos referidos a los contenidos territoriales y patrimoniales, estableciendo los escenarios territoriales y los contenidos a desplegar en la aplicación, teniendo como punto de inicio el análisis espacial y la implementación digital de los datos. En una segunda etapa, se analizarán las herramientas que se utilizan en los contextos de desarrollo de Navegación Peatonal Móvil–Realidad Aumentada (NPM-RA), con el fin de tener un diagnóstico de las implementaciones existentes, sus fortalezas y debilidades. Desde el ámbito educativo, los objetivos se plantean desde el área de la implementación tecnológica, evaluando el proceso de la percepción del aprendizaje de las herramientas utilizadas

en contextos *m-learning* y *e-learning*. De esta manera, se estudian las percepciones que tienen los estudiantes de la aplicación NPM-RA en el contexto de *m-learning/e-learning*, a través de un ejemplo concreto sobre el territorio y el patrimonio. Las percepciones se evalúan a través de un instrumento que mide la percepción de los participantes en torno al proceso de aprendizaje, y contrastando los resultados desde las dimensiones consultadas, las actividades realizadas y los recursos utilizados y traduciéndose en la comparación mediante implementaciones entre países (Chile y España) y estructuras tecnológicas educativas (*e-learning* y *m-learning*). Así, se propone como objetivo general del trabajo establecer si existen diferencias significativas entre las nacionalidades de los participantes o el recurso utilizado, y los resultados en la apreciación de las actividades realizadas (tratamiento).

## CONTEXTO TEÓRICO

El contexto teórico, que delimita el ámbito tecnológico propuesto, se encuentra definido por las capacidades en NPM y RA de los dispositivos móviles, y su posibilidad para lograr adecuados procesos de formación relacionados con el ámbito territorial sobre el patrimonio histórico y cultural. La correcta representación territorial y sus contenidos es requisito fundamental en el desarrollo de la interfaz de usuario y también en el despliegue de los datos en un contexto de NPM-RA (Joo Nagata, 2013). Los hallazgos tienen un impacto significativo en los diseños finales de la aplicación y su estructura para el aprendizaje sobre patrimonio. Por otra parte, desde la presentación de los contenidos temáticos de los datos patrimoniales obtenidos, la aplicación se encuentra contextualizada dentro del modelo conocido como *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)* (Edwards y Nuttall, 2015; Mishra y Koehler, 2006; Shulman, 1986) en donde se identifica los tipos de conocimientos que se necesita dominar para incorporar de manera adecuada las tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Complementariamente se encuentra el modelo de *Objetos de Aprendizaje –OA–* (Hori et al., 2016; IEEE Learning Technologies Standards Committee, 2005; Kurilovas, Kubilinskiene y Dagiene, 2014), el cual se define como cualquier entidad digital o no digital que es utilizada para los procesos de enseñanza-aprendizaje. Estos modelos sitúan los contenidos territoriales propuestos en los escenarios reales con la temática patrimonial existente e implementándolos en la aplicación desarrollada con fines educativos.

El desarrollo de la aplicación RA-NPM fue establecido siguiendo el “ciclo de vida del desarrollo de software” (Elliott, 2004; Montilva, Arapa y Colmenares, 2003), utilizando la variante conocida como Modelo de Cascada, en la cual se estructura la aplicación informática en una serie de fases que se implementan de manera secuencial (Joyanes Aguilar, 2008; Whitten y Bentley, 2007), y que permiten cumplir con los objetivos planteados desde la dimensión informática de la investigación. La complejidad de esta etapa se encuentra enmarcada por el contexto en que se

producen los sistemas de información existentes, lo cual permite una adaptabilidad e interoperabilidad de la estructura de datos que se quiere utilizar, genera eficiencia que permite el adecuado manejo de los recursos y facilita su posterior mantenimiento.

## Realidad Aumentada en contextos móviles

La RA como tecnología de visualización de datos lleva más de 25 años de desarrollo (Azuma et al., 2001; Joo Nagata, García-Bermejo Giner y Martínez Abad, 2016b), permite la fusión de información de elementos del mundo físico-real, con representaciones virtuales y digitales en una única interfaz (figura 1).

Figura 1. Modelo de RA del Palacio de la Moneda en Santiago de Chile



Una de las variantes de la RA es su posibilidad de portabilidad con los dispositivos móviles, lo que otorga un contexto de movilidad, que permite la lectura y creación de actividades ubicuas, sin las limitaciones espaciales de los equipamientos y los lugares fijos, ni la necesidad de entornos cuidadosamente acondicionados para su correcto funcionamiento, en donde la localización espacial (figura 2) toma importancia en la lectura de los datos (Aurelia, Raj y Saleh, 2014; Aydin, Gensel, Genoud, Calabretto y Tellez, 2013; Jamali, Shiratuddin y Wong, 2014).

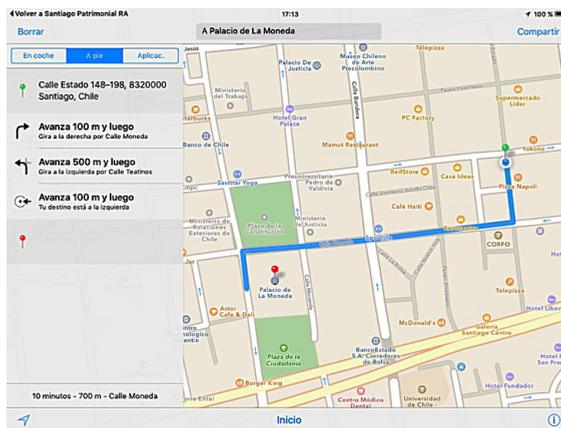
Figura 2. RA móvil presentando datos espaciales



## Sistema de Navegación Peatonal Móvil (NPM)

La NPM es un sistema de navegación en un contexto de portabilidad móvil, en donde la información territorial es proporcionada por un dispositivo móvil conectado a los datos digitales y la situación de ubicación del usuario (Chou y ChanLin, 2012; Joo Nagata, García-Bermejo Giner y Muñoz Rodríguez, 2015; Pei, Cai y Shi, 2013). Estos sistemas se implementan mediante un *framework* complementario que se ejecuta en el dispositivo móvil (figura 3), y que permite la lectura de los datos digitales y de navegación (GNSS).

Figura 3. Modelo de navegación en tableta



Utilizando los sensores propios de la tableta y complementando con las capacidades multimedia del aparato, es posible iniciar un proceso de navegación, visualizando información de los lugares de interés. De esta manera, es posible la adquisición de tres niveles espaciales de conocimiento: referencia del medio, secuencia territorial del saber mediante rutas, y sondeo contextual del conocimiento en un marco espacial general (Huang et al., 2012; Pei et al., 2013; Siegel y White, 1975).

## METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la investigación se han propuesto 2 ámbitos metodológicos, los que abarcan desde la arquitectura y el desarrollo del software respectivo, la evaluación de la percepción de la aplicación en contextos educativos, la recopilación de datos y el análisis cuantitativo del proceso educativo planteado en el marco *m-learning/e-learning*. También se tienen en consideración los aspectos referidos a la consulta de fuentes secundarias y de antecedentes teóricos que permitan el logro de los objetivos y que enmarcan el desarrollo de la investigación, entendida como una actividad científica con claros lineamientos formales.

### a. Diseño de la herramienta informática *m-learning* educativa

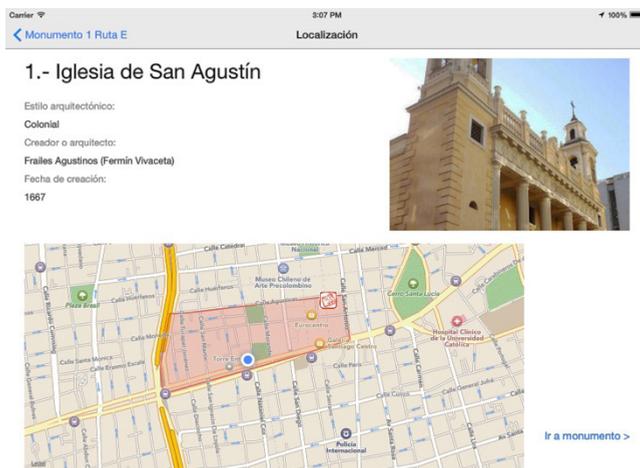
En términos generales, el objetivo de esta etapa es determinar el tipo de herramienta informática a desarrollar, que, en un contexto de movilidad, permita la presentación de contenidos patrimoniales y territoriales con el fin de establecer su potencialidad como herramienta didáctica en procesos educativos situados, propios de las actividades que se generan en trabajos de campo. Dicha etapa se encuentra dividida en seis fases de desarrollo e implementación: selección de requisitos para el desarrollo de la aplicación, análisis de requisitos o especificación de requisitos de software, diseño de software, implementación, verificación y mantenimiento.

#### 1. Selección de requisitos para el desarrollo de la aplicación

En esta fase se tienen en consideración dos etapas: La primera, con los datos de entrada de la aplicación móvil, correspondiente a la información patrimonial, espacial y educativa de los inmuebles y zonas territoriales. Esto incluye su definición informática (valores válidos, tipo de estructura de datos, forma de almacenamiento e interoperabilidad) y la información adicional (modelos de RA, imágenes, textos, datos). La segunda etapa con los datos de salida: para la visualización de la información mediante una interfaz de usuario gráfica desarrollada para un contexto móvil y situado, adaptando los contenidos entregados a los diferentes escenarios patrimoniales que se quieren utilizar (figura 4). De manera paralela, utilizando los

sensores propios del dispositivo móvil, es posible obtener información sobre el uso y la situación temporal-espacial de los recursos multimedia presentados, permitiendo su posterior relación con el contexto educativo.

Figura 4. Interfaz gráfica del usuario en un contexto móvil



## 2. Análisis de requisitos o especificación de requisitos de software

En esta etapa se procedió a la especificación particular de los requisitos de software, haciendo un análisis de las opciones que existen en la actualidad en materia de RA y mapas (navegación). Para ambos tipos de herramientas existen un conjunto de utilidades, características para el despliegue de la información, que se adaptan a ecosistemas informáticos particulares. Es así que, dentro de este análisis, se tuvieron en cuenta diferentes aspectos de los SDK sobre RA y mapas, particularmente dentro de un contexto iOS con el fin de obtener las herramientas adecuadas para el desarrollo e implementación de la aplicación propuesta.

## 3. Diseño del software

En esta etapa se utilizó el entorno de desarrollo integrado (IDE) Xcode a través de los lenguajes *Objective-C* y *Swift*, complementado con la implementación de los *frameworks* respectivos para la generación del *software* en un ambiente móvil iOS (Allan, 2012; Hillegass y Conway, 2013; Hollemans, 2015; Mathias y Gallagher, 2015), y los *frameworks* específicos utilizados para la elaboración de la aplicación (tabla 1).

Tabla 1. Frameworks para la implementación de la aplicación RA-NPM

Nombre	Descripción	Implementación
<i>UIKit</i>	Colección de clases orientada al despliegue de la interfaz gráfica de usuario que se utiliza en iOS.	Escenas, tablas, transiciones y bibliotecas de objetos en general.
<i>MapKit</i>	Entrega una interface para la incorporación de mapas directamente en la aplicación.	Mapas incrustados, puntos de interés y superposición de las regiones de interés.
<i>CoreLocation</i>	Determina la localización del dispositivo, utilizando los elementos de hardware incorporados.	Localización y rumbo de actividad.
<i>Metaio SDK</i>	Despliegue de elementos de RA.	Escenas de RA con los modelos de los edificios patrimoniales.

La aplicación se basa en una arquitectura que está orientada a la encapsulación y la herencia del código, determinando las fortalezas y oportunidades en un ambiente altamente dinámico y cambiante (Cox y Novobilski, 1993).

#### 4. Implementación

En la implementación de la aplicación, los lenguajes utilizados fueron *Objective-C* y *Swift 2.2*. En un comienzo, el desarrollo de la aplicación *Objective-C* se planteaba como la *lingua franca* de desarrollo que Apple implementó para todos sus dispositivos y las bibliotecas de *Cocoa* y *Cocoa Touch* se encuentran ampliamente desarrolladas en dicho lenguaje, facilitando su depuración e implementación en el desarrollo del código (Hillegass, 2011; Hillegass y Conway, 2013; Mathias y Gallagher, 2015). De la misma manera, su compatibilidad con bibliotecas y estructuras del lenguaje C hacen que el desarrollo sea expedito y claro. La aparición de Swift marca un importante hito para el desarrollo de Apple, ya que la compañía ha implementado un lenguaje seguro con el desarrollo de elementos definidos y la eliminación de código inseguro; flexible en el contexto de la programación multi-paradigma (Orientado a Objetos, funcional, imperativo y estructurado en bloques), dinámico y extensible que puede coexistir e interoperar con elementos de *Objective-C*. (Apple Inc., 2016; Hollemans, 2015).

#### 5. Verificación

Las etapas de prueba fueron ejecutadas de manera paralela durante el desarrollo del *software*, comprobando cada estructura por separado (interfaz en iOS, mapas-navegación, RA e información patrimonial) y, posteriormente, en su conjunto con el

desarrollo preliminar de una beta de prueba. Con esta versión de la aplicación y con el fin de alcanzar los objetivos propuestos en el ámbito empírico de la investigación con el trabajo de campo, se procedió a realizar las pruebas respectivas, teniendo énfasis en tres aspectos particulares: En lo referido al acceso a datos de Internet (conectividad); Verificación de los niveles de precisión de las tabletas y corrección de errores derivados de la visualización de datos.

## 6. *Mantenimiento*

Para el caso de esta aplicación, el mantenimiento se encontrará referido a dos importantes secciones: mantenimiento programado y las acciones debidas a errores imprevistos.

### **b. Implementación, desarrollo y evaluación educativa de las herramientas**

Una segunda fase correspondió a la evaluación educativa de la herramienta generada en la etapa anterior, teniendo en cuenta las siguientes características:

#### 1. *Delimitación de los contextos territoriales mediante el patrimonio*

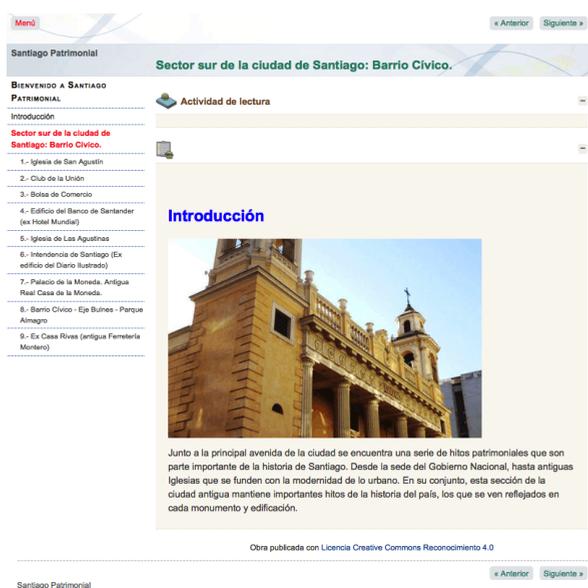
Desde el contexto territorial y patrimonial, se utilizó información secundaria proveniente de bases de datos espaciales georreferenciadas oficiales para las ciudades de Santiago de Chile y Salamanca, España (Consejo de Monumentos Nacionales de Chile, 2015; Junta de Castilla y León, 2010). Debido a la gran cantidad de datos existentes para cada área de estudio, se realizó una selección de los inmuebles y lugares para el desarrollo del contexto temático patrimonial de las implementaciones educativas y tecnológicas. Se ha recopilado y desarrollado información territorial, empleando una ficha evaluada por 11 especialistas de diversas áreas, especializaciones y contextos relacionados con la temática a utilizar: profesores, historiadores, antropólogos, geógrafos y arquitectos. Todos ellos hicieron posible una correcta definición contextual del instrumento de recopilación de datos para su posterior implementación educativa e informática.

#### 2. *Implementación informática de las actividades educativas*

En esta etapa, se determinó el tipo de herramienta informática a utilizar, tanto en un contexto de movilidad, como en escenarios tradicionales, los cuales deben permitir la presentación de contenidos patrimoniales y territoriales. Para la experiencia de *e-learning* se utilizó el programa *eXeLearning 2.0.4* que permite la

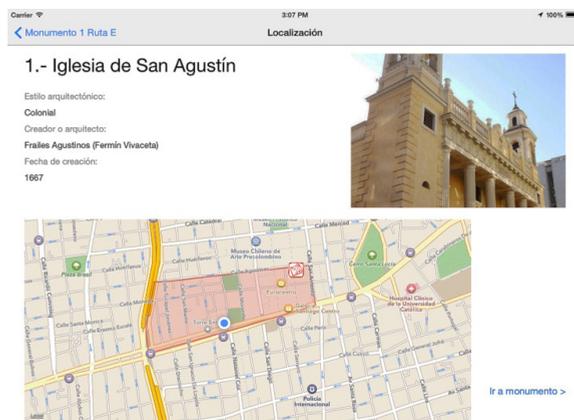
creación y publicación de contenidos educativos en un formato HTML (figura 5). Para el caso de la NPM en el contexto de ordenadores de escritorio (PC Desktop), fueron utilizados los *softwares Google Maps* para los mapas y *CloudsCities* para modelos digitales de terreno. Para los elementos de RA, se utilizaron modelos realizados para el *software Junaio*, pero con la utilización de webcam en un entorno de PC de escritorio.

Figura 5. eXeLearning implementado para la experiencia educativa en e-learning



Para el grupo de *m-learning*, se desarrolló la aplicación RA-NPM en un ecosistema portable y móvil (tabletas *iPad*), complementando con la implementación de los *frameworks* respectivos: *Apple Maps* para el sistema de visualización espacial y georreferenciación –*Mapkit* y *Location Manager*– y *Junaio* para el despliegue de los recursos de RA (Mathias y Gallagher, 2015), soportando en el sistema operativo iOS (figura 6).

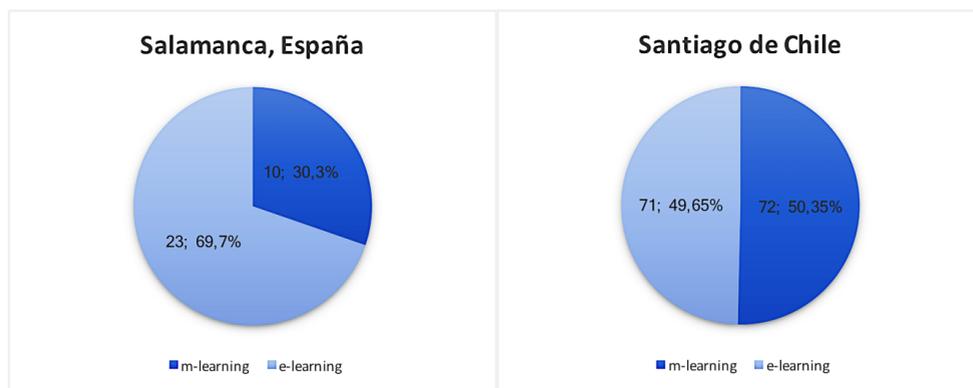
Figura 6. Interfaz gráfica del usuario en un contexto móvil



### 3. Población y muestra

La muestra utilizada para la investigación está compuesta por 176 sujetos de los cuales 82 participaron en el trabajo de campo (*m-learning*) y 94 en el trabajo de aula (*e-learning*). Los estudiantes pertenecen a centros educativos de la ciudad de Santiago de Chile ( $n = 143$ ) y Salamanca, España ( $n = 33$ ). La muestra se divide en participantes en la actividad *m-learning* o tratamiento ( $n = 82$ ) y estudiantes de las actividades de control o *e-learning* ( $n = 94$ ) para ambos países (figura 7).

Figura 7. Distribución de la muestra por país y tratamiento



#### 4. Instrumento de evaluación

Para medir la percepción en torno a estas actividades, se realizó un análisis y valoración de la satisfacción de los alumnos mediante un cuestionario aplicado, una vez finalizada la experiencia educativa. Dicho instrumento correspondió a una encuesta de satisfacción validada y utilizada en otras investigaciones (Favier y van der Schee, 2012) acerca del ejercicio realizado en un contexto TIC, los materiales utilizados, los contenidos propuestos y su respectiva implementación (tabla 2).

Tabla 2. Instrumento de evaluación utilizado

Pregunta	Dimensión
1. No me encuentro cómodo(a) usando la aplicación.	Aplicación – Implementación
2. La aplicación me entrega confianza en el uso de las tabletas (o PC).	Hardware
3. Es fácil navegar dentro de la aplicación utilizada	Aplicación – Implementación
4. La información desplegada en la aplicación no siempre es precisa.	Aplicación – Contenidos
5. La aplicación me ha dado una positiva impresión de los contenidos sobre patrimonio.	Aplicación – Contenidos
6. La aplicación me ha entregado información importante para mi aprendizaje.	Aplicación – Contenidos – Implementación
7. El diseño gráfico de la aplicación no es visualmente atractivo.	Aplicación – Implementación
8. Es difícil utilizar la aplicación.	Aplicación – Implementación
9. Me fue entregada información suficiente para el uso de la aplicación.	Aplicación – Implementación
10. Me gusta la información que despliega la aplicación.	Aplicación – Contenidos

Los tipos de preguntas planteadas tienen como posible respuesta una escala Likert con 5 niveles, que van desde el “muy de acuerdo” (5) al “muy desacuerdo” (1). La fiabilidad de este instrumento, mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, adquiere un valor de 0.765, lo que para la valoración de algunos autores parece ser suficiente para un análisis exploratorio estándar (Loewenthal, 1996; Nunnally, 1978).

#### Análisis de los datos

Se aplicaron una serie de técnicas estadísticas de carácter exploratorias (descriptivo, correlacional, e inferencial), a partir de los resultados obtenidos en

el cuestionario. En una primera parte, se realizó la determinación de las funciones de densidad para comprobar el ajuste de la muestra a una distribución normal. Adicionalmente, la aplicación del test de Levene que permite contrastar la bondad de ajuste con respecto a la homocedasticidad o homogeneidad de varianzas (Martínez Abad, 2013). Posteriormente, se realizó un análisis exploratorio de los datos con la posición –percentiles–, medidas de dispersión –varianza, desviación típica, rango y coeficiente de variación– y medidas de forma de la muestra –asimetría y curtosis– (Hernández et al., 2010). Para establecer el grado de concordancia existente entre los datos obtenidos y una distribución normal, se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov a los valores muestrales obtenidos. Finalmente, para los contrastes de hipótesis, se realizó la aplicación de pruebas paramétricas utilizando la *t* de *Student*, en caso de que los datos presentaran una distribución normal, con el fin de comparar la dependencia o independencia de dos variables (Hernández et al., 2010).

## RESULTADOS

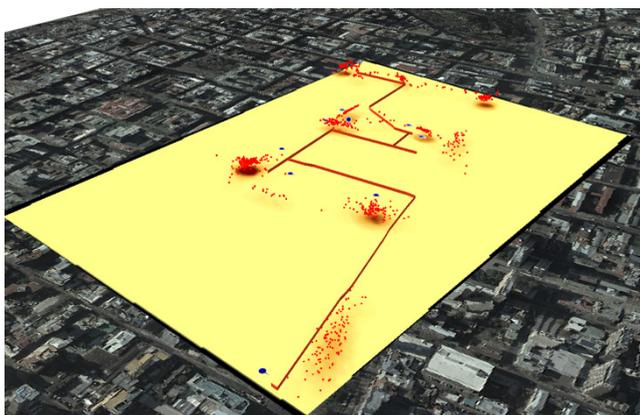
### Resultados de la fase de diseño de la herramienta informática

En un primer momento, se ha pensado que la aplicación sea utilizada en un contexto educativo formal, dentro de las actividades propias de los centros educativos y en los contenidos de enseñanza, por lo que los usuarios finales son alumnos en edad escolar y maestros/profesores que necesitan un recurso didáctico enmarcado en un contexto TIC. Sin embargo, debido a los contenidos y estructuras de datos que se plantean en su diseño, es posible llegar a un público general interesado en el tema patrimonial, educativo o turístico de las ciudades elegidas para la experiencia, el cual podría ser abordado mediante las tiendas virtuales presentes en la actualidad. Dentro de la metodología de la enseñanza, la aplicación se enmarca dentro de un contexto de *m-learning*, en el cual se han elegido las tabletas como dispositivo de implementación de los contenidos, teniendo los siguientes elementos para su justificación: A diferencia de un ordenador portátil, un dispositivo móvil permite una mejor movilidad debido a su tamaño, y la potencia de hardware, que tienen los dispositivos móviles, permite el despliegue de contenidos similares a los visualizados en un ordenador. En cuanto a la especificación de los requisitos del sistema, al no existir implementaciones nativas en iOS para la implementación de la AR, se eligió utilizar el SDK que mejor se adaptaba a los requisitos para la aplicación –*Metaio*–, el cual presentaba un marco de desarrollo en AR consistente en diferentes componentes de despliegue y visualización en renderizado, captura y rastreo de información visual. En cuanto a la implementación cartográfica digital y la NPM, la utilización de *Apple Maps*, al ser un *framework* nativo, permite su fácil incorporación en un contexto de desarrollo, tanto en lenguajes como *Swift* u *Objective-C*, facilitando la

interoperabilidad de los datos dentro del contexto móvil, y adecuándose con facilidad a la estructura del hardware utilizado.

En el diseño de software, la aplicación desarrollada implementa cuatro elementos de interacción: Una visión territorial general de la ruta propuesta, que se visualiza en un mapa digital (*MapKit* en un entorno iOS-iPad); una adaptación automática de la visión territorial dependiente de la posición del dispositivo (*MapKit* y *CoreLocation*); la posibilidad de generación de diversas escalas de representación espacial según los requisitos del usuario (*MapKit*), y la posibilidad de la visualización y consulta de otros fenómenos urbanos representados (*Cocoa Touch* y *Metaio*). La aplicación permite la escritura de datos de localización de los usuarios durante su uso (localización y rumbo en el desplazamiento, recurso informático utilizado), obteniendo mediciones que se realizan en segundo plano en relación con la interfaz implementada, las consultas realizadas, la conectividad utilizada, el traspaso de datos, la localización de los usuarios y la dirección de desplazamiento y, permitiendo el análisis territorial del funcionamiento (figura 8).

Figura 8. Modelo espacial de los datos obtenidos de la aplicación



En la etapa de verificación, los tres aspectos establecidos fueron revisados de manera paralela: En lo referido al acceso a datos de Internet (conectividad), a pesar de que la mayor parte de la información (multimedia, modelos de AR, datos de localización de recursos) forma parte de la aplicación, algunos elementos como los mapas requirieron conexión a datos de servidores en Internet, el cual fue obtenido mediante la utilización de las redes 3G/4G y *WiFi* disponibles.

En cuanto a la verificación de los niveles de precisión espacial de los dispositivos, se consideró la verificación de los niveles de precisión métrica de los datos georreferenciados derivados del sensor GPS presentes. A pesar de que los *iPads* cuentan con tecnología *GPS*, lo que permite la mejora de los valores obtenidos de

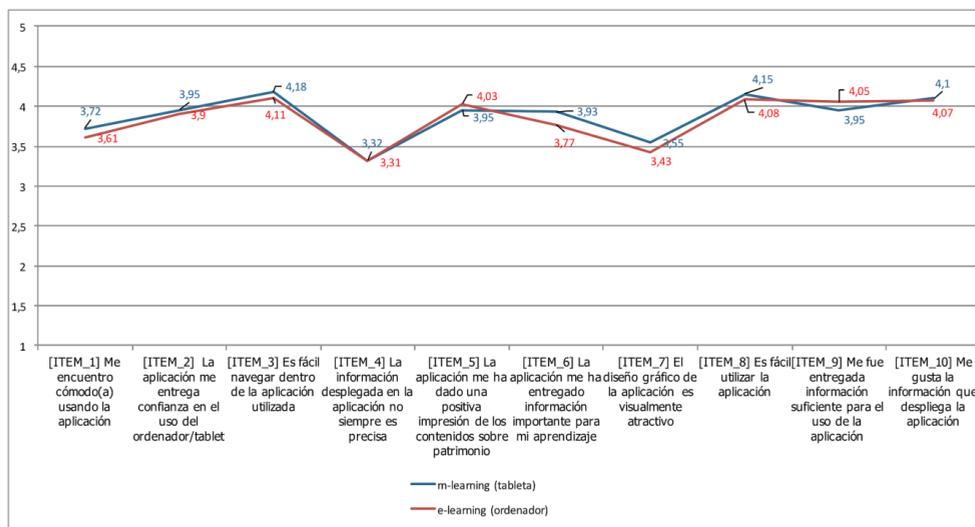
localización, existen errores en los datos derivados de diferentes fuentes, como son el ruido por la distorsión en las radiofrecuencias o el efecto multitrayectoria (relacionado con superficies reflectoras como edificios y zonas urbanas). En pruebas de campo, se han determinado márgenes de error de 15 metros en la lectura de los datos, valores que se consideran en el momento del procesamiento de la información georreferenciada.

Tanto en la corrección de errores derivados de la visualización de datos como en los trabajos de verificación de la aplicación, se puso el énfasis en el correcto despliegue de información sobre los hitos y los lugares de patrimonio, además de la funcionalidad de los recursos multimedia incorporados a la aplicación. Finalmente, en el mantenimiento de la aplicación, se han realizado las labores del mantenimiento programado, con las adaptaciones respectivas derivadas de cada nueva actualización de sistema operativo (la aplicación comenzó a desarrollarse en una versión iOS 5.1 basadas en GUI .XIB hasta la actual 9.2.1, estructurada en *storyboards*), implementando métodos depurados y corrigiendo los métodos desaconsejados para cada versión de *software*. En cuanto a los errores imprevistos, la aplicación cuenta con un registro de eventos de funcionamiento que dirige la información a un archivo .log, el cual informa de los errores y fallos que existen derivados de su funcionamiento. A diferencia del mantenimiento programado, este tipo de correcciones se realiza en el momento en que se detecta algún inconveniente dentro del desarrollo creado.

## **Resultados de los niveles de satisfacción de la aplicación y su contraste**

Dentro del contexto educativo del *m-learning* de la investigación, y desde los resultados obtenidos a partir de la escala de satisfacción, es posible observar que el ítem que presenta una mayor aceptación entre los sujetos participantes corresponde al nº 3 (“*Es fácil navegar dentro de la aplicación utilizada*”). Este se encuentra referido a la facilidad de navegación dentro de la aplicación creada. Estos resultados son seguidos por el ítem 8 (“*Es fácil usar la aplicación*”), lo que entrega indicios sobre la usabilidad del dispositivo y del programa en un ambiente móvil. Los ítems con menores puntuaciones (ítems 7 y 4) se encuentran referidos a los recursos gráficos de los contenidos, aunque los valores obtenidos no indican una desaprobación, sino más bien a un sentido de indiferencia en los elementos de despliegue de la aplicación móvil (figura 9).

Figura 9. Resultados encuesta de satisfacción según tratamiento

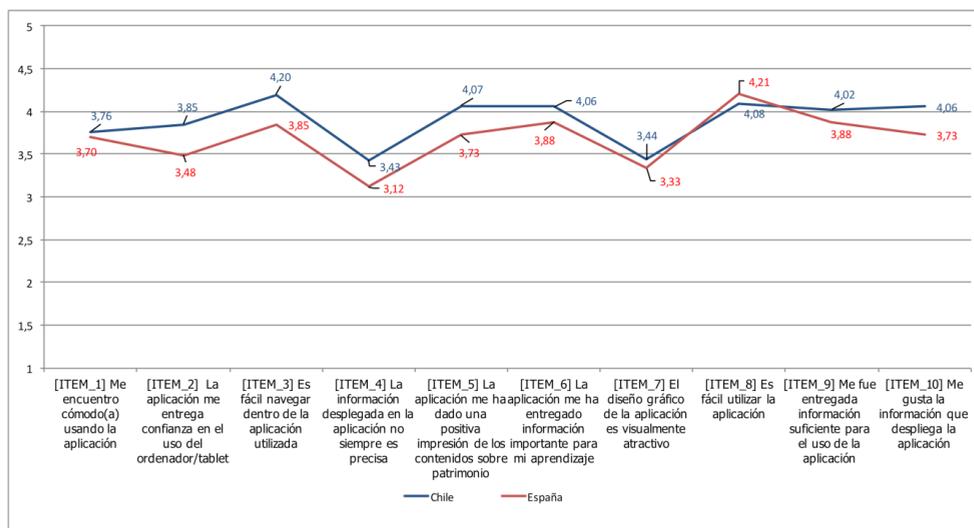


Quando se evalúan los niveles de satisfacción con la experiencia *e-learning*, el ítem que presenta un mejor rendimiento corresponde al n<sup>o</sup> 6, relacionado con el proceso conjunto de la implementación educativa realizada (“*La aplicación me ha entregado información importante para mi aprendizaje*”). Para complementar los análisis, se ha realizado la prueba t para dos muestras independientes, utilizando los valores totales para cada ítem de la escala, con el fin de obtener información relevante sobre si existen diferencias estadísticamente significativas en la percepción de las herramientas, según el tipo de experiencia educativa realizada (*m-learning* o *e-learning*). Se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov a la muestra, en donde la significancia obtenida de los datos es igual a 0.207, con una media de 39.031 y una desviación típica de 6.626, lo cual se traduce en una distribución normal de los valores obtenidos. Aplicando la prueba estadística de Levene, los valores establecen que se cumple el requisito de homocedasticidad de los datos ( $F < 0.001$ ;  $p = 0.982$ ), teniendo como resultado la aceptación de la hipótesis nula en la prueba de t ( $t = 0.390$ ;  $p = 0.697$ ). Esto implica que no existen diferencias significativas en las percepciones del grupo *m-learning* versus los de tratamiento con *e-learning*. Ambos tratamientos implementados presentan niveles similares en la percepción de los alumnos en torno a las experiencias educativas realizadas (figura 9).

Quando se realiza una comparación en función del país de cada alumno que participó en alguna de las actividades educativas (figura 10), se puede observar que los alumnos de Chile tienen mayores puntuaciones positivas en torno a los recursos y contenidos utilizados en las experiencias. El único ítem, en donde se observa

diferencias en estas tendencias, corresponde al nº 7, lo que se podría explicar por el grado de penetración que tienen estas tecnologías en cada país, siendo para el caso de España, tecnología de uso cotidiano y, para el caso chileno, implementaciones novedosas e innovadoras lo cual se expresa en los resultados que se generan. Estadísticamente, los valores de homocedasticidad de la prueba de Levene se cumplen ( $F = 1.014$ ;  $p = .326$ ), con lo cual, los resultados de la prueba t obtenidos son  $t = 1.695$  y  $p = .092$ . Esto se traduce en que no existen diferencias significativas en los resultados de percepción obtenidos y el país en donde fue realizada cada experiencia educativa. Los resultados estadísticos conseguidos en el p-valor obtenido se acercan a valores significativos, por lo que las evidencias en esta afirmación no son suficientemente definitorias.

Figura 10. Resultados encuesta de satisfacción según país



## DISCUSIÓN

Los últimos avances en materia de tecnología móvil y en elementos de desarrollo programático han permitido aumentar, hasta niveles nunca antes vistos, las funcionalidades y operaciones que presentan estos aparatos. De esta manera, se han abordado tres de estos componentes para situarlos, en su conjunto, en un contexto de movilidad que otorgan las tabletas, particularmente en lo referido a tecnología iPad. Un primer componente, que se plantea como base del sistema de la aplicación móvil desarrollada, se encuentra referido al conjunto de *frameworks* conocido como *Cocoa Touch*, el cual permite la operatividad de los datos, la implementación de la

interfaz del usuario y a la interacción de otros componentes que son implementados en la aplicación. Los siguientes *frameworks* componentes del sistema elaborado – *MapKit* y *CoreLocation*– para la NPM y la cartografía digital permiten la interacción físico-espacial del dispositivo, entregando información de localización e informando visualmente por medio de un mapa, de estos datos, permitiendo la interactividad entre sensores de posición, usuario e interfaz gráfica. Además, mediante estas herramientas, la implementación del sistema de navegación en función de los datos y recursos patrimoniales previamente obtenidos, en conjunto con la interacción de los otros elementos informáticos del sistema, permitió la adecuada relación entre presentación y despliegue de los datos. Un último módulo fue la inclusión de los recursos de RA, los cuales fueron implementados mediante el *framework Metaio*, debido a su facilidad de incorporación (lenguaje iOS *Objective-C*), la capacidad de leer objetos 3D desde formatos gráficos genéricos (modelos .DAE y .SKP). Además, su metodología de reconocimiento óptico supera la lectura de imágenes o códigos QR, permitiendo realizar el proceso mediante el reconocimiento de formas o con información geolocalizada. Desde la perspectiva propia del desarrollo, la aplicación creada ha presentado diversos cambios y actualizaciones, siendo una de las derivaciones propias de la situación en torno al avance informático, cada vez más vertiginoso y rápido, pero con implementaciones que enriquecen los productos que se plantean. El cambio más significativo fue en torno al uso del lenguaje de desarrollo que, en un primer momento, se planteó en *Objective-C*, con todas las funcionalidades de la programación orientada a objetos y *lingua franca* de la estructura general de los productos Apple (Bennett, Fisher y Lees, 2010; Hillegass, 2011; Hillegass y Conway, 2013). El cambio radical, que se hizo también presente en el desarrollo de la aplicación, fue la aparición de un nuevo lenguaje de implementación propuesto por Apple, Swift 1.0, multiparadigma y con programación funcional, lo que permitió la flexibilización del código utilizado, la reducción del número de clases y objetos, y el desarrollo del primer paso para un concepto de interoperabilidad real de los datos con la lectura de archivos externos para la definición de los contenidos.

Desde el plano estadístico, los valores obtenidos establecen que las implementaciones informáticas tuvieron una alta aceptación entre los estudiantes participantes, no existiendo diferencias significativas entre los casos de Chile y España, aunque es posible percibir que las diferencias existentes podrían ser debido al nivel socioeconómico de los participantes, a la penetración tecnológica presente en cada país y la accesibilidad a los recursos tecnológicos. Desde estos posibles factores, los alumnos de Chile presentan un mayor nivel de satisfacción en el uso de las herramientas informáticas implementadas, percibiéndolas como herramientas innovadoras y originales contextualizadas en una actividad educativa, superando el uso informal y cotidiano con que se les relaciona. De la misma manera, no se presentaron diferencias significativas en el nivel de satisfacción de los alumnos que realizaron la experiencia desde una tableta respecto a los de ordenador, ya que los mismos recursos (particularmente en los referidos a la RA y los mapas digitales),

se presentaron en ambas implementaciones, siendo el punto diferenciador el contexto situado mediante el trabajo de campo. También es posible destacar que los elementos que tuvieron una menor valoración fueron los referidos a la precisión de la información desplegada y al diseño gráfico de las aplicaciones implementadas, aunque estos resultados se situaban cerca del valor “indiferente” (“Ni de acuerdo” – “ni en desacuerdo”). Por otro lado, los ítems, que tienen mejores percepciones, se encuentran referidos a la usabilidad de los programas (ítem 8) y la facilidad de la navegación dentro de los contenidos (ítem 3). En síntesis, la percepción general de los alumnos participantes se encuentra en torno a un valor nominal “de acuerdo” a todas las afirmaciones planteadas en el instrumento, traducándose en un resultado positivo desde el ámbito de la satisfacción por la actividad (tratamiento).

## CONCLUSIONES

La RA y la NPM, además de la incorporación en contextos *m-learning* y *e-learning*, son prometedoras tecnologías que entregan a los estudiantes un valor agregado a sus procesos de aprendizaje, desde la percepción en torno a las implementaciones que se realizan con tecnología. Desde el ámbito de la aplicación, la utilización de información temática patrimonial puede ser interoperable en diferentes tipos de tecnologías y contextos educativos, generando recursos digitales para el aprendizaje. Sin embargo, se hace necesario el establecimiento de la normalización estructural de la información implementada, con la incorporación de elementos y formatos establecidos, como son los estándares de datos para RA y para la información espacial digital (Environment Research System Investigation, 2008; Open Geospatial Consortium, 2006, 2013). Esta estandarización se encuentra en una estructura XML de datos, lo que facilitaría la interoperabilidad entre plataformas, la generación de recursos digitales y su almacenamiento. Lo anterior facilitaría la creación, implementación y distribución de contenidos digitales para su utilización en el ámbito educativo.

Desde los resultados estadísticos, los valores generales obtenidos establecen que las implementaciones informáticas tuvieron una alta aceptación entre los alumnos, percibiéndolas como herramientas innovadoras y originales contextualizadas en una actividad educativa, superando el uso informal y cotidiano con que se les relaciona, confirmando lo que se presenta en otras investigaciones (Martín Gutiérrez et al., 2010). En síntesis, la percepción general de los alumnos participantes se encuentra en torno a un valor nominal “de acuerdo” a todas las afirmaciones planteadas en el instrumento, traducándose en un resultado positivo desde el ámbito de la satisfacción por la actividad, por encima de los indicadores de aprendizaje obtenidos en etapas anteriores. Una limitación de este apartado se relaciona con la determinación de otros factores que afectan a los resultados obtenidos, más allá de la implicación de los tratamientos realizados.

De esta manera, según la percepción de los estudiantes sobre la implementación temática y territorial en contextos *m-learning* y *e-learning*, es posible trabajar un

diseño de una experiencia educativa sobre contenidos patrimoniales en el territorio, con amplios resultados positivos. Recursos digitales como la RA, la navegación peatonal y los mapas digitales en dispositivos como tabletas y ordenadores han demostrado tener una buena aceptación por parte de los estudiantes en los procesos de aprendizaje de contenidos y elementos patrimoniales locales. En esta investigación, tanto los procesos *m-learning* como de *e-learning*, alcanzan positivas percepciones, no existiendo diferencias estadísticamente significativas en los grupos de contraste.

Una de estas investigaciones se relaciona con la determinación de otros factores que afectan a los resultados obtenidos, más allá de la implicación de los tratamientos realizados. Desde el nivel de los participantes, factores como el nivel socioeconómico de los alumnos, la edad, el género o el rendimiento académico son algunas posibles variables que necesariamente deben incluirse en trabajos futuros.

Las líneas futuras de trabajo se plantean desde la reproducibilidad de esta investigación, con la utilización de la RA, la cartografía digital y la NPM en otros contextos temáticos, y grupos de estudiantes con el fin de determinar cómo interactúan con la tecnología en estos procesos de enseñanza, y determinar su percepción frente a estas metodologías.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestros agradecimientos al proyecto MECESUP UMC1404 “Modelo innovador de integración curricular para fortalecer los procesos de enseñanza - aprendizaje y desarrollar competencias TIC en Carreras de la Facultad de Historia, Geografía y Letras”, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile; Ministerio de Educación, Chile.

Esta investigación se encuentra inserta dentro del Programa de Doctorado “Formación en la Sociedad del Conocimiento” de la Universidad de Salamanca, España, institución académica a la cual expresamos nuestros agradecimientos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allan, A. (2012). *Geolocation in IOS*. California, Estados Unidos: O'Reilly Media, Inc.
- Ally, M., y Tsinakos, A. (Eds.). (2014). *Increasing Access through Mobile Learning*. Vancouver: Commonwealth of Learning and Athabasca University.
- Amirian, P., y Basiri, A. (2016). Landmark-Based Pedestrian Navigation Using Augmented Reality and Machine Learning. En G. Gartner, M. Jobst y H. Huang (Eds.), *Progress in Cartography* (451-465). Springer International Publishing. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-19602-2\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-319-19602-2_27)
- Apple Inc. (2016). About Swift. Recuperado de <https://swift.org/>
- Aurelia, S., Raj, M. D., y Saleh, O. (2014). Mobile Augmented Reality and Location Based Service. *Advances in Information Science and Applications*, 2, 551-558.

- Aydin, B., Gensel, J., Genoud, P., Calabretto, S., y Tellez, B. (2013). Extending Augmented Reality Mobile Application with Structured Knowledge from the LOD Cloud. En T. Delot, S. Geisler, S. Ilarri y C. Quix (Eds.), *Proceedings of the 3rd International Workshop on Information Management for Mobile Applications, Riva del Garda, Italy*, (pp. 21-27). CEUR-WS.org. Recuperado de <http://ceur-ws.org/Vol-1075/O3.pdf>
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., y MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34-47. doi: <https://doi.org/10.1109/38.963459>
- Bennett, G., Fisher, M., y Lees, B. (2010). *Objective-C for Absolute Beginners: iPhone, iPad and Mac Programming Made Easy*. Apress.
- Briz-Ponce, L., y Juanes Méndez, J. A. (2015). Mobile Devices and Apps, Characteristics, and Current Potential on Learning. *Journal of Information Technology Research*, 8(4), 26-37.
- Chou, T.-L., y ChanLin, L.-J. (2012). Augmented Reality Smartphone Environment Orientation Application: A Case Study of the Fu-Jen University Mobile Campus Touring System. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 410-416. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.132>
- Conde, M., Muñoz, C., y García, F. J. (2008). mLearning, the first step in the learning process revolution. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 2(4), 61-63.
- Consejo de Monumentos Nacionales de Chile. (2015, marzo 5). Nómina oficial de monumentos nacionales declarados por decreto. CMN. Recuperado de [http://www.monumentos.cl/catalogo/625/articles-22591\\_doc\\_xls.xlsx](http://www.monumentos.cl/catalogo/625/articles-22591_doc_xls.xlsx)
- Cox, B. J., y Novobilski, A. J. (1993). *Programacion orientada a objetos/ Object-Oriented Programming: Un Enfoque Evolutivo* (2ª ed.). Díaz de Santos.
- Edwards, S., y Nuttall, J. (2015). Teachers, technologies and the concept of integration. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 43(5), 375-377. doi: <https://doi.org/10.1080/1359866X.2015.1074817>
- Elliott, G. (2004). *Global Business Information Technology: An Integrated Systems Approach*. Essex, Inglaterra: Pearson Education.
- Environment Research System Investigation. (2008). *The Multipatch Geometry Type*. ESRI Press.
- Favier, T. T., y van der Schee, J. A. (2012). Exploring the characteristics of an optimal design for inquiry-based geography education with Geographic Information Systems. *Computers & Education*, 58(1), 666-677. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.09.007>
- Hammady, R., Ma, M., y Temple, N. (2016). Augmented Reality and Gamification in Heritage Museums. En T. Marsh, M. Ma, M. F. Oliveira, J. Baalsrud Hauge y S. Göbel (Eds.), *Serious Games* (181-187). Cham: Springer International Publishing. Recuperado de [http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-45841-0\\_17](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-45841-0_17)
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5ª ed.). México: McGraw Hill.
- Hillegass, A. (2011). *Objective-C programming: the Big Nerd Ranch guide*. Atlanta, GA: Big Nerd Ranch.
- Hillegass, A., y Conway, J. (2013). *iOS programming: the Big Nerd Ranch guide*.
- Holleman, M. (2015). *The iOS Apprentice (Fourth Edition): Beginning iOS Development with Swift 2* (4ª ed.). USA: Razeware LLC.
- Hori, M., Ono, S., Kobayashi, S., Yamaji, K., Kita, T., y Yamada, T. (2016). Fusion of E-Textbooks, Learning Management Systems, and Social Networking Sites:

- A Mash-Up Development. En T. T. Zin, J. C.-W. Lin, J.-S. Pan, P. Tin, y M. Yokota (Eds.), *Genetic and Evolutionary Computing* (377-386). Cham: Springer International Publishing. Recuperado de [http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-23207-2\\_38](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-23207-2_38)
- Huang, H., Schmidt, M., y Gartner, G. (2012). Spatial Knowledge Acquisition with Mobile Maps, Augmented Reality and Voice in the Context of GPS-based Pedestrian Navigation: Results from a Field Test. *Cartography and Geographic Information Science*, 39(2), 107-116. doi: <https://doi.org/10.1559/15230406392107>
- IEEE Learning Technologies Standards Committee. (2005). IEEE Standard for Learning Technology-Extensible Markup Language (XML) Schema Definition Language Binding for Learning Object Metadata - 1484.12.3. IEEE Standarts.
- Jamali, S. S., Shiratuddin, M. F., y Wong, K. W. (2014). A review of augmented reality (AR) and mobile-augmented reality (mAR) technology: Learning in tertiary education. *International Journal of Learning in Higher Education*, 20(2), 37-54.
- Joo Nagata, J. (2013). Geomatics tools and education: status, integration and perception. En *Proceedings TEEM* (Vol. 1, pp. 501-506). Salamanca, España. doi: <https://doi.org/10.1145/2536536.2536613>
- Joo Nagata, J., Garcia-Bermejo Giner, J. R., y Martínez Abad, F. (2016a). Virtual Heritage of the Territory: Design and Implementation of Educational Resources in Augmented Reality and Mobile Pedestrian Navigation. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, IEEE*, 11(1), 41-46. doi: <https://doi.org/10.1109/RITA.2016.2518460>
- Joo Nagata, J., Garcia-Bermejo Giner, J. R., y Martínez Abad, F. (2016b). Virtual Territorial Heritage in Education through mLearning resources: Cities of Salamanca Spain and Santiago of Chile. En L. Briz-Ponce, F. García Peñalvo, y J. A. Juanes Méndez (Eds.), *Handbook of Research on Mobile Devices and Applications in Higher Education Settings* (450). IGI Global. Recuperado de <http://www.igi-global.com/book/handbook-research-mobile-devices-applications/143640>
- Joo Nagata, J., García-Bermejo Giner, J. R., y Muñoz Rodríguez, J. (2015). Herramientas Geomáticas utilizadas en Educación: situación actual y su relación con procesos educativos. *Enseñanza & Teaching Revista interuniversitaria de didáctica*, 33(1), 25-56. doi: <https://doi.org/10.14201/et20153312556>
- Joyanes Aguilar, L. (2008). *Fundamentos de programación: algoritmos, estructura de datos y objetos* (4ª ed.). Madrid: McGraw-Hill.
- Junta de Castilla y León. (2010). Ficha del Catálogo de Bienes Protegidos de la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Junta de Castilla y León. Recuperado de <http://servicios.jcyl.es/pweb/datos.do?numero=10089&tipo=inmueble&ruta=>
- Kurilovas, E., Kubilinskiene, S., y Dagiene, V. (2014). Web 3.0 – Based personalisation of learning objects in virtual learning environments. *Computers in Human Behavior*, 30, 654-662. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.07.039>
- Loewenthal, K. M. (1996). *An introduction to psychological tests and scales*. Londres: UCL Press.
- Martín Gutiérrez, J., Luís Saorín, J., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez López, D. C., y Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics*, 34(1), 77-91. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cag.2009.11.003>

- Martínez Abad, F. (2013). *Evaluación y Formación en Competencias Informacionales en la Educación Secundaria Obligatoria*. Universidad de Salamanca, Salamanca, España. Recuperado de [http://www.europeana.eu/portal/record/2022701/oai\\_gredos\\_usal\\_es\\_10366\\_121869.html](http://www.europeana.eu/portal/record/2022701/oai_gredos_usal_es_10366_121869.html)
- Mathias, M., y Gallagher, J. (2015). *Swift Programming: The Big Nerd Ranch Guide*. Estados Unidos: Big Nerd Ranch Guides.
- Mishra, P., y Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Montilva, J., Arapé, N., y Colmenares, J. (2003). Desarrollo de software basado en componentes. En *CAC-2003* (pp. 1-9). Mérida, Venezuela. Recuperado de <http://juancol.me/rsrc/sw-basado-en-comp-CAC2003.pdf>
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory* (2ª ed.). New York: McGraw-Hill.
- Open Geospatial Consortium. (2006). Web Map Service. Recuperado de <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>
- Open Geospatial Consortium. (2013). OGC Augmented Reality Markup Language 2.0 (ARML 2.0). TBD. Recuperado de <http://www.opengis.net/doc/arml2xo/2.0>
- Pei, L.-S., Cai, S., y Shi, P.-F. (2013). Mobile Campus Touring System based on AR and GPS: a Case Study of Campus Cultural Activity. En *Proceedings of the 21st International Conference on Computers in Education* (pp. 518-526). Denpasar, Indonesia.
- Sánchez Prieto, J. C., Olmos Migueláñez, S., y García Peñalvo, F. (2016). Informal tools in formal contexts: Development of a model to assess the acceptance of mobile technologies among teachers. *Computers in Human Behavior*, 55, Part A, 519-528. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.002>
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. doi: <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Siegel, A. W., y White, S. H. (1975). The development of spatial representations of large-scale environments. En H. W. Reese (Ed.), *Advances in child development and behavior* (9-55). New York: Academic Press.
- Whitten, J., y Bentley, L. (2007). *Systems Analysis and Design Methods* (7ª ed.). Boston: McGraw-Hill/Irwin.

## PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

**Jorge Joo Nagata.** Doctor del programa “Formación en la Sociedad del Conocimiento” de la Universidad de Salamanca, Profesor Titular de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación y asesor TIC del programa MECESUP UMC1404 “Modelo innovador de integración curricular para fortalecer los procesos de enseñanza - aprendizaje y desarrollar competencias TIC en Carreras de la Facultad de Historia, Geografía y Letras”. Sus líneas de investigación son las tecnologías aplicadas al estudio del territorio, los Sistemas de Información Geográfica y las herramientas Geotecnológicas en contextos educativos.  
E-mail: [jorge.joo@umce.cl](mailto:jorge.joo@umce.cl)

## DIRECCIÓN DEL AUTOR

Departamento de Historia y Geografía  
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación  
Avda. José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa  
Santiago de Chile

**Fernando Martínez Abad.** Profesor Ayudante en el Área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación de la Universidad de Salamanca. Doctor en Ciencias de la Educación (2013, Universidad de Salamanca, España), ha participado como investigador en proyectos de investigación tanto nacionales como de carácter internacional. Coautor en varias publicaciones nacionales e internacionales de impacto relacionadas con la evaluación y el desarrollo de competencias básicas en la educación obligatoria.

E-mail: [fma@usal.es](mailto:fma@usal.es)

## DIRECCIÓN DEL AUTOR

Instituto Universitario de Ciencias de la Educación – Grupo Grial  
Universidad de Salamanca  
Paseo de Canalejas, 169  
Salamanca, 37008  
España

**José Rafael García-Bermejo Giner.** Doctor en Física (1989, Universidad de Salamanca, España) y posee la Certificación Apple ACTC T3 (Snow 100, Snow 101, Snow 201). Actualmente desarrolla su actividad académica como Profesor Titular del Departamento de Informática y Automática de la Universidad de Salamanca en el área de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Ha realizado estancias como docente e investigador en diferentes universidades de Alemania y Finlandia. Sus principales líneas de investigación incluyen programación estructurada, programación orientada a objetos, interfaces Hombre-Máquina, interfaces de usuario, dispositivos móviles y administración de sistemas. Es autor y traductor técnico de un gran número de libros.

E-mail: [coti@usal.es](mailto:coti@usal.es)

## DIRECCIÓN DEL AUTOR

Departamento de Informática y Automática – Grupo Grial  
Universidad de Salamanca  
Plaza de la Merced, s/n

Salamanca, 37008  
España

**Fecha de recepción del artículo:** 30/11/2016

**Fecha de aceptación del artículo:** 24/01/2017

### **Como citar este artículo:**

Joo Nagata, J., Martínez Abad, F., y García-Bermejo Giner, J. R. (2017). Realidad Aumentada y Navegación Peatonal Móvil con contenidos Patrimoniales: Percepción del aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp. 93-118. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17602>

# Agenda colaborativa para el aprendizaje de idiomas: del papel al dispositivo móvil

## The collaborative agenda for language learning: from paper to the mobile device

Anke Berns

Manuel Palomo-Duarte

José-Luis Isla-Montes

Juan-Manuel Dodero

Pablo Delatorre

Universidad de Cádiz, UCA (España)

### Resumen

En este artículo se presenta un sistema multiusuario específicamente diseñado para facilitar el aprendizaje colaborativo de idiomas a través de dispositivos móviles. El sistema facilita una versión móvil que implementa una tarea de aprendizaje, llamada *Terminkalender*, que fue diseñada inicialmente para ser realizada en soporte papel y que se usó con éxito durante varios años con estudiantes del nivel A1 de alemán (MCERL). Dicha tarea requiere que los estudiantes intercambien mensajes escritos a fin de planificar y anotar en un calendario personal una serie de citas para actividades. Si bien la versión en papel ya tenía gran potencial para motivar a los estudiantes a interactuar entre ellos y usar la lengua meta, la app tiene un valor añadido, ya que no solo facilita el proceso de interacción entre los propios estudiantes sino que, además, permite a los docentes revisar y analizar las interacciones producidas a partir de los registros almacenados. Para ello se ha implementado un conjunto de elementos software que incluye: un portal web, un chat para la comunicación textual, un servicio de retroalimentación en tiempo real y una herramienta para registrar las interacciones entre los usuarios. La experiencia presentada permite estimar el potencial que tiene el sistema para analizar el comportamiento de los usuarios y sus patrones de interacción, así como para evaluar diferentes indicadores de rendimiento relacionados con el uso y las competencias en lengua meta.

*Palabras clave:* software educativo; enseñanza de lenguas; aprendizaje en grupo; telecomunicación; sistema multimedia.

### Abstract

This paper presents a multi-user mobile learning system—specifically designed to enhance collaborative language learning through mobile devices. The system delivers an app version of a paper-based learning task, called *Terminkalender*, which has successfully been used for several years with students from an A1-level German language course (CEFR). The

learning task requires students to interact with each other via text messages in order to jointly plan different activities and record them in an appointment calendar. While the paper-based version already had a great potential for engaging students to interact in the target language, the app not only facilitates students' interaction, but also allows teachers to easily trace back and analyse learners' interaction. To this end, specific software implementing several features was developed: a web-based platform for system administration, an in-app text chat function, real-time feedback on learner performance as well as a log function for storage and assessment of learners' interaction. The experiment sheds some light on the potential of the designed system for analysing learners' behaviour and interaction patterns as well as assessing different indicators with regard to the student use and competencies in the target language.

*Keywords:* educational software; language teaching; group learning; telecommunication; multimedia system.

La progresiva expansión de las tecnologías de la información y la comunicación, y en especial de las tecnologías móviles (smartphones, tablets, etc.), ha dado lugar en estos últimos años a nuevas oportunidades y desafíos para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje (Stockwell y Hubbard, 2013; Castillo-Capriz, Matey y Hernández García, 2016; García-Penalvo y Colomo Palacios, 2015; Briz-Ponce, Juanes-Méndez y García-Peñalvo, 2016). En este sentido, el presente artículo presenta una propuesta de uso de tecnologías móviles mostrando su valor añadido para el enriquecimiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Con este objetivo se presentan y analizan los resultados de un estudio preliminar realizado con un grupo de estudiantes universitarios del nivel A1 de alemán (MCERL), que usaron un sistema multiusuario, específicamente diseñado para el aprendizaje colaborativo de idiomas mediante dispositivos móviles.

En los últimos años ha aumentado el desarrollo y uso de aplicaciones móviles para el aprendizaje de idiomas (Kukulka-Hulme, 2015; Godwin-Jones, 2011; Stockwell y Hubbard, 2013; Burston, 2014, 2015). Prueba de ello son, por una parte, los numerosos ejemplos de apps que ofrecen al usuario ejercicios orientados al aprendizaje de vocabulario y/o gramática (Kiernan y Aizawa, 2004; Levy y Kennedy, 2005; Ally, Schafer, Cheung, McGreal y Tin, 2007; Chen y Chung, 2008; Saran, Seferoglu y Cagiltay, 2012; Yang y Chen, 2012; Li y Hegelheimer, 2013), al trabajo de destrezas como la mejora de pronunciación (Yang, Lai y Chu, 2005; Ally y Tin, 2009; Saran, Seferoglu y Cagiltay, 2009; Papadima-Sophocleous, Georgiadou y Mallouris, 2012), así como aquellas que proponen la práctica de la comprensión y expresión oral o escrita (Chen, Chang, Lin, y Yu, 2009; Demouy y Kukulka-Hulme, 2010; Pearson y Anspear, 2011). Prueba de la creciente popularidad de apps son también los numerosos ejemplos de implementación que se encuentran en la literatura (Li, Ogata, Hou, Hashimoto, Uosaki, Liu y Yano, 2010; Alemi y Lari, 2012; Amer, 2014; Burston, 2013, 2014).

Con el objetivo de identificar posibles tendencias existentes hemos evaluado los resultados de varios trabajos de investigación, basados en una revisión sistemática de

la literatura. Dichos trabajos fueron realizados por diversos autores entre 2013 y 2016 (Burston, 2013 y 2015; Duman, Orhon y Gedik, 2015; Calderón, 2016), presentando los resultados de centenares de trabajos y proyectos de investigación llevados a cabo entre 1995 y 2015, y difundidos en actas de congresos, libros y revistas especializadas. El análisis de los resultados de dichos trabajos permite afirmar no solo que existe una clara prevalencia de apps centradas en el aprendizaje individual frente al aprendizaje colaborativo, sino que, además, la gran mayoría están orientados al aprendizaje de vocabulario y gramática como los dos aspectos más valorados para la adquisición de una lengua (Stockwell 2007; Bocanegra y Perea-Barberá, 2014). El siguiente aspecto más explotado por las apps es la pronunciación y la comprensión oral. Sin embargo, competencias como la lectura o la escritura se trabajan mucho menos.

Desde un punto de vista de su complejidad es posible encontrar apps relativamente simples, basadas en el envío de SMS o MMS, con el objetivo de mejorar el aprendizaje de vocabulario y aspectos de gramática mediante envíos periódicos de palabras por parte del docente. Ejemplos en esta dirección son apps como *Learning Italian via mobile SMS*, diseñada por Levy y Kennedy (2005), quienes usaron este sistema durante siete semanas con estudiantes australianos, obteniendo una gran aceptación entre sus usuarios. Otro estudio que propone el uso de teléfonos móviles para fomentar el aprendizaje de vocabulario mediante el envío de MMS es el de Lin y Yu (2012), quienes enviaron durante cuatro semanas a sus estudiantes taiwaneses mensajes que incluían diferentes materiales multimedia (texto, texto con audio, texto con imágenes, texto con audio e imágenes) y cuyo objetivo fue incrementar el aprendizaje de vocabulario en inglés.

Además de las anteriores, existen soluciones software más complejas basadas en el desarrollo y despliegue de una aplicación web móvil. Un ejemplo en esta línea es *Grammar Clinic* (Li y Hegelheimer, 2013), una app diseñada para mejorar la expresión escrita mediante una serie de ejercicios basados en enunciados gramaticalmente incorrectos, que el estudiante debe primero identificar y luego corregir. La retroalimentación en tiempo real es facilitada automáticamente por el sistema. Lo que distingue esta app de las aplicaciones anteriormente descritas, es que la interacción que promueve ya no es unidireccional (docente-estudiante), sino bidireccional (docente-estudiante-docente) permitiendo al estudiante comunicarse mediante mensajes de texto con el docente. La app fue diseñada para estudiantes de inglés del nivel B1-B2 (MCERL) y probada durante 16 semanas en un curso de “escritura académica”, obteniendo una valoración muy positiva por sus usuarios.

Otra aproximación interesante, que incluye materiales audiovisuales para trabajar la comprensión oral y escrita junto a la expresión oral es VISP (*Videos for Speaking*). Se trata de una app que fue desarrollada por varios investigadores de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) en colaboración con investigadores de la Universidad de Gent (Ibáñez Moreno y Vermeulen, 2015; Ibáñez Moreno, Jordano de la Torre y Vermeulen, 2016). VISP está dirigida a estudiantes de inglés y tiene como objetivo mejorar sobre todo la expresión oral, solicitando a los estudiantes que

graben/elaboren una audiodescripción de un clip de vídeo (p. ej. fragmento de una película de cine). Otro proyecto en esta línea ha sido VIOLIN (*VIdeOs for LIsteNing*) (Talaván y Ávila-Cabrera, 2015), dirigido a estudiantes de nivel B1 de inglés, en el que se trabaja igualmente la comprensión oral, pero a partir de fragmentos de series de televisión. Los vídeos seleccionados son extraídos atendiendo a que sean entretenidos, auto-contenidos e independientes del contexto. Tras los visionados de los vídeos los estudiantes deben responder preguntas y realizar una auto-evaluación.

A pesar del gran número de apps encontradas tanto en la literatura como en plataformas de distribución digital (*Google Play*, [www.wlingua.com/es/](http://www.wlingua.com/es/), [www.mosalingua.com/es/apps/](http://www.mosalingua.com/es/apps/)), la mayoría de estas se centran en el aprendizaje individual del estudiante, sin aprovechar el potencial de los sistemas móviles para fomentar la colaboración e interacción entre múltiples usuarios en lengua meta (Burston, 2013; Palomo-Duarte, Bernes, Cejas, Dodero y Caballero, 2016; Bernes, Isla-Montes, Palomo-Duarte y Dodero, 2016). Sin embargo, en los últimos años se observa una tendencia a explotar el potencial educativo de apps colaborativas que promueven no solo la interacción y negociación entre múltiples usuarios sino también el trabajo de la competencia comunicativa a partir del uso escrito de la lengua meta. Entre los ejemplos más innovadores encontrados cabe destacar apps como *VocabTrainerA1* (Bernes y Palomo-Duarte, 2015), la plataforma ISPY (Rico y Agudo, 2016) o ANT (Read y Barcena, 2016).

*VocabTrainerA1*, diseñada por un grupo de investigadores de la Universidad de Cádiz, consiste en una app híbrida que combina el aprendizaje individual con el aprendizaje colaborativo. En este sentido, la app ofrece al estudiante una serie de ejercicios individuales (asociar imágenes+audio, imágenes+texto y rellenar textos con huecos) centrados en la práctica de vocabulario y gramática, junto a un juego de rol, tipo gymkhana, en el que los estudiantes deben realizar de forma colaborativa una tarea, en concreto identificar a un asesino en serie. Para ello, deben visitar primero diferentes lugares y entrevistar a varios testigos virtuales que les facilitarán pistas sobre el asesino. Lo que diferencia a esta app de otras es que obliga a sus usuarios a interactuar y negociar en lengua meta mediante un chat de texto implementado dentro de la propia app, permitiendo trabajar la competencia comunicativa. En términos de aprendizaje y motivación, los resultados indican que esta app, híbrida de tareas individuales y colaborativas, gozó de gran aceptación entre los estudiantes (Bernes, Isla-Montes, Palomo-Duarte y Dodero, 2016).

Con respecto a la plataforma ISPY, se trata de un proyecto europeo desarrollado para ofrecer a estudiantes de diferentes países (Alemania, Inglaterra, España, Polonia, Holanda y Rumania) un entorno de aprendizaje para el desarrollo de la competencia comunicativa. Para ello, ISPY propone la realización de una serie de tareas basadas en misiones de espionaje. Cada tarea consta de un conjunto de actividades incluyendo *webquests*, ejercicios de comprensión oral y escrita como también tareas más complejas que requieren la colaboración de todos los participantes a través de foros. Lo innovador de este proyecto es que promueve la interacción entre estudiantes de

diferentes países. Los resultados indican una mejora generalizada en las expectativas que los estudiantes manifiestan sobre estos dispositivos y recursos, constatándose el beneficio de utilizar material didáctico basado en videojuegos para la mejora de diferentes destrezas, claves para el desarrollo de la competencia comunicativa (Rico y Agudo, 2016).

En cuanto a ANT (*Audio News Trainer*) se trata de una app social, que fue creada por investigadores de la UNED en colaboración con la Open University (Read y Bárcena, 2016). Al igual que *VocabTrainerA1* e ISPY se trata de una app que destaca por su enfoque colaborativo y por hacer hincapié en la mejora de la competencia comunicativa. A su vez se diferencia de los dos ejemplos anteriores por centrarse en la comprensión y expresión oral. ANT ofrece un conjunto de podcasts con noticias disponibles on-line para presentar una lista de términos diferenciando tres niveles de dificultad. El uso de la aplicación propone al estudiante un trabajo en tres fases. Primero, deben escuchar un *podcast* y responder a una serie de preguntas sobre su experiencia; después, el estudiante debe conectarse a *Facebook* para apuntar lo que ha entendido y, por último, el usuario debe localizar en otras redes sociales material de apoyo y subirlo a *Facebook*. Aunque la funcionalidad de ANT es muy simple, la app ofrece tres ventajas muy interesantes desde un punto de vista pedagógico: clasifica los podcasts por dificultad de comprensión en cuanto a acento y velocidad, aporta una interfaz que facilita el autoaprendizaje y la metacognición y anima a los estudiantes a colaborar a través de redes sociales, siguiendo un enfoque constructivista.

Otro aspecto destacable es que pocas aplicaciones ofrecen a los docentes la posibilidad de adaptar los contenidos de aprendizaje a las necesidades de sus estudiantes, unido a la disponibilidad de herramientas para hacer un seguimiento de los diferentes tipos de interacciones producidas entre sus usuarios. Algunos intentos en esta dirección son las apps *Guess it! Language Trainer* (Bernis, Palomo-Duarte, Dodero, Ruiz Ladrón y Calderón Márquez, 2015) y *Wer bin ich?* (Ruiz, Mota, Person, Bernis y Dodero, 2016), ambas desarrolladas por un grupo de investigadores de la Universidad de Cádiz con el objetivo de facilitar tanto los procesos de enseñanza-aprendizaje como de evaluación. Estas apps, aunque en un principio fueron probadas exitosamente con estudiantes de alemán del nivel A1 y A2 del MCERL, pueden ser fácilmente adaptadas a otros idiomas, niveles y contenidos.

La app *Guess it! Language Trainer* no solo destaca por fomentar el aprendizaje en comunidad, implicando al estudiante activamente en su propio proceso de aprendizaje en diferentes competencias (vocabulario, gramática, comprensión oral y expresión escrita y evaluación por pares), sino además por las herramientas de enseñanza y evaluación que ofrece al docente. Estas consisten en un portal web que permite al docente tanto introducir nuevo contenido, en función de las necesidades de sus estudiantes, como hacer un seguimiento de todas las interacciones que se producen por parte de los usuarios. Al tratarse de una app cuyo contenido va creciendo conforme sus usuarios trabajan con ella, el sistema está configurado para

almacenar numerosos datos (p.ej. contenido introducido y evaluado o reportado, palabras jugadas y acertadas o niveles y tiempo jugados). Estos datos permiten al docente tanto detectar posibles dificultades por parte de sus estudiantes como evaluar su proceso de aprendizaje (Palomo-Duarte, Bernes, Cejas, Dodero y Caballero, 2016).

En cuanto a la app *Wer bin ich?* (Ruiz, Mota, Person, Bernes y Dodero, 2016), esta destaca por ofrecer al docente la posibilidad de introducir contenido y de registrar y analizar la interacción que se produce por parte de sus estudiantes. Es una app diseñada para trabajar la comprensión y expresión oral a través de un juego colaborativo. Se juega en pareja y consiste en describir y adivinar diferentes personajes. Para ello, cada estudiante recibe una marca que representa algún personaje famoso pero que solo su pareja de juego puede ver al escanearla con su móvil. Para la implementación del juego se usó la herramienta *Visual Environment for Designing Interactive Learning Scenarios* (VEDILS) y se emplearon componentes de Realidad Aumentada (RA) para permitir tanto el reconocimiento de las marcas como la generación de las imágenes de los diferentes personajes. Además, la app permite recoger en tiempo real las interacciones de los estudiantes (identificación del usuario, reconocimiento del personaje asignado a su marca personal, reconocimiento de las marcas de los compañeros, selección correcta o incorrecta del personaje y salida de la aplicación), lo que facilita su análisis y evaluación.

En este trabajo presentamos *Terminkalender*, una app que, a diferencia de las anteriores, facilita específicamente la práctica de la competencia comunicativa a través de la interacción y negociación mediante mensajes de texto, además de su análisis desde un punto de vista del rendimiento y de la interacción entre los estudiantes. Para analizar el rendimiento (individual y global) se usan indicadores tales como el número de frases y palabras escritas por cada estudiante, el tipo y número de errores cometidos, la cantidad de actividades completadas (citas concertadas), el tiempo medio empleado en completarlas, frecuencia global de uso de cada una de las palabras, etc. La interacción se analiza mediante la generación de grafos que permiten visualizar fácilmente la intensidad de la comunicación y las formas de interacción que se producen entre los estudiantes. Con este propósito, la app implementa una tarea de aprendizaje que persigue la planificación y el acuerdo entre diferentes estudiantes de cara a la realización conjunta de una serie de actividades de tiempo libre (p. ej. ver un partido de fútbol o ir de tiendas). Durante este proceso cada estudiante deberá ir rellenando un calendario personal, integrado en la app, con las citas correspondientes a los acuerdos alcanzados. Para negociar las distintas citas los estudiantes deben comunicarse entre ellos a través de mensajes de texto, acordando dónde, cuándo, con quién y qué actividad les gustaría hacer cada día.

## MÉTODO

*Terminkalender* es el nombre de una tarea de aprendizaje que durante varios años se ha venido usando con estudiantes universitarios del nivel A1 de alemán. Aunque este trabajo presenta su implementación a través de dispositivos móviles (aplicación homónima), la tarea usaba originalmente el papel como soporte. Así, la tarea promovía el intercambio de mensajes escritos en papel entre los estudiantes para alcanzar acuerdos acerca de dónde, cuándo, qué y con quién/es realizar determinadas actividades. Como resultado, los estudiantes reflejaban en un calendario, igualmente en papel, las citas acordadas.

Sin embargo, a pesar de que *Terminkalender* siempre ha tenido un gran potencial para incrementar la interacción y negociación de los estudiantes en lengua meta, su versión no digital (en papel) presenta varias limitaciones. Entre estas cabe destacar las siguientes:

La dificultad por parte del docente de administrar la tarea de aprendizaje de sus estudiantes, así como analizar y evaluar la interacción producida entre los estudiantes a la hora de realizar la tarea. Esta dificultad se debe, ante todo, al hecho de que las comunicaciones entre los estudiantes y sus anotaciones se reflejan únicamente en papel (un calendario personal por cada estudiante y numerosos mensajes escritos para acordar sus citas). Además, los mensajes tienen que ser desplazados físicamente de un sitio a otro con la pérdida de tiempo que ello conllevaba.

El problema de la escalabilidad cuando se usa con grupos numerosos. Al realizar la tarea con muchos estudiantes se generaba tal cantidad de mensajes que producía saturación y cierta ansiedad entre el alumnado por no poder atenderlos con la debida celeridad.

La imposibilidad de detectar, en el momento, malas prácticas o posibles malentendidos entre los estudiantes mientras realizan la tarea. Al quedarse la información apuntada únicamente en papel no había manera de comprobar si los estudiantes realmente realizaban la tarea interactuando con los compañeros o, si por lo contrario, rellenaban su calendario personal al azar. Tampoco había manera de comprobar si los estudiantes anotaban bien los acuerdos alcanzados.

La dificultad para asegurar que los estudiantes interactúan únicamente a través de mensajes de texto, esto es, sin emplear ningún otro tipo de medio de interacción (verbal o no verbal) para comunicarse entre ellos. Al hacer la actividad en papel los estudiantes conocían las identidades de los demás jugadores, lo cual daba lugar a que resolvieran a menudo sus problemas de comunicación mediante aclaraciones orales, reduciendo el proceso de interacción y negociación por escrito al mínimo.

Dadas las mencionadas limitaciones de *Terminkalender* en su versión no digital, comenzamos a explorar los beneficios de usar las tecnologías móviles a fin de mejorar su potencial como herramienta de aprendizaje y evaluación. Con esta finalidad diseñamos un sistema móvil que facilita, por un lado, la interacción y negociación

de los estudiantes en lengua meta y, por otro, permite a los docentes administrar, controlar y analizar la interacción que se produce entre sus estudiantes.

## Diseño y uso del sistema

El sistema *Terminkalender* ha sido desarrollado utilizando una arquitectura cliente/servidor. El lado del cliente está compuesto por dos aplicaciones Android: la app del docente (*Teacher App*) y la app del estudiante (*Student App*). Ambas se conectan a un servidor que posibilita el flujo de información entre ellas y permite a los docentes rastrear y analizar con la ayuda de los logs la interacción de sus estudiantes (ver figura 1).

El uso de *Terminkalender* requiere, en primer lugar, que los docentes diseñen e introduzcan mediante la aplicación *Teacher App* el contenido de las tareas (ver figura 2). Esta información puede ser introducida manualmente o mediante la subida de un fichero XML previamente preparado. Una tarea se compone de una lista de actividades, entre las que los estudiantes pueden elegir para acordar citas con otros estudiantes del grupo.

Figura 1. Arquitectura del sistema móvil *Terminkalender*



Figura 2. Captura de pantalla de *Teacher App*



El contenido de cada actividad es definido mediante los siguientes ítems:

- *Activity Name*: Actividad a realizar (p.ej. *ir al supermercado, ir al cine, ir al teatro*, etc.).
- *Participants*: Número de estudiantes requeridos para realizar una actividad, entre uno y cuatro.
- *What*: una lista de actividades que los estudiantes deben acordar y añadir a sus calendarios (p. ej. *ir de compras a Mediamarkt, ver Avatar en el cine, ir a ver el musical Mamma Mía* al teatro, etc.).
- *Where*: una lista de lugares concretos donde se pueden realizar las actividades (p. ej. en el *Centro Comercial Bahía Sur, Teatro Falla*, etc.).

Posteriormente, el docente debe crear uno o más grupos de estudiantes de acuerdo con sus objetivos y criterios didácticos (p.ej. agrupándolos al azar o en función del dominio del idioma).

Una vez que los grupos hayan sido configurados, el docente asigna una contraseña única para cada grupo. Esta contraseña permite que los miembros de cada grupo puedan identificarse dentro de una misma sesión compartida e interactuar exclusivamente con los compañeros del mismo grupo (ver figura 3). Al acceder a la aplicación, se muestran un calendario y una lista de actividades disponibles (*Aktivitäten*) en la pantalla de cada estudiante (ver figura 4).

Figura 3. Interfaz con las actividades y los usuarios disponibles (*Teacher App*)

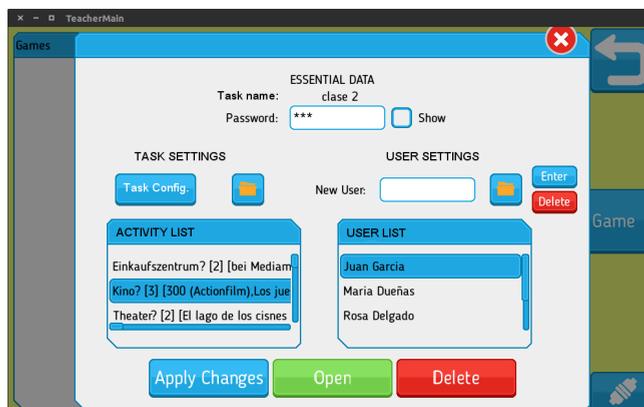


Figura 4. Calendario personal del estudiante



El calendario contiene un número de franjas horarias (*morgens, mittags...*) y días de la semana (*Mittwoch, Donnerstag...*). Al iniciar la tarea todas las franjas están vacías permitiendo a los estudiantes acordar tantas citas como huecos estén disponibles. Para introducir una cita, los estudiantes deben pulsar primero en una de las actividades disponibles (ver figura 4, lista de la derecha). Una vez seleccionada una actividad, se muestra información relacionada con esta (número de estudiantes requeridos para realizar cada actividad, los lugares en los que se puede realizar, etc.). A continuación, los estudiantes deben activar su chat (mediante un clic en el icono “chat”) para poder interactuar con otros estudiantes del mismo grupo y acordar una cita para alguna actividad (ver figura 5). Durante este proceso de negociación, los estudiantes pueden volver cada vez que lo deseen a su calendario personal,

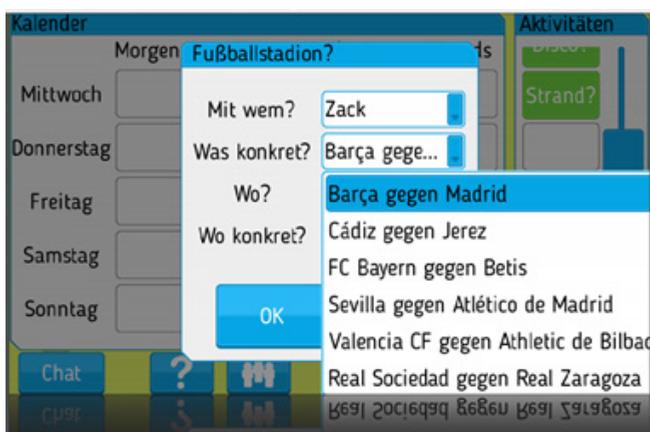
comprobar su disponibilidad en cuanto a franja horaria, días de la semana, etc., y regresar nuevamente al modo chat.

Una vez que los estudiantes hayan llegado a un acuerdo con respecto a una actividad, deben arrastrarla a la franja respectiva en su calendario para que la actividad quede registrada. Para guardar la actividad en el calendario, los estudiantes deben indicar con quiénes ha sido planificada (p.ej. *Zack*), de qué tipo de actividad se trata (p. ej. *ir a ver el Barça contra el Real Madrid*) y dónde será realizada (p.ej. en el *Estadio Camp Nou*). En cuanto los estudiantes hayan especificado y almacenado la información requerida (ver figura 6), el calendario indica en la respectiva franja el nombre de la actividad, lo que implica que la franja ya no estará disponible para la negociación de futuras citas.

Figura 5. Ejemplo de interacción de estudiantes mediante chat



Figura 6. Ejemplo de lista de actividades desplegadas



En comparación con su formato original (versión en papel), una de las ventajas principales de la versión digital de *Terminkalender* es que permite a los estudiantes comprobar, mediante el botón de control *Aktivität beendet* (“actividad terminada”), si su información almacenada en su agenda coincide con aquella almacenada por sus compañeros en las suyas. De esta forma los estudiantes reciben retroalimentación inmediata del sistema. Para ello se muestran las actividades en cajas de diferentes colores, donde el color verde indica que los datos de la tarea coinciden en los calendarios correspondientes, mientras que el color rojo muestra que alguna información indicada por diferentes estudiantes del mismo grupo no coincide (figura 7). En el caso de que un estudiante no haya completado una tarea correctamente, deberá revisar la información acordada mediante chat y volver, en su caso, a negociar con sus compañeros un nuevo acuerdo.

Figura 7. Ejemplo de calendario en proceso de negociación con citas introducidas



Para prevenir que los estudiantes se comuniquen por otra vía que no sea el chat de la aplicación, obligándolos a que interactúen a través de la lengua meta, las identidades de los estudiantes se generan de forma anónima por la APP usando nombres aleatorios para cada compañero.

El software desarrollado para esta experiencia es gratuito y disponible en código abierto en una forja pública<sup>1</sup> (Osuna, 2016).

## Población y muestra del estudio

El presente estudio de caso se realizó con un grupo de estudiantes de la Universidad de Cádiz, que en el momento de la experiencia estaban cursando la asignatura de Alemán I (nivel A1 del MCERL) dentro de los Grados de Estudios Ingleses y Franceses. El grupo seleccionado para el análisis estaba compuesto por seis estudiantes seleccionados al azar. Al objeto de analizar el impacto de la app

*Terminkalender* en la interacción de los estudiantes en lengua meta se les pidió que la usaran durante aproximadamente una hora.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De cara a explorar el potencial que posee *Terminkalender* para el análisis del rendimiento de los estudiantes, así como de la interacción llevada a cabo entre ellos durante la experiencia de aprendizaje, el sistema registra y facilita al docente la información registrada durante la partida. Esta está disponible en formato CSV, de manera que puede ser procesada fácilmente usando una hoja de cálculo. La información registrada para cada estudiante es almacenada en una fila distinta (ver tabla 1), guardándose para cada uno de ellos los siguientes datos:

- **Estudiante:** nombre del estudiante (en este caso se mantiene el anonimato).
- **Frases:** número de frases escritas durante la realización de la tarea de aprendizaje.
- **Palabras:** total de palabras escritas.
- **Palabras con errores léxicos:** cantidad de palabras no incluidas en el diccionario de alemán.
- **Porcentaje de palabras con errores léxicos:** relación entre la cantidad de palabras con error y el total de palabras.
- **Actividades acordadas en pareja:** número de actividades para las que se ha concertado una cita correctamente.
- **Palabras distintas:** cantidad de palabras diferentes usadas.

Tabla 1. Rendimiento global de los estudiantes

Estudiante	Frases	Palabras	Palabras con errores léxicos	Porcentaje de palabras con errores léxicos	Actividades acordadas en pareja	Palabras distintas
St1	37	90	56	61%	3	23
St2	96	161	99	61%	5	29
St3	69	144	73	50%	1	33
St4	28	58	25	42%	1	16
St5	75	208	108	51%	5	42
St6	107	173	85	48%	5	17

Al examinar la tabla con detalle, puede observarse que tres de los seis estudiantes participantes (*St2*, *St5* y *St6*) llegaron a un acuerdo en un total de cinco citas, a pesar de que cada uno hizo un uso diferente de la lengua meta. Mientras que *St5* escribió un número total de 208 palabras en solo 75 frases, *St2* y *St6* emplearon 161 palabras en

96 frases y 173 palabras en 107 frases respectivamente. Esto implica que *St5* utilizó 2.8 palabras por frase, en comparación con 1.7 palabras por frase de media de los otros dos estudiantes (*St2* y *St6*). Adicionalmente, *St5* hizo uso de un mayor número de palabras, con más de 40 palabras distintas, mientras que *St2* y *St6* emplearon solo 29 y 17, respectivamente.

En relación al porcentaje de errores léxicos, *St4* muestra su valor más bajo (42%). Otros miembros del grupo han tenido una ratio de fallos ortográficos considerablemente más alto, siendo el caso de *St3*, *St5* y *St6* alrededor del 50%, elevándose hasta 61% en los estudiantes *St1* y *St2*. Es remarcable que *St3* escribió el doble de palabras y frases que *St4*, dando lugar sin embargo a los mismos logros: los dos consiguieron acordar una única cita. Los resultados sugieren que ambos estudiantes no se desarrollaron demasiado bien en la negociación de las citas con sus compañeros, aunque *St4* rindió adecuadamente en términos lingüísticos, cometiendo muy pocos errores. En lo que respecta a *St1*, escribió más palabras y frases que *St4*, pero menos en comparación con *St3*. No obstante, *St1* fue capaz de acordar tres citas con otros compañeros.

Para facilitar a los docentes la revisión de las palabras más frecuentemente empleadas por los estudiantes cuando interactúan y negocian citas con sus compañeros, se genera una nube de etiquetas (ver figura 8). De esta manera, los docentes pueden tener una visión rápida de los términos utilizados sin necesidad de leer el texto completo de cada chat. En el caso de nuestro estudio los resultados muestran, por ejemplo, que entre los términos más usados se encuentran saludos como *Hallo* (*Hola*); formas verbales como *gehen*, *trinken*, *spielen*, *sehen*, *flirten* e *ist* (*ir*, *beber*, *jugar*, *ver*, *recoger* y *es*); preposiciones como *ins* y *mit* (*hacia* y *con*); ubicaciones como *Kino*, *Disco* y *Theater* (*cine*, *discoteca* y *teatro*); pronombres interrogativos como *wann*, *warum* y *wie* (*cuándo*, *por qué* y *cómo*); términos que expresan acuerdos como *Jaa*, *Perfekt* y *cool* (*sí*, *perfecto* y *guay*); o términos que reflejan desacuerdos como *Nein/nicht* y *Hm* (*no* y *hum*). Adicionalmente, una información más detallada puede ser extraída por los docentes mediante el análisis pormenorizado del contenido de los chats, que el sistema diseñado proporciona en formato de fichero de texto.

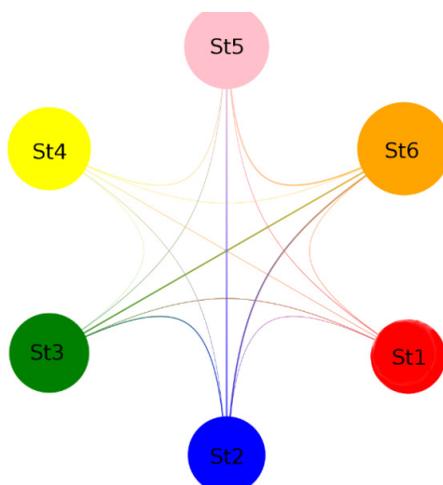
Figura 8. Nube de etiquetas generada tras la experiencia



El gráfico de la figura 9 ilustra las interacciones que tuvieron lugar entre los participantes. Los estudiantes están representados mediante diferentes círculos y colores. El número de citas acordadas correctamente se indica mediante el grosor del círculo: a mayor grosor más citas ha concretado el estudiante. La intensidad de la comunicación entre los estudiantes se muestra mediante las distintas líneas que conectan cada círculo: cuanto más gruesa es una línea, más frases ha utilizado el estudiante para interactuar y negociar con la otra parte.

Se observa que las líneas entre *St5*, *St6* y *St2* son las más fuertes, al ser los estudiantes que mayor número de frases han escrito (entre 161 y 208). *St3* también escribió muchas frases (144), pero solo se comunicó de forma intensiva con *St6*. Por otra parte, puede verse que *St1* mantuvo una interacción de intensidad media o baja con todos sus compañeros, mientras que *St4* apenas destacó en sus interacciones.

Figura 9. Grafo de interacción entre los estudiantes



## CONCLUSIONES

En este documento hemos presentado nuestra experiencia con el desarrollo de una herramienta móvil para el aprendizaje colaborativo basada en una tarea tradicional, denominada *Terminkalender*, para la adquisición de un idioma extranjero. El nuevo sistema fue diseñado específicamente para implementar diferentes características no recogidas por la versión no digital, aprovechando las diferentes posibilidades que proveen los entornos móviles. En primer lugar, el uso de identidades anónimas con objeto de evitar que los estudiantes se comuniquen por otra vía diferente a la prevista por el chat. En segundo lugar, la revisión del adecuado almacenamiento en su calendario de las actividades acordadas, de forma que se detecta automáticamente

cualquier posible error por parte de los estudiantes. En tercer lugar, permitir a los docentes especificar las actividades, el tamaño y los integrantes de cada grupo de estudiantes, lo que da un mayor control durante la experiencia de aprendizaje. Finalmente, la solución a los problemas de escalabilidad que pueden entrañar los entornos de aprendizaje tradicionales, al ser las interacciones entre los participantes administradas, almacenadas y procesadas por el servidor.

Los resultados preliminares muestran que el sistema móvil de *Terminkalender* permitió recuperar fácilmente distintas informaciones sobre el comportamiento de los estudiantes. Algunos de los datos que pueden ser obtenidos han sido resumidos, ilustrando el rendimiento individual de cada estudiante mediante métricas objetivas (número de frases y palabras escritas, cantidad de palabras con errores léxicos, total de palabras distintas y número de actividades acordadas por cada estudiante). Asimismo, la aplicación facilita una nube de etiquetas, que se genera a partir de las palabras usadas más frecuentemente en las interacciones de los estudiantes. Por último, una gráfica ilustra la interacción que tiene lugar entre cada pareja de estudiantes. Adicionalmente, todos los datos mencionados pueden ser complementados por el análisis del histórico de los mensajes de texto, los cuales son automáticamente almacenados por el sistema.

Como trabajo futuro, nuestro objetivo es realizar un análisis en profundidad de los datos recogidos durante la experiencia descrita, incluyendo pruebas previas y posteriores, así como la retroalimentación de los estudiantes participantes en la experiencia de aprendizaje. De esta forma seremos capaces de extraer conclusiones más sólidas sobre cómo las tecnologías móviles pueden influir en el comportamiento de los estudiantes cuando realizan tareas colaborativas e interactúan y negocian con otros estudiantes mediante mensajes de texto en lengua meta (Aragón-Mendizábal, Delgado-Casas, Navarro-Guzmán, Menacho-Jiménez y Romero-Oliva, 2016; Laura Briz-Ponce, Pereira, Carvalho, Juanes-Méndez y García-Peñalvo, 2016; Pinto-Llorente, Sánchez-Gómez y García-Peñalvo, 2016).

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Junta de Andalucía bajo el programa Proyecto de Investigación e Innovación Educativa de la Universidad de Cádiz (sol201500054163tra). Igualmente, los autores quieren agradecer el apoyo de Javier Osuna, desarrollador del sistema, y Owayss Kabtoul por su apoyo en el despliegue de la experiencia.

## NOTAS

- <sup>1.</sup> <https://github.com/owayss/Terminkalender>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemi, M., Sarab, M., y Lari, Z. (2012). Successful learning of academic word list via MALL: Mobile Assisted Language Learning. *International Education Studies*, 5(6), 99-109. doi: <http://dx.doi.org/10.5539/ies.v5n6p99>
- Ally, M., y Tin, T. (2009). Mobile phone to improve English pronunciation. En *Proceedings of mlearn 2009, 8th World Conference on Mobile and Contextual Learning* (pp. 171-173). Orlando, FL (USA). doi: <http://dx.doi.org/10.14705/rpnet.2012.000031>
- Amer, M. (2014). Language learners' usage of a mobile learning application for learning idioms and collocations. *CALICO Journal*, 31(3), 285-302. doi: <http://dx.doi.org/10.11139/cj.31.3.285-302>
- Aragón-Mendizábal, E., Delgado-Casas, C., Navarro-Guzmán, J-I., Menacho-Jiménez, I., y Romero-Oliva, M-F. (2016). A comparative study of handwriting and computer typing in note-taking by university students. *Revista Comunicar*, 48(24), 99-107. doi: <http://dx.doi.org/10.3916/C48-2016-10>
- Berns, A., Isla-Montes, J.L., Palomo-Duarte, M., y Doderó, J. M. (2016). Motivation, students' needs and learning outcomes: A hybrid game-based app for enhanced language learning. *SpringerPlus*, 5(1305). doi: <http://dx.doi.org/10.1186/s40064-016-2971-1>
- Berns, A., y Palomo-Duarte, M. (2015). Supporting foreign language learning through a gamified app. En R. Hernández y P. Rankin, (Eds.), *Higher Education and Second Language Learning: Promoting Self-directed Learning in new Technological and Educational Contexts* (181-204). Bern: Peter Lang.
- Berns, A., Palomo-Duarte, M., Doderó, J. M., Ruiz Ladrón, J. M., y Calderón Márquez, A. (2015). Mobile apps to support and assess foreign language learning. En *Critical CALL – Proceedings of the 2015 EUROCALL Conference* (pp. 51-56). Padova (Italy). doi: <http://dx.doi.org/10.14705/rpnet.2015.000309>
- Bocanegra, A., y Perea-Barberá, L. (2014). Languages for specific purposes in the digital era. En E. Bárcena, T. Read y J. Arús, (Eds.), *Promoting specialised vocabulary learning through computer-assisted instruction* (129-154). Springer. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-02222-2>
- Briz-Ponce, L., Juanes-Méndez, J. A., y García-Peñalvo, F. J. (2016). *Handbook of Research on Mobile Devices and Applications in Higher Education Settings*. IGI Global Disseminator of Knowledge. doi: <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-5225-0039-1>
- Briz-Ponce, L., Pereira, A., Carvalho, L., Juanes-Méndez, J. A., y García-Peñalvo, F. J. (2016). Learning with mobile technologies – Students' behavior. *Computers in Human Behavior*, 1-9. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.027>
- Burston, J. (2013). Mobile-assisted language learning: A selected annotated bibliography of implementation studies 1994-2012. *Language, Learning & Technology*, 17(3), 157-224. Recuperado de <http://llt.msu.edu/issues/october2013/burston.pdf>
- Burston, J. (2014). The reality of MALL project implementations: Still on the fringes. *CALICO Journal*, 31(1), 103-125. doi: <http://dx.doi.org/10.11139/cj.31.1.103-125>
- Burston, J. (2015). Twenty years of MALL project implementation: A meta-analysis of learning outcomes. *ReCALL*, 27(1), 4-20. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0958344014000159>
- Calderón, A. (2016). *Teaching and assessing foreign language learning through apps*.

- Memoria Fin de Grado. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10498/18627>
- Castillo-Capriz, J., Matey, J., y Hernández García (2016). Current state of the art and future challenges of mobile learning: Bridging formal education and home environments. *Congreso Internacional de Nuevas tecnologías y tendencias en la Educación (CINTE '16)*. Bilbao, Spain.
- Chen, C. M., y Chung, C. J. (2008). Personalized mobile English vocabulary learning system based on item response theory and learning memory cycle. *Computers & Education*, 51(2), 624-645. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2007.06.011>
- Chen, T. S., Chang, C. S., Lin, J. S., y Yu, H. L. (2009). Context-aware writing in ubiquitous learning environments. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 4(1), 61-82. doi: <http://dx.doi.org/10.1142/S1793206809000611>
- Demouy, V., y Kukulska-Hulme, A. (2010). On the spot: Using mobile devices for listening and speaking practice on a French language programme. *The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 25(3), 217-232. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/02680513.2010.511955>
- Duman, G., Orhon, G., y Gedik, N. (2015). Research trends in mobile assisted language learning from 2000 to 2012. *ReCALL*, 27(2), 97-216. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0958344014000287>
- García-Penalvo, F. J., y Colomo Palacios, R. (2015). Innovative Teaching Methods in Engineering. *International Journal of Engineering Education*, 31(3), 689-693.
- Godwin-Jones, R. (2011). Mobile apps for language learning. *Language Learning & Technology*, 15(2), 2-11.
- Ibáñez Moreno, A., Jordano de la Torre, M., y Vermeulen, A. (2016). Diseño y evaluación de VISP, una aplicación móvil para la práctica de la competencia oral. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(1), 63-81. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.19.1.14580>
- Ibáñez Moreno, A., y Vermeulen, A. (2015). Using VISP (Videos for Speaking), a mobile App based on Audio Description, to promote English Language Learning among Spanish Students: a case study. En *Procedia: Social and Behavioural Sciences*, 178 (132-138). doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.03.169>
- Kiernan, P., y Aizawa, K. (2004). Cell phones in task based learning: Are cell phones useful language learning tools? *ReCALL Journal*, 16(1), 71-84. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0958344004000618>
- Kukulska-Hulme, A. (2015). Language as a bridge connecting formal and informal language learning through mobile devices. En: L. H. Wong, M. Milrad y M. Specht (Eds.), *Seamless Learning in the Age of Mobile Connectivity* (281-294). Singapore: Springer. doi: [http://dx.doi.org/10.1007/978-981-287-113-8\\_14](http://dx.doi.org/10.1007/978-981-287-113-8_14)
- Levy, M., y Kennedy, C. (2005). Learning Italian via mobile SMS. En A. Kukulska-Hulme y J. Traxler, (Eds.), *Mobile Learning: A Handbook for Educators and Trainer* (76-83). London (United Kingdom): Taylor and Francis. doi: <http://dx.doi.org/10.4324/9780203003428>
- Li, M., Ogata, H., Hou, B., Hashimoto, S., Uosaki, N., Liu, Y., y Yano, Y. (2010). Development of adaptive vocabulary learning via mobile phone e-mail. En *6th IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technologies in Education* (34-41). Los Alamitos, CA (USA): IEEE Computer Society. doi: <http://dx.doi.org/10.1109/WMUTE.2010.9>
- Li, Z., y Hegelheimer, V. (2013). Mobile-assisted grammar exercises: Effects on self-editing in L2 writing. *Language Learning & Technology*, 17(3), 135-156. Recuperado de <http://lt.msu.edu/issues/october2013/lihegelheimer.pdf>

- Lin, C. C., y Yu, Y. C. (2012). Learning English vocabulary on mobile phones. En J. Colpaert, A. Aerts, W. C. V. Wu y Y. C. J. Chao, (Eds.), *The medium matters - Proceedings from the 15th International CALL Conference* (416-420). doi: <http://dx.doi.org/10.4018/IJCALLT.2014040104>
- Osuna, J. (2016). *Terminkalender: Sistema informático para aprendizaje colaborativo de idiomas mediante juego de calendario*. Memoria de Trabajo Fin de Grado. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10498/18100>
- Palomo-Duarte, M., Bernes, A., Cejas, A., Dodero, J. M., y Caballero, J. A. (2016). Assessing foreign language learning through mobile game-based learning environments. *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals*, 7(2), 53-67. doi: <http://dx.doi.org/10.4018/IJHCITP.2016040104>
- Papadima-Sophocleous, S., Georgiadou, O., y Mallouris, Y. (2012). iPod impact on oral reading fluency of university ESAP students. En *Proceedings GLoCALL Conference* (18-20). Beijing, China.
- Pearson, L. (2011). Family-centred learning for Eastern European migrants using a mobile English language application. En *Proceedings 10th World Conference on Mobile and Contextual Learning (mLearn)* (7-14). Beijing, China: Beijing Normal University.
- Pinto-Llorente, A. M., Sánchez-Gómez, M. C., y García-Peñalvo, F. J. (2016). Assessing the effectiveness of interactive and collaborative resources to improve reading and writing in English. *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals*, 7(1), 66-85. doi: <http://dx.doi.org/10.4018/IJHCITP.2016010105>
- Read, T., y Barcena, E. (2016). Metacognition as scaffolding for the development of listening comprehension in a social MALL App. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(1), 103-120. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.19.1.14835>
- Rico, M. M., y Agudo, J. E. (2016). Aprendizaje móvil de inglés mediante juegos de espías en Educación Secundaria. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(1), 121-139. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.19.1.14893>
- Ruiz-Rube, I., Mota, J. M., Person, T., Bernes, A., y Dodero, J. M. (2016). Autoría y analítica de aplicaciones móviles educativas multimodales. En *XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa SIIIE 2016*, (pp. 1-6).
- Saran, M., Seferoglu, G., y Cagiltay, K. (2009). Mobile assisted language learning: English pronunciation at learners' fingertips. *Eurasian Journal of Educational Research*, 34, 97-114.
- Saran, M., Seferoglu, G., y Cagiltay, K., (2012). Mobile language learning: Contribution of multimedia messages via mobile phones in consolidating vocabulary. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 21(1), 181-190.
- Stockwell, G. (2007). A review of technology choice for teaching language skills and areas in the CALL literature. *ReCALL*, 19, 105-120. doi: <https://doi.org/10.1017/S0958344007000225>
- Stockwell, G., y Hubbard, P. (2013). Some emerging principles for mobile-assisted language learning. *The International Research Foundation for English Language Education*, 17(2014), 1-15. Recuperado de <http://www.tirfonline.org/english-in-the-workforce/mobile-assisted-language-learning/some-emerging-principles-for-mobile-assisted-language-learning>
- Talavan, N., y Ávila Cabrera, J. J. (2015). Audiovisual reception and MALL: Adapting technology to real needs. *Porta Linguarum*, 24, 33-46.

- Yang, T. Y., y Chen, H. J. (2012). Investigating the effects of a mobile game on EFL learners' vocabulary learning. En J. Colpaert, A. Aerts, W. C. V. Wu y Y. C. J. Chao, (Eds.), *The medium matters: Proceedings 15th International CALL Conference* (697-700). doi: <http://dx.doi.org/10.5296/ijld.v1i1.1118>
- Yang, J. C., Lai, C. H., y Chu, Y. M. (2005). Integrating speech technologies into a one-on-one digital English classroom. En *IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'05)* (159-163). doi: <http://dx.doi.org/10.1109/WMTE.2005.39>

## PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

**Anke Berns.** Doctora en Filología Anglogermánica por la Universidad de Cádiz y profesora del Departamento de Filología Francesa e Inglesa de la Universidad de Cádiz. Miembro del grupo de investigación Mejora del Proceso Software y Métodos Formales (SPI&FM). Sus líneas principales de investigación son: VLEs (*Virtual Learning Environments*), CALL (*Computer Assisted Language Learning*) y MALL (*Mobile Assisted Language Learning*). Ha coordinado numerosos Proyectos de Innovación Docente y participado en varios proyectos nacionales e internacionales de investigación.

E-mail: [anke.berns@uca.es](mailto:anke.berns@uca.es)

### DIRECCIÓN DE LA AUTORA

Facultad de Filosofía y Letras  
Universidad de Cádiz (UCA)  
Av. Doctor Gómez Ulla, s/n  
Cádiz (España)

**Manuel Palomo-Duarte.** Ingeniero en Informática por la Universidad de Sevilla y Doctor por la Universidad de Cádiz, donde trabaja actualmente como Profesor en el Departamento de Ingeniería Informática. Ha sido Director de la Oficina del Software Libre y del Conocimiento Abierto (OSLUCA) y vocal de Educación en Wikimedia España. Sus intereses de investigación se centran en el uso de tecnologías colaborativas y videojuegos con fines educativos, especialmente en ingeniería informática y en aprendizaje de idiomas.

E-mail: [manuel.palomo@uca.es](mailto:manuel.palomo@uca.es)

**José-Luis Isla-Montes.** Doctor en Ingeniería Informática por la Universidad de Granada. Actualmente trabaja como profesor en el Departamento de Ingeniería Informática de la Universidad de Cádiz. Es miembro del grupo de investigación SPI&FM (*Software Process Improvement and Formal Methods*) y ha participado en diversos proyectos I+D de ámbito nacional e internacional. Su interés se centra

en el ámbito de los sistemas colaborativos para el aprendizaje, la gamificación y la usabilidad.

E-mail: [joseluis.isla@uca.es](mailto:joseluis.isla@uca.es)

**Juan-Manuel Dodero.** Licenciado en Informática por la UPM, doctor en Ingeniería Informática por la UC3M y Profesor Titular de la UCA. Su campo de investigación es la ciencia y las tecnologías del software, con interés en las tecnologías de mejora del aprendizaje. Ha coordinado y participado en diversos proyectos, generando numerosas publicaciones indexadas. Ha sido director de la Oficina de Software Libre y coordinador del Máster en Ingeniería Informática en su universidad. E-mail: [juanmanuel.dodero@uca.es](mailto:juanmanuel.dodero@uca.es)

**Pablo Delatorre.** Ingeniero y DEA en Tecnología e Ingeniería del Software por la Universidad de Sevilla. Es integrante de los grupos NIL, de la Universidad Complutense de Madrid, y SPI&FM, de la Universidad de Cádiz, donde es profesor y ha coordinado varios proyectos de Innovación Docente. Participa como investigador en los proyectos europeos WHIM e IDiLyCo. Fuera del ámbito académico, ha trabajado diez años en el sector TIC, dirigiendo proyectos empresariales nacionales e internacionales.

E-mail: [pablo.delatorre@uca.es](mailto:pablo.delatorre@uca.es)

## DIRECCIÓN DE LOS AUTORES

Escuela Superior de Ingeniería  
Universidad de Cádiz (UCA)  
Av. de la Universidad de Cádiz, 10  
Puerto Real (España)

**Fecha de recepción del artículo:** 15/12/2016

**Fecha de aceptación del artículo:** 23/01/2017

## Como citar este artículo:

Bernes, A., Palomo Duarte, M., Isla Montes, J. L., Dodero Beardo, J. M., Delatorre Moreno, P. (2017). Agenda colaborativa para el aprendizaje de idiomas: del papel al dispositivo móvil. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp.119-139. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17713>



# Educating Urban Designers using Augmented Reality and Mobile Learning Technologies

## Formación de Urbanistas usando Realidad Aumentada y Tecnologías de Aprendizaje Móvil

Ernest Redondo Domínguez  
*Universidad Politécnica de Catalunya (España)*

David Fonseca Escudero  
*La Salle, Universitat Ramon Llull (España)*

Albert Sánchez Riera  
*Universidad Politécnica de Catalunya (España)*

Isidro Navarro Delgado  
*La Salle, Universitat Ramon Llull (España)*

### Abstract

This paper describes an educational experience using augmented reality (AR) on mobile devices as a tool for learning urban design concepts and specifically for architecture degree students. In a real project-based exercise, the participants had to design a sculpture to be placed in a public space, checking the suitability of the object as for example the form, scale, location, materials, etc., and taking into account the surroundings. The project is controlled on-site using AR on mobile platforms, encouraging collaborative learning by sharing the 3D models of their proposals, and acting both as producers and consumers of AR content in the process. To assess both the usability of technology, as well as the learning improvement, the class was divided into two groups with equivalent pre-course grades: a control group, who followed the conventional course in the laboratory, and a test group, who used AR technology. At the end of the course, the AR-using group showed a significant increase in academic performance, higher motivation and satisfaction compared to the control group.

*Keywords:* visual learning; architecture; urban planning; information technology; computer-assisted design; urban development.

## Resumen

El presente artículo describe una experiencia educativa usando Realidad Aumentada (RA) en dispositivos móviles para el aprendizaje de conceptos de diseño urbano en estudiantes del Grado de Arquitectura. A tal efecto, se ha diseñado un ejercicio práctico sobre la casuística de un proyecto real, donde los estudiantes deben diseñar una escultura para una plaza pública en función de los parámetros del entorno, debiendo controlar sus parámetros, la forma, escala, localización, materiales, etc. El ejercicio se visualiza y controla mediante plataformas móviles de RA, lo que permite enfatizar un aprendizaje colaborativo mediante el estudio de las propuestas del resto de estudiantes in situ. Para la evaluación del proceso, tanto a nivel de usabilidad como de mejora del proceso educativo, hemos dividido a los estudiantes en dos grupos: uno primero de control, que cursó un sistema tradicional de la asignatura en base a ejercicios de laboratorio, y un grupo experimental, que utilizó el sistema descrito en la ubicación real del proyecto. Al final del curso, y en base a los resultados obtenidos y discutidos en el presente artículo, el grupo experimental obtuvo mejores notas finales, al mismo tiempo que se constata un incremento en el grado de satisfacción y motivación de los estudiantes que han utilizado la propuesta experimental. Este aspecto nos permite reafirmar la utilidad del método en la mejora educativa en el ámbito donde se circunscribe la experiencia.

*Palabras clave:* aprendizaje visual; arquitectura; planificación urbana; tecnología de la información; diseño asistido por ordenador; desarrollo urbano.

Urban space understanding and visual education are key aspects for architects training. They are used to make an exercise of synthesis and complicity with the environment prior to any architectural intervention. This article presents a case study based on the virtual modeling of urban sculptures for their visualization in a real environment. To carry out this educational experience we used mobile devices and Augmented Reality (AR) technology as a working tool for both Mobile Learning (ML) and the most innovative approaches to Web 3.0. It focused on architectural interventions in urban spaces and aimed to evaluate the academic performance improvement of students using these technologies. For this purpose a control group and two experimental groups were used, one per operating system (IOS and Android). Results suggest that experimental groups obtained significant improvements in their ratings compared to the control group. In this case, human-computer interaction seems to have contributed to a better understanding of basic concepts such as the scale and position of the sculptural elements in the urban space.

Urban morphology is constantly evolving; buildings and urban spaces are built, demolished, and remodeled, altering the landscape of our cities through the collective action of their inhabitants. Urban Plans describe what we want our cities to be, undergoing revisions as we change the vision of the future of our cities (Valls, Garcia-Almirall, Redondo, & Fonseca, 2014). The analysis of the complex interaction throughout time between what the city is and what it wants to become allows urban planners and designers to understand both the past and present states of the city to plan for a better future.

Nowadays, urban Planning and Urban Design are complex processes that involve actors from different disciplines collaborating and managing heterogeneous data from different sources. The visual representation of data and city elements allow the exploration of complex datasets, and can improve the collaboration of the teams involved through better communication (Zlatanova, Itard, Kibria, & Van Dorst, 2010). However, the representation of urban phenomena in three dimensions is challenging. While advances have been made in the realistic representation of cities (Zeng, Wonka, & Van Gool, 2007) or data captured from reality (Gruen, Behnisch, & Kohler, 2009), the use of the third dimension for aesthetic purposes to convey information through the abstract representation of volumes (Dönnner, Baumann, Buchholz, 2006), or the generalization or simplification of the 3D geometry (Semmo, Trapp, Kyprianidis, & Döllner, 2012), remain less explored.

Information and Communication Technologies (ICTs) such as AR can play an important role in improving the urban planning and design workflow, giving professionals new tools to evaluate the outcomes of their decisions before they are materialized, a crucial advantage since urban transformation processes can span decades and consume enormous (public and/or private) economic resources. In this paper, the authors describe an educational experiment training the professionals that will shape the cities of the future, using AR in an urban planning and design course, and assess the students' academic performance improvement and their satisfaction using this technology. This educational research project arises within the research group *Architecture, Representation & Modelling (AR&M)*, an intercollegiate group of researchers in the architectural field coordinated by the Technical University of Catalonia – BarcelonaTech, (UPC). The team is composed of lecturers and researchers from the Architectural Representation and Visual Analysis I & II Departments (UPC) and La Salle Barcelona campus (Ramon Llull University).

The paper continues with a brief explanation of the current theoretical framework in the background section concerning the urban development, its education and the use of ICTs in architecture and urban formation. The following sections describe the design of the study, the method and the main results obtained. Finally, we can find a conclusion section and the main future lines of research suggested.

## **BACKGROUND**

### **Barcelona public space *design* and the role of sculptural elements**

In the preparation for the 1992 Olympic Games in Barcelona, many construction works were executed. The large majority were large urban infrastructures and sports facilities, resulting in the creation and/or redefinition of new urban spaces each with their own character, where the placement of modern sculptures acquired great prominence. This type of intervention (Hortet 1987), defined as “metastasis

processes” in urban proposals, has been one of the methodological contributions of Barcelona’s urban design to the world.

Following this strategy, many public works incorporated modern sculptures to provide monumental qualities to urban spaces. The monuments therefore acquired a double significance –commemorative and rememorative– beyond the purely aesthetic presence of the sculpture (Monclús, 2004).

More than fifty sculptures were placed in Barcelona (Sadurni 2002), both from Spanish and internationally renowned authors. The objective was to beautify the urban landscape and bring art closer to people, following the spirit and tradition started in the universal exhibitions to symbolize modernity (Cartes, 1997). Catalan artists (Miró, Tàpies and Brossa) along with prominent Spanish (Chillida, López and Hernández) and international authors (Oldenburg, Roy Lichtenstein, and Carr) were involved in this process.

Teaching the skill of designing outdoor spaces in urban environments is not a common practice in architecture schools outside Spain; in the rest of Europe, this discipline together with Urbanism is part of a different degree, usually designated as Urban Planning and Urban Design.

Moreover, in other Spanish architecture schools, this subject matter is not usually as central as in the case of the School of Barcelona, which has about 50 ECTS (European Credit Transfer System) credits devoted to the matter in its architecture degree, whereas other faculties spend around 20 ECTS credits (Wallet, 2002).

As Payne (2012) proposes, visual perception is a fundamental human activity and a vital component in arts education. It is very important to explore the pedagogical implications for teaching visual perception, including the appropriate selection of media to construct and communicate the proposal. When incorporating a new artifact in a public space (sculpture and urban furniture) an exercise of synthesis and complicity is essential. This forces the architect to understand the sculptors’ (or designer’s, in the case of urban furniture) perceptual scale of the urban space, as well as the possible uses (Trias, 1976) and aesthetics of the proposal in its urban setting, being necessary to comprehend the relationship between all the elements in the visual project (Adkins, 2014).

In higher education in the fields of architecture, urbanism or building engineering, space visualization and conceptualization are essential aspects that students must master before initiating their professional career (Leopold, Górska, & Sorby, 2001). Tools that use computer-assisted design (CAD) technologies, geographic information systems (GIS) and, more recently, building information modelling (BIM), help to create virtual models that are nearly identical to actual structures and have great capacities for architecture management and teaching discussion (Fonseca, Martí, Redondo, Navarro, & Sánchez, 2014).

## Education anytime and anywhere: Mobile Learning

Nowadays, the use of ICTs, and especially mobile and wearable devices (Smartphones, tablets, smart watches, smart glasses, etc.) comprise a set of tools and applications that allow the incorporation and development of new strategies in all fields of modern life: education, social relations, work, leisure, etc. In the case of education, most of the proposals developed assume that they ease the learning process and provide better learning performance based on the academic results metric. All these approaches, which intend to improve the student learning process, should be capable of providing support and address the difficulties that arise when the student interacts with new devices and applications.

We consider Mobile Learning (ML) a subfield of distance education, which includes the e-learning strategies based on the use of computers and networks. ML can go a step further by enabling teaching via wireless networks and mobile devices, allowing learning to take place anywhere and ensuring that teacher-student interaction always exists (Tsvetozar, 2004) and enabling situational teaching, where the device detects its context and provides the relevant information.

The first works on ML from a scientific point of view were approached by COMTEXT (Kristoffersen 2000), a virtual learning environment using mobile devices. Other experiences extended the same idea to a virtual university based on the Internet and mobile devices, developing a platform called Welcome ML (Wireless E-Learning) considered central by several authors (Navarro et al., 2012). This concept is developed further when ML incorporates Ubiquitous Learning (UL), where the data is stored in the cloud and can be consumed anywhere through all kinds of educational applications and/or social networks.

In combination with a collaborative model (Li, Li, & Wang, 2006), participation and sharing within the network can generate new knowledge (Naismith, 2004). The use of touch-screens, smartphones and medium-sized tablets equipped with high-speed wireless connections, GPS and long-lasting batteries, has allowed to develop new pedagogical strategies, despite the size limitations of the screens.

## The applications of Augmented Reality

The constant demand for smart devices for commercial and recreational uses, as well as advances in technology, has allowed the cost of mobile devices to drop, allowing greater access to them by end users, and to increase their capabilities. Mobile devices are currently capable to provide quality real-time 3D content.

In AR applications, the user sees the real world with overlaid virtual objects; it is not a system to replace the real world as in Virtual Reality (VR), but it enriches the user perception with information. The result can be an image of a virtual 3D model shown to the user on the screen of the device used (computer, projector, whiteboard, goggles, tablet, or smartphone) inserted into the environment or live-video feed.

AR and VR share some common features such as immersion, navigation and interaction (Denleavy, Dede, & Mitchell, 2008). However, AR has two main advantages over VR (Sánchez, Redondo, & Fonseca, 2012):

- It allows a collaborative experience in a real scene so that users can work with computer-generated objects as if they were real objects in a real environment, in real time.
- It allows tangible interaction by overlaying virtual objects in a real environment through markers, where the user can modify and manipulate the scale, position and location of virtual objects. This “tangible” interaction, achieved by simply modifying these markers, becomes an extremely simple and natural interface that requires no prior training by the user.

## Emerging technologies in education

These technologies have been recently introduced in various commercial fields with many expectations for the near future. In education there have been experiences teaching mathematics and geometry (Kaufmann, 2002) and more recently focusing on education and visualization of 3D models (Martín-Gutierrez, 2010).

The study of the relationship between student interaction, degree of satisfaction, and usability when teaching using new educational methods is extensive, with recent contributions that have helped to design e-learning and mobile experiences and dislocate teaching using ICTs (Sun & Hsu, 2013; Giesbers, Rienties, Tempelarr, & Gijsealers, 2013).

These technologies, allow the creation and use of new Virtual Learning Environments (VLE), and Virtual World Environments (VWE), new platforms to improve the education in a collaborative and interactive way (Park, 2011).

In Architecture and related areas, several contributions can be found: using mobile devices to check the final appearance of a design, urban planning and design (Matsumoto 2008), access to advanced contents in Cultural Heritage monuments (Haugstvedt & Krogstie, 2012), increase the involvement of citizens in the assessment of urban proposals (Fonseca, Valls, Redondo, & Villagrasa, 2016), and human-computer interaction research (Erskine, Gregg, Karimi, & Scott, 2015).

Finally, digital technology can allow professionals and students to generate and modify virtual proposals quickly and easily, and in conclusion to explore the relationship between art and place (Sinkler, 2013), generating new visualization methods that surpass photomontage techniques in architectural representation (Wang, 2011). These procedures are helping to address traditional problems in urban design, such as the relative scale of the different compositional elements, their number, arrangement and the control of the final design visual appearance.

## Experimental design

It is possible to categorize the perception of urban elements using references of public space designers (Burton-Chellew, Mouden, & West, 2016). Monuments are one of these elements, which are perceived at urban or local scales depending on their size and location, and whose materials and details can make public spaces welcoming and adapted to the human scale.

The main objective of this educational experiment was the study of human-computer interaction when defining the scale and position of sculptural elements and street furniture in the design of outdoor spaces. This approach is novel in the fields of architecture and urban planning where the classical representation of the designs via printed plans and physical models still prevails.

The scientific treatment of the experiment was based on the study of AR technology on mobile devices and the assessment of the improvement of student academic performance. This approach complements previous works where VR has been used as an empirical research tool in educational environments (Kuliga, Thrash, Dalton, & Hölscher, 2015).

The primary working hypothesis was that using AR applications in mobile devices improved the students' final grades. It was expected that they would prefer innovative training using technological systems (AR and ML) instead of conventional training, and that they would be more motivated, even if they had to devote more time to working on the proposed practical exercise. The secondary working hypothesis was that using these advanced visualization methods for architectural and urban proposals, the students would improve their spatial skills, which are one of the most important competences to develop throughout their training.

To test these hypotheses, the degree of usability of the application by the students was assessed. These common pitfalls should be easier to avoid when students have been physically on site, and have taken into account the perceptual impact of their proposals with the help of these technologies, using self-evaluation.

## Technological framework

The experiment relied on new visualization strategies using AR in outer spaces using multiple mobile devices (smartphones and tablets) using commercial (ARmedia©) on iOS devices and free customized applications (U-AR on Android devices).

U-AR was specifically developed for this project because it was considered necessary to enable the creation and management of virtual personalized content through AR, offering advantages in the learning process, compared to other existing commercial applications. This tool is based on optical image recognition of elements in the environment that act as markers, allowing to choose up to five different ones. Each of those images can be associated with various 3D models without changing

the marker, allowing manipulation, positioning and scaling of several of them. This way the user can compare alternative proposals with a single marker, such as the stages of development of a constructive process, or any other information which can be separated in layers. Another advantage is that certain model objects can be designated as occluders (Redondo, Fonseca, Sánchez & Navarro, 2012), allowing a much better model integration in the environment.

## CASE STUDY

### Course and participants profile

The experiment was developed with the participation of the students in the Computer Applications (3 ECTS credits), and Architectural Representation III (5 ECTS credits) courses. The primary objective was to provide the training and technical resources to allow students to design, analyze, develop and present architectural designs under the general theme of the course on Housing and Urban environment. This was accomplished using two different strategies: (a) using digital image processing techniques, and (b) creating 3D virtual environments in different formats, including AR.

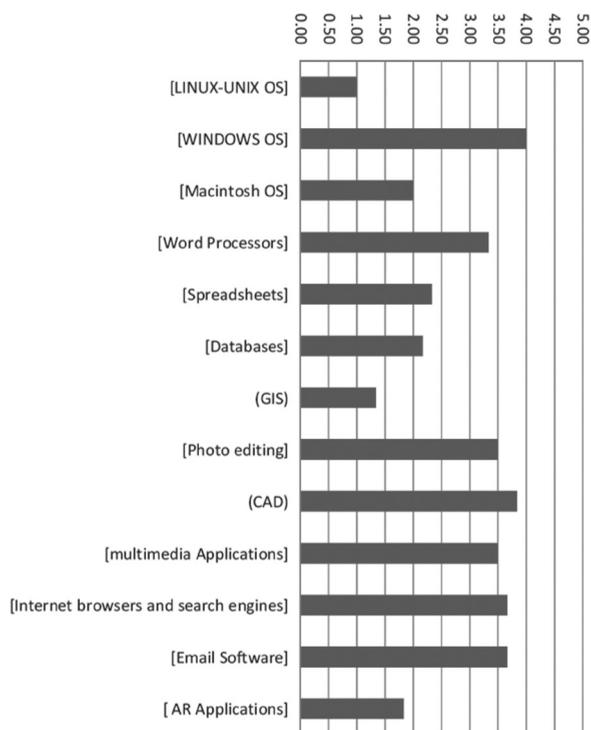
It required optimizing learning time with emphasis on the generation of urban models for the proposed intervention as well as virtual scenarios, which were later evaluated from an analytical and visual communication points of view.

To validate the work hypothesis, the case study included a group in a semester course with an intensity of two-hour sessions per week. The subject of this course revolves around learning to use advanced software applications, and as a course in the junior year, is the culmination effort of all the knowledge that the students have acquired during their previous formative years.

- The sample group consisted of 25 students divided into two subgroups:
- 17 students, nine of whom had iOS devices and 8 Android devices, who were involved in the pilot course (Android users used the AR application designed (U-AR application) while iOS users used Armedia©).
- The remaining eight users working without smartphones or with devices incompatible with the required technologies followed the traditional course, as in previous years.

The 17 participants in the test group and the 8 belonging to the control group were asked to answer a questionnaire to find out their prior knowledge on AR technology and technological profile (Figure 1).

Figure 1. Technological and previous knowledge of the student about different technologies



## The choice of urban setting

The central theme of the course was the study of interventions in the urban landscape of Barcelona, and the case study was on Flassaders Square (Figure 2), which had recently been completed with the construction of the extension of the Picasso Museum in 2009.

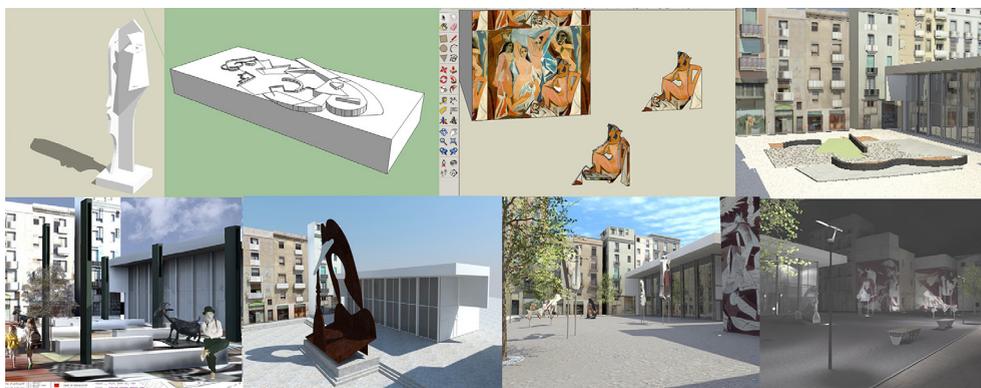
Figure 2. Map and location: Flassaders Square next to the Picasso Museum



In the prior courses to the case study described in this paper a variant of the exercise had been used without using AR technology, where the students had placed several works by the painter Picasso in the same location. The main problems detected that the new strategy tried to address were the following (Figure 3):

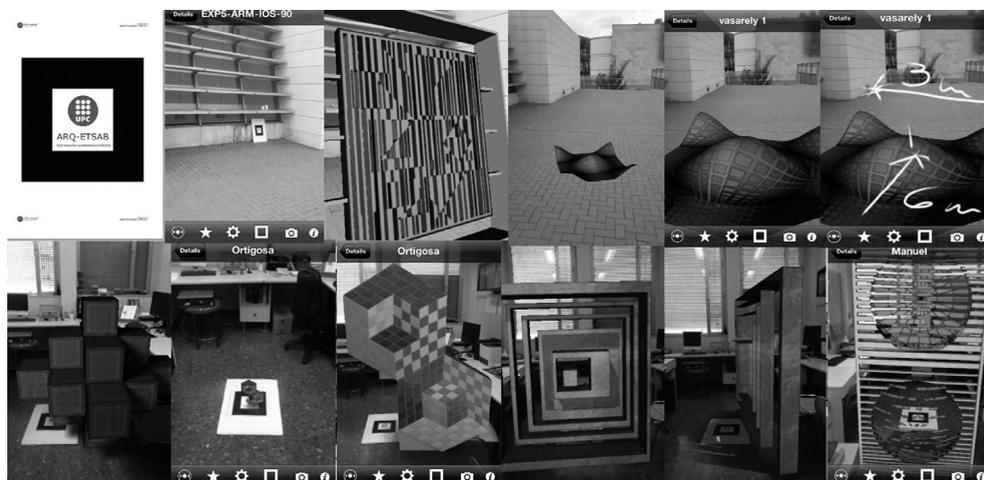
- Some students proposed to place 29m high sculptures, which exceeded the 9m of the museum building.
- Other proposals raised urban furniture over 20 meters for a setting with just 47 meters in length.
- Small sculptural objects around 50cm would have gone completely unnoticed.

Figure 3. Examples from previous courses with oversized sculptures, designs cluttering space and minimalist proposals



Once the location was defined, some preliminary feasibility studies (Figure 4) were conducted to assess the suitability of the technology.

Figure 4. Feasibility studies of the project using ARmedia plugins for SketchUp and 3DSmax on iPhone devices



## Experiment phases

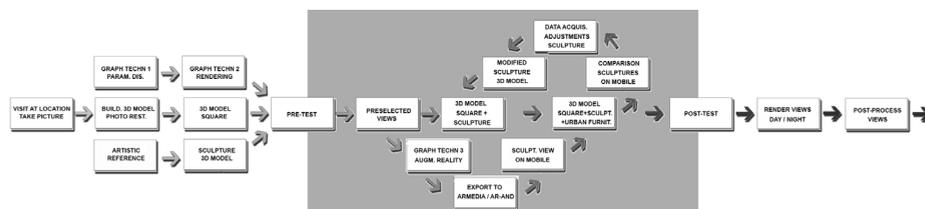
The goal of the course was to design a sculpture to be placed in a public space. All students made an architectural proposal (creating content using rendering and modeling packages) as in previous editions of the course, and were asked to revise their proposal after visiting the site. In this visit only the subjects of the experiment used AR technology.

Both proposals (before and after the visit) were evaluated regarding the quality of the models produced (textures and lighting, but not polygon count or texturing), site integration (scale, location, materials, form) as well as the subjective opinion about the quality of the proposal.

The course was broken down into three main phases (Figure 5):

- Initial content creation and capture.
- Content preparation for AR and on-site verification of proposals using ML and AR.
- Presentation of proposals.

Figure 5. General outline of the proposed project, divided into three phases



## Initial content creation and capture

In this phase the students used the digital architectural technology skills acquired throughout their training, and parametric design using SketchUp© dynamic components and rendering using Artlantis© were introduced. The aspects followed by the students are listed below and are further described afterwards:

- Photo capture of the urban environment.
- Modeling and visual analysis of the environment.
- Selection of a sculptural element.
- Modelling of sculptures.
- Initial urban design proposal.

As a first step, the students took a series of pictures of each of the buildings in the proposed environment, which were subsequently rectified as orthophotos through various specialized applications (PTlens and Photomatch), obtaining the approximate dimensions of each of the elements defining the facades.

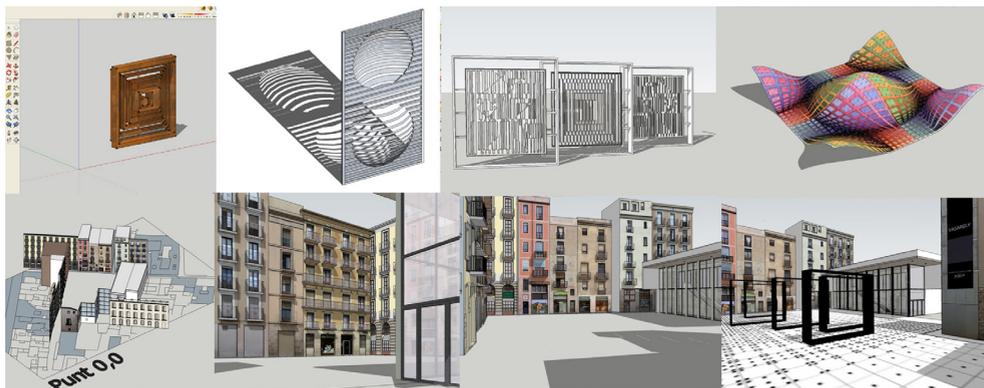
With this information and cartographic data from the Barcelona City Council, Non-Photorealistic Rendering and CAD were used to visually analyze and model the environment, with the objective of detecting important visual cues and possible areas for implantation. Each student modelled and textured one model, and in a collaborative effort the models were joined together to obtain the model of the whole square.

In the next step, the students adapted a work by Victor Vasarely (1906-1997), member of the Opt-Art movement and author of paintings, murals and sculptures for public spaces such as the Central University of Venezuela in Caracas. After studying his works, each student took a painting as a reference for creating a sculptural work.

The next phase consisted in modelling the sculpture proposals to be inserted in the square (using AutoCAD©, Rhino© or SketchUp©). The sculptural shapes suggested by the paintings had a variety of complex forms and each case had to be approached by students differently.

The final step was the initial urban design proposal, where the scale and location of the different elements of street furniture, pavement and sculptural elements were defined after studying the virtual model and visiting the site. After this first proposal, each student produced a couple of non-photorealistic sketches (Figure 6).

Figure 6. Sculpture models (top row) and urban scenes with early intervention proposals (bottom row)



## Content preparation for AR

The group using AR technology produced the necessary 3D content in the classroom with the assistance of the lecturers:

- The models of the sculpture were checked against the 3D model of the square (position, rotation and scale).
- Once the models had been checked, the files were adapted into suitable formats for the Android / iOS applications and uploaded in the Moodle-based intranet of the course.
- The teacher used these materials to generate executable files –using U-AR in the case of Android, and ARmedia Player 2.2 for iOS devices– which were again uploaded to the intranet, where students could download them.

The result (Figure 7) was a mobile application that allowed viewing the student-created virtual models overlaid on the real environment using the mobile device camera, with the capacity to rotate and scale the 3D model of the sculpture using the touchscreen.

In the specific case of the Android platform, the students were able to define several information channels, consisting of different 3D models associated with

markers. The resulting application was capable of switching between the sculptures when a marker was recognized by the device camera.

Figure 7. Viewing generated models on location



## On-site verification of proposals using AR and collaborative ML (test group only)

Once the students had created the content and the applications, they visited the site location to visualize their proposals and those of their peers in the real context. This peer-review could be conducted on iOS devices by physically exchanging devices, while on Android the application was able to display the content uploaded on Moodle.

With the AR applications, the students were able to position their proposal on the real environment viewed through the camera in their devices, and examine the proposals of their fellow students from different points of view. As a result of that interaction, the students were able to discuss the proposals made by each member of the group, and adjust the scale of their sculptural model to better fit the environment.

In addition, students were asked to assess two different visual styles: a realistically shaded model and a NPR shaded model. The first had a more life-like appearance, incorporating lighting and shadowing, but required more effort to produce (using the ARmedia plugin for 3DStudio) and resulted in models with needed more hardware resources, while the second did not require texturing and rendering and could be more easily produced using SketchUp.

## Final presentation of the project using non-AR other technologies and post-course survey

For the final presentation of the proposals, all the students resorted to the technologies used in previous editions of the course, producing day and night scenes (Figure 8) using 3D rendering packages, using the educational versions of Artlantis (22 students) and 3DStudio (3 students). When asked for the reason of their choice, the majority of students chose Artlantis for its perceived ease of use, good interoperability with SchetchUp and quality of results. The results were processed using digital image editing applications to equalize the contrast of different elements and composite backgrounds, characters and vegetation to denote a better sense of scale and atmosphere.

Figure 8. Examples of the experimental group, who produced consistently better results than the control group



In a post-course survey, the students were asked to evaluate their experience in the course regarding the usability of the applications, the devices and the satisfaction with the educational experience. The AR group was also asked about the use of AR in education, as well as their opinion on the use of AR in the course, their perceived relation between 3D modeling and AR and suggestions for improving the course.

All surveys were conducted through Google Forms© and the users' assessment through questionnaires was based on ISO-9240-11, which provides usability guidelines based on three main variables: effectiveness, efficiency and degree of satisfaction.

## Experimental results

Prior to the statistical analysis, so as to verify that the groups were comparable (Table 1) and did not have significant differences that would make the final results

inconsistent, the variation in the ratings between different groups was checked to ensure it was not significantly greater than the variation within the groups.

Table 1. Grades of the different groups before taking the course

Group	N	Average	Std. Deviation
AR on Android	8	6.120000	1.7154092
AR on iOS	9	6.297778	2.0043127
Not using AR (control)	8	6.166250	2.2128710
<b>Total</b>	25	6.198800	1.9056983

The null hypothesis that the grades of the members of the different groups overlap (that is, there is no significant difference) was tested using Analysis of Variance (ANOVA). The analysis of the qualifications before the beginning of the course among the three groups showed no significant difference (Table 2) between the groups in terms of their qualifications before conducting the training ( $F_{2,22} = 0.018$ ,  $p = 0.982$ ).

Table 2. Results of the ANOVA analysis between groups

	Sum of Squares	df	Average Square	F	Sig.
Between Groups	.146	2	.073	.018	<b>.982</b>
Within Groups	87.014	22	3.955		
<b>Total</b>	87.160	24			

From ANOVA assessment for PRE marks, we can conclude that there are not differences between groups before the experiment ( $F_{2,22} = 0.018$ ,  $p\text{-valor} = 0.982$ ). All students showed similar marks before doing the course.

Despite these initial similarities, when comparing the students that used AR technology in their architectural proposal to those who did not, the results showed that AR-using students significantly increased their scores compared to the conventional control group (Table 3).

Table 3. Pre-course and post-course qualifications among test and control groups

Group	Statistic	Pre-Course	Post-Course	Improvement
AR on Android	Average	6.120000	7.511250	1.3912
	Std. Deviation	1.7154092	.9918588	1.45596
AR on iOS	Average	6.297778	7.861111	1.5633
	Std. Deviation	2.0043127	1.0982537	2.00806
Not using AR (control)	Average	6.166250	6.076250	-.0900
	Std. Deviation	2.2128710	2.0716794	3.63077
Total	Average	6.198800	7.178000	.9792
	Std. Deviation	1.9056983	1.5991899	2.52446

To test the improvement in grades of the students in the group using AR technology, the Student T-Test was used because it was considered more appropriate for small samples. The null hypothesis was that there was no difference in grades when using AR technology compared to the control group following the traditional course.

The results (Table 4) showed that the experimental groups (Android and iOS) had significant differences between the average grades before and after the course (sig. <0.05), and therefore the null hypothesis was rejected for these groups. However, the grades did not change significantly for the control group, and therefore in this case the null hypothesis was accepted.

Table 4. Results comparing the values of pre-course grades and post-course grades with the student test for paired series

Pair (before and after course)	Mean Diff.	Lower 95% CI	Upper 95% CI	t	df	Sig. (2-tailed)
AR on Android	-1.39	-2.60	-.17	-2.70	7	.031
AR on iOS	-2.11	-3.89	-.34	-2.75	8	.025
Not using AR (control)	.090	-2.94	3.12	.070	7	.946

According to the independent samples, tests (Table 5) of the three group pairs the following conclusions were extracted:

- The experimental group that used iOS mobile devices using AR obtained better grades than the control group (sig. > 0.05).

- However, the experimental group using AR on Android devices, while obtaining better grades, showed a non-significant (around 0.1) difference from the control group.
- Finally, comparing the results of the two experimental groups using AR (iOS and Android), we can observe a statistical significance of 0.503 which supports that both groups are not significantly different regarding the improvement of their grades.

Therefore, our findings supported that using AR applications in mobile devices results in a significantly greater academic performance of the students.

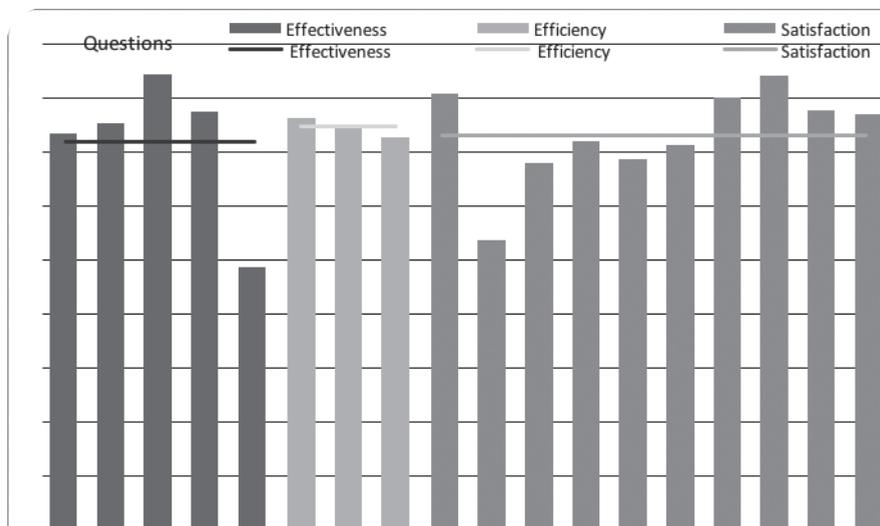
Table 5. Student T-Test analysis between group pairs

Indep. samples test	Equal Variance	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Diff.	SE Diff.	Lower CI	Upper CI
Android & Control	Assumed	3.325	0.090	-1.767	14	0.099	-1.435	0.8121	-3.17	0.30
	Not assumed			-1.767	10.05	0.108	-1.435	0.8121	-3.24	0.37
iOS & Control	Assumed	2.954	0.106	-2.258	15	0.039	-1.78	0.79	-3.47	-0.10
	Not assumed			-2.180	10.37	0.053	-1.78	0.82	-3.60	0.031
Android & iOS	Assumed	0.041	0.843	0.686	15	0.503	.0349	0.51018	-0.73	1.43
	Not assumed			0.690	14.99	0.501	.0349	0.50694	-0.73	1.43

## Student satisfaction using AR technology in the course

As we mentioned before, we evaluated the usability using questionnaires based on ISO 9241-11, which provides usability guidelines (effectiveness, efficiency and satisfaction). Responses average were very similar, ranged from 3.59 to 3.73, out of 5 (see Figure 9).

Figure 9. Usability test



The overall assessment of the courses was rated 4.18 points out of 5. This gives an idea of the degree of satisfaction achieved. In a correlation analysis between the course global opinion and the other variables, a high correlation (0.68) was detected with the representativeness of the exercise. Therefore, this variable seems crucial to the success of this kind of teaching experience. Global opinion was not so correlated with the fact of being able to solve the exercises independently. The strongest correlation (0.89), however, was with the obtained gain variable. Students with little gain between pre and post qualifications rated worse than student from experimental groups (with higher gains). On other hand, variables related to prior knowledge of technology and to the use of different software and operating systems did not correlate significantly with the course global opinion.

## CONCLUSIONS

The educational experience described in this paper tested the applicability of AR in educational contexts in the fields of architecture and urban planning and design. The research question was whether putting AR technology in the hands of students (both as consumers and producers of content) improved their academic performance. The experimental results of a comparison between a test group (students using AR) and a control group (students following a conventional course) showed that while the grades of the two groups were similar at the beginning of the course, there was a

significant improvement on the grades of the former group, and not on the control group, supporting the hypothesis that AR technology is a valuable educational tool in the architecture and urban planning and design fields. We can conclude that the first advantage of the use of Mobile Learning in a learning environment is the interest that has aroused in all students and the fact that by using this type of technologies they can upgrade the classical photomontages, together with the possibilities that AR allows them to present and share their projects.

The experimental group was able to:

- Check their proposals using AR on-site from different points of view and correct their design (size, placement) in a feedback loop.
- Practice modeling and texturing the 3D assets necessary for AR visualization.
- Visualize the designs of their fellow students (collaborative learning).
- Discover and use an emerging and engaging new technology.

However, we must be aware that this technology needs more technical development, flexibility and stability in their applications. Its use in teaching requires certain knowledge that in many cases the teacher and the students are not willing to acquire. For example, the markers used had to be placed within 10-15m of the users due to technical limitations imposed by the resolution of the cameras in the phones at the time of the experiment. Since the marker had to be always present in the frame, this created problems because it was not possible to get away from the marker so as to get a wider perspective of the environment. Another avenue of research will imply improving the realism of the objects, in aspects such as believable lighting and shadowing that matches the environment, and increasing responsiveness (frames per second). Besides, the most obvious result is that the size of sculptures using AR visualization should not exceed 2.5 meters in height to be adjusted, and that with few elements the place already looks full.

In addition, the students expressed evident satisfaction and motivation regarding AR technology in the survey following the course. Some advantages have been found over other commercial applications such as the possibility to display several 3Dmodels without changing the marker (which allows to compare different architectural proposals and hypotheses), and the ability to move objects in the scene. These benefits were crucial to the viability of the study outdoors, helping to minimize the problem of stability in the scene of that kind of AR systems, based on optical recognition.

## Future research

We found significant differences in academic results depending on which of the two teaching scenarios were used, and results show significant differences in student satisfaction and motivation. However, similar experiences with larger groups must

be repeated to compare these results. When improving this need we have developed other parallel educational experiments working with AR and VR that confirm the results of the project explained in this article (Sánchez, Redondo, Fonseca, & Navarro, 2014; Valls, Redondo, & Fonseca, 2015; Navarro, De Reina, Rodiera, & Fonseca, 2016). Results suggest that the combination of an attractive technology and the user-machine interaction that AR entails make students feel more motivated.

As a future line of work, the inclusion of mixed reality educational applications can offer a better experience in the visualization of advanced models (Mateu, Lasala, Alamán, 2014) promoting inclusive education of students with disabilities. These methods can also be used in public participation processes in the development of urban proposals beyond architecture education, area in which the authors are currently working (Fonseca, Valls, Redondo, & Villagrasa, 2016).

## REFERENCES

- Adkins, K. (2014). Aesthetics, Authenticity and the Spectacle of the Real: How Do We Educate the Visual World We Live in Today? *International Journal of Art & Design Education*, 33, 326-334.
- Cartes, I. (1997). Art in the urban landscape, *Urban Design International*, 2(4), 189-198.
- Burton-Chellew, M. N., Mouden, C. E., & West, S. A. (2016). Conditional cooperation and confusion in public-goods experiments. *PNAS*, 113, 1291-1296.
- Döllner, J., Baumann, K., & Buchholz, H. (2006). Virtual 3D city models as foundation of complex urban information spaces. In *11th International Conference on Urban Planning and Spatial Development in the Information Society*. Vienna, Austria, 107-112.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2008). Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning, *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22.
- Erskine, M. A., Gregg, D. G., Karimi, J., & Scott, J. E. (2015). Geospatial Reasoning Ability: Definition, Measurement and Validation. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 31(6), 402-412.
- Fonseca, D., Martí, N., Redondo, E., Navarro, I., & Sánchez, A. (2014). Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of Augmented Reality technology for visualized architecture models. *Computers in Human Behavior*, 31, 434-445.
- Fonseca, D., Valls, F., Redondo, E., & Villagrasa, S. (2016). Informal interactions in 3D education: Citizenship participation and assessment of virtual urban proposals. *Computers in Human Behavior*, 55, 504-518.
- Giesbers, B., Rienties, B., Tempelaar, D., & Gijssels, W. (2013). Investigating the relations between motivation, tool use, participation, and performance in an e-learning course using web-videoconferencing. *Computers in Human Behavior*, 29(1), 285-292.
- Gruen, A., Behnisch, M., & Kohler, N. (2009). Perspectives in the reality-based generation, nD modelling, and operation of buildings and building stocks. *Building Research & Information*, 37(5-6), 503-519.

- Haugstvedt, A. C., & Krogstie, J. (2012). Mobile augmented reality for cultural heritage: A technology acceptance study. In *Mixed and Augmented Reality. 2012 IEEE International Symposium on*, 247-255.
- Hortet, L., & Adrià, M. (1987). *VV.AA. Barcelona, espais i escultures (1982-1986)*, in L. Hortet & M. Adrià, (Eds.), Fundació Joan Miró Barcelona.
- Kaufmann, H., & Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*, 27(3), 339-345.
- Kristoffersen S., & Ljungberg, F. (2000). *Mobile Informatics*. BRAA, K. et al. Planet Internet. Lund, Studentlitteratur.
- Kuliga, S. F., Thrash, T., Dalton, R. C., & Hölscher, C. (2015). Virtual reality as an empirical research tool – Exploring user experience in a real building and a corresponding virtual model. *Computers, Environment and Urban Systems*, 54, 363-375.
- Leopold, C., Górska, R. A., & Sorby, S. A. (2001). International Experiences in Developing the Spatial Visualization Abilities of Engineering Students. *Journal for Geometry and Graphics* 5(1), 81-91.
- Martín-Gutiérrez, J., Saorín, J. L., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez-López, D. C., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics*, 34(1), 77-91.
- Mateu, J., Lasala, M. J., & Alemán, X. (2014). VirtualTouch: a tool for developing mixed reality educational applications and an example of use for inclusive education. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 30(10), 815-828.
- Matsumoto, T., Hashimoto, S., & Okude, N. (2008). The embodied Web: embodied Web-services interaction with an umbrella for augmented city experiences, *Computer Animation and Virtual Worlds*, 19(1), 49-66.
- Monclús, F. (2010). *The Barcelona model: An original formula? From 'reconstruction' to strategic urban projects, (1979-2004). Planning Perspectives*. Ed. Taylor and Francis.
- Müller, P., Zeng, G., Wonka, P., & Van Gool, L. (2007, August). Image-based procedural modeling of facades. In *ACM Transactions on Graphics*, 26(3), 85.
- Naismith, L. (2004). *Literature review in mobile technologies and learning. NESTA Futurelab series, report 11*. Bristol, UK: NESTA Futurelab.
- Navarro, I., Fonseca, D., Redondo, E., Sánchez, A., Martí, N., & Simón, D. (2012). Uso de la realidad aumentada como plataforma educativa en la visualización arquitectónica. *En Proc. De 7ª Conferencia Ibérica De Sistemas y Tecnologías de la Información*, 685-690.
- Navarro, I., De Reina, O., Rodiera, A., & Fonseca, D. (2016). Indoor positioning systems: 3D virtual model visualization and design process of their assessment using mixed methods: Case study: World heritage buildings and spatial skills for architecture students, *11º Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, Gran Canaria (Spain), En Actas CISTI, (pp. 136-142).
- Park, J. Y. (2011). Design Education Online: Learning Delivery and Evaluation. *International Journal of Art & Design Education*, 30, 176-187.
- Payne, R. (2012). Seen, Unseen or Overlooked? How can Visual Perception Develop through a Multimodal Enquiry? *International Journal of Art & Design Education*, 31, 245-255.
- Redondo, E., Fonseca, D., Sánchez, A., Navarro, I. (2012). Augmented Reality in Architecture Degree. New Approaches in Scene Illumination and User Evaluation, *Journal of Information Technology and Application in Education*, 1(1), 19-27.

- Sadurni, L., & Ramujkic, V. (2002). *Olimpics Sculpture Guide*, in E. Tolosa & D. Romaní (Eds.), Barcelona, Rotor.
- Sánchez, A., Redondo, E., & Fonseca, D. (2012). Developing an augmented reality application in the framework of architecture degree. In *Proceedings of the 2012 ACM workshop on User experience in e-learning and augmented technologies in education*, 37-42.
- Sánchez, A., Redondo, E., Fonseca, D., & Navarro, I. (2014). Academic Performance Assessment using Augmented Reality in Engineering Degree Course, *44th Annual Frontiers in Education Conference*, Madrid (Spain), In Proceedings FIE, 1527-1533.
- Semmo, A., Trapp, M., Kyprianidis, J. E., & Döllner, J. (2012, June). Interactive Visualization of Generalized Virtual 3D City Models using Level-of-Abstraction Transitions. In *Computer Graphics Forum*. 31(3), 885-894.
- Sinker, R., Giannachi, G., & Carletti, L. (2013). Art Maps – Mapping the Multiple Meanings of Place. *International Journal of Art & Design Education*, 32, 362-373.
- Sun, J., & Hsu, Y. (2013). Effect of interactivity on learner perceptions in Web-based instruction, *Computers in Human Behavior*, 29(1). 171-184.
- Trias, E. (1976). *Artista y la ciudad*. Madrid: Ed. Anagrama.
- Tsvetozar, G., Evgenia, G., & Smrikarov, A. (2004). *M-learning - A new stage of e-learning*. International Conference on Computer Systems and Technologies.
- Valls, F., Garcia-Almirall, P., Redondo, E., & Fonseca, D. (2014). From raw data to meaningful information: a representational approach to cadastral databases in relation to urban planning. *Future Internet*, 6(4), 612-639.
- Valls, F., Redondo, E., & Fonseca, D. (2015). E-Learning and Serious Games: New trends in Architectural and Urban Design Education. *2nd International Conference on Learning and Collaboration Technologies*. Los Angeles, USA, LNCS V, 9192, 632-643.
- Wang, T. (2011). Designing for Designing: Information and Communication Technologies (ICTs) and Professional Education, *International Journal of Art & Design Education*, 30, 188-199.
- Zlatanova, S., Itard, L., Kibria, M. S., Van & Dorst, M. (2010). A user requirements study of digital 3D models for urban renewal. *Open House International*, 35(3).

## ACADEMIC AND PROFESSIONAL PROFILE OF THE AUTHORS

**Ernest Redondo**, Spain Architect (ETSAB-UPC, 1981), doctorate in Architecture (1992). Department of Architectural Representation and Visual Analysis I (EGA-I), UPC. Department of EGA-I director (1996-2003). Deputy Director of ETSAB-UPC (since 2011). He has two Government of Spain CNEAI-recognized six-year increments and two Government of Catalonia AGAUR-recognized research periods. Principal researcher on different National RD&I projects and Assessor of the Spanish National Agency for Quality Assessment and Accreditation. Director of the UPC research group in Architecture, Representation and Modelling (ARM). Director of the GILDA-ICE-UPC executive committee. Member of the scientific and editorial boards of several publications.

E-mail: [ernesto.redondo@upc.edu](mailto:ernesto.redondo@upc.edu)

## AUTHOR'S ADDRESS

UPC (Polytechnic University of Catalonia), Barcelona Tech.  
Superior Technical School of Architecture of Barcelona.  
Avda. Diagonal, 649, 2.  
ZIP code: 08028, Barcelona. Spain.

**David Fonseca**, Spain Telecommunications degree (URL, 1998), Audiovisual Communication degree and Information and Knowledge Society Master (UOC, 2005-2007) and PhD by Ramon Llull University (2011). Associated Professor at Departments of Architecture, La Salle (URL). He has one Generalitat de Catalunya –AQU recognized six-year increments-. Principal researcher in National RD&I projects and Assessor of the Spanish National Agency for Quality Assessment and Accreditation. Member of the URL research group in Enhanced Technology Learning (GRETEL). Member of the scientific and editorial boards of several publications. Internationally certified by Autodesk, his activities deal with multimedia, architecture, usability studies, and computer-mediated communication. President of final year work, final year project, final bachelor's degree and master's degree project boards at La Salle-UPC. Member of several doctoral boards.  
E-mail: [fonsi@salle.url.edu](mailto:fonsi@salle.url.edu)

**Isidro Navarro**, Doctor by URL (2017), Architect (ETSAB-UPC, 1999). Faculty member of Department of Representation and Visual Analysis I (EGA-I), UPC, and in the Department of Architecture, La Salle Campus Barcelona, Ramon Llull University (URL) (since 1994). Internationally certified by Autodesk in AutoCAD (since 2010), MAX and Revit (since 2011). Member of the URL research group of GRETEL. Author of several indexed publications focusing on usability, accessibility and architectural education, as well as on the use of ICTs and augmented reality in architecture. Training coordinator of BIM (Revit) parametric programs at the CAD Centre (CeCAD), La Salle (since 2010). Director of the master's degree program in Sustainable Architecture and Energy Efficiency (since 2009) and BIM master program (since 2016).  
E-mail: [inavarro@salle.url.edu](mailto:inavarro@salle.url.edu)

## AUTHOR'S ADDRESS

Architectural department. Engineering and Architecture La Salle.  
C/ Sant Joan de la Salle, 42  
ZIP code: 08022, Barcelona, Spain.

**Albert Sánchez**, is Doctor of Architecture (2013), and Assistant Lecturer of Department of Architectural Representation and Visual Analysis II, Barcelona School of Architecture (ETSAB), Universitat Politècnica de Catalunya-BarcelonaTech (UPC), Spain. Architect (Vallès School of Architecture (ETSAV), UPC, 1999). Postgraduate qualification in Executive Projects (UPC-Sert School, 2001). Postgraduate qualification in Town Planning and Land Management (Autonomous University of Barcelona (UAB)-APCE, 2005). Master's degree in Urban Management and Valuation (Centre for Land Policy and Valuations, UPC, 2010).  
E-mail: [albert.sanchez.riera@upc.edu](mailto:albert.sanchez.riera@upc.edu)

#### AUTHOR'S ADDRESS

UPC (Polytechnic University of Catalonia), Barcelona Tech.  
Polytechnic Superior School of Building Engineering.  
C/ Gregorio Marañón, 44  
ZIP code: 08028, Barcelona. Spain.

**Date of receipt:** 09/12/2016

**Date of acceptance:** 21/01/2017

#### How to cite this article:

Redondo, E., Fonseca, D., Sánchez, A., y Navarro, I. (2017). Educating Urban Designers using Augmented Reality and Mobile Learning Technologies. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp. 141-165. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17675>



# Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario

## Mobile devices and augmented reality in the learning process of university students

Julio Cabero Almenara  
Bárbara Fernández Robles  
*Universidad de Sevilla (España)*

Verónica Marín Díaz  
*Universidad de Córdoba, UCO (España)*

### Resumen

La Realidad Aumentada es una tecnología emergente que, cada día, tiene una mayor incidencia en la docencia. Tanto la Realidad Aumentada como la tecnología móvil se dibujan junto a ella; la tecnología móvil se dibuja como uno de los binomios más eficaces para apoyar un aprendizaje significativo y ubicuo. No obstante, para que este pueda funcionar con validez, el estudiante debe encontrarse motivado para utilizarla durante el proceso formativo. A través de la aplicación del modelo *Instructional Material Motivational Survey* de Keller (1983), se ha tratado de determinar el grado de motivación que el alumnado de Grado de Pedagogía de la Universidad de Sevilla (N=148) tiene sobre la utilización en el aula de apuntes enriquecidos a través de la Realidad Aumentada y disponibles mediante dispositivos móviles. Mediante una aplicación diseñada para la materia, ha sido valorado de forma positiva por los alumnos participantes en este estudio. Además, podemos señalar que el principal hallazgo logrado ha sido la alta relación entre la motivación de los alumnos para emplear los apuntes enriquecidos y el rendimiento en la materia que los emplea. Igualmente, se ha constatado que la utilización de la Realidad Aumentada beneficia el proceso de aprendizaje. Por tanto, podemos concluir la validez y viabilidad del binomio con respecto a la obtención de una mejora de los resultados de aprendizaje del alumnado.

*Palabras clave:* tecnologías de la información y la comunicación; método de enseñanza; educación a distancia; telecomunicación.

### Abstract

Augmented Reality is an emerging technology having more and more influence on teaching. Together with it, mobile technology is drawn as one of the most effective pairing to support a meaningful and omnipresent learning. However, for it to be able to work with validity, the student must be motivated to use them during the training process, so that the learning process can work with validity. By means of the application of the *Instructional*

Material Motivational Survey by Keller (1983), we have tried to determine the degree of motivation that students, from the Degree of Pedagogy at Seville University (N=148), have about the usage in the classroom of notes enriched through Augmented Reality and available in mobile devices. Through an application designed exclusively for the subject, it has been valued in a positive way by the students who participate in this research. Moreover, we can highlight that the main finding achieved has been the narrow relationship between the students' motivation to use the enriched notes and the degree of success in the subject when using them. Likewise, we can confirm that Augmented Reality benefits the learning process. Therefore, we conclude the validity and viability of such a paring related to the achievement of an improvement in the students' learning results.

*Keywords:* information and communication technologies; teaching method; distance telecommunication.

La Realidad Aumentada (Augmented Reality, RA) se está convirtiendo en una tecnología emergente con grandes posibilidades para su uso educativo (Bacca, Baldiris, Fabregat, Graf y Kinshuk, 2014; Tecnológico de Monterrey, 2015; Johnson, Adams, Cummins, Estrada, Freeman y Hall, 2016; Cabero y Barroso, 2016; Cabero y García, 2016), y ello se debe, entre otros motivos, a la facilidad con la que esta permite acceder a la información, ya que normalmente se accede gracias a los dispositivos móviles; recursos, que no lo olvidemos, poseen una alta presencia en los estudiantes universitarios en el contexto iberoamericano (Sevilla y Vázquez, 2015).

Esta evolución, tanto en la RA como en los dispositivos móviles, podemos observarla también cuando utilizamos la herramienta *Ngram Viewer* creada para Google, que facilita la evolución de determinados términos en los documentos digitalizados en Google. Esta señala que el avance es casi similar de los términos: realidad aumentada/*augmented reality* y servicios móviles/*mobile devices*.

Ahora bien, ¿qué es la realidad aumentada? Podemos decir que es una tecnología que permite la combinación de información digital e información física en tiempo real, por medio de distintos soportes tecnológicos, como, por ejemplo las tablets o los smartphones, y que permite crear, con ello, una nueva realidad (Morales, Benítez, Silva, Altamira y Mendoza, 2015).

Esta integración mixta de la realidad física y la digital se puede llevar a cabo en diferentes niveles, que van desde la utilización de los códigos QR, el uso de imágenes, la utilización de objetos en 3D, la movilización de coordenadas mediante GPS, hasta las huellas termales (Redondo, Sánchez, Narcis y Regot, 2012; Cabero y García, 2016). Por otra parte, los sistemas de RA pueden clasificarse según su ubicación o según las imágenes.

Los sistemas de RA basados en la localización utilizan los datos sobre la posición de los dispositivos móviles, determinado por el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) o Sistemas de posicionamiento basados en Wi-Fi, etc. En contraste, la RA basada en imágenes se centra en técnicas de reconocimiento de imagen utilizadas para determinar la posición de objetos físicos en el entorno real para la ubicación

apropiada de los contenidos virtuales relacionados con estos objetos (Wojciechowski y Cellary, 2013, p. 572).

Su significación para la formación viene determinada, por una parte, por sus características específicas, como son: ser una realidad mixta, la posibilidad que ofrece para integrar en tiempo real tanto diferentes capas de información como distintos tipos de formatos (textos, url, vídeos, etc.), es una tecnología interactiva, su facilidad de manejo, y que, mediante su utilización, enriquecemos o alteramos la información de la realidad añadiéndole información adicional (Cabero y García, 2016). Y por otra, porque los dispositivos que se suelen utilizar para su observación, como son los Smartphones, son tecnologías de las que disponen con facilidad los alumnos universitarios.

Su utilización en la formación, como señalan diferentes autores (Wu, Lee, Chang y Liang, 2013; Carozza, Tingdahl y Gool, 2014; Cubillo, Martín, Castro y Colmenar, 2014; Jeřábek, Rambousek y Wildová; 2014; Barba, Yasaca y Manosalvas, 2015; Jamali, Fairuz, Wai y Oskam, 2015; Fonseca, Redondo y Valls, 2015; Han, Jo, Hyun y So, 2015; Santos, Wolde, Taketomi, Yamamoto, Rodrigo, Sandor y Kato, 2016), permite diferentes posibilidades, por ejemplo: a) eliminar información que pueda entorpecer la captación de la información significativa por el estudiante; b) aumentar o enriquecer la información de la realidad para hacerla más comprensible al estudiante; c) poder observar un objeto desde diferentes puntos de vista, seleccionando, el estudiante, el momento y posición de observación; d) potenciar el aprendizaje ubicuo; e) crear escenarios “artificiales” seguros para los estudiantes como pueden ser laboratorios o simuladores; f) enriquecer los materiales impresos para los estudiantes con información adicional en diferentes soportes; g) y convertir a los alumnos en “proconsumidores” de objetos de aprendizaje en formato RA. A estas características debemos incorporarles que puede ser utilizada en diferentes disciplinas y en distintos niveles educativos (De Pedro Carracedo y Méndez, 2012; Bressler y Bodzin, 2013; Prendes, 2015; Cabero y García, 2016), aunque se debe reconocer que es en la formación universitaria donde se está utilizando con mayor frecuencia (Lin, Been-Lirn, Li, Wang y Tsai, 2013).

Sobre su impacto en la educación, y aunque todavía las investigaciones realizadas son limitadas, y ello posiblemente sea uno de los grandes problemas que tenga para su incorporación a la enseñanza, sí han puesto de manifiesto algunos aspectos como son que los alumnos muestran actitudes favorables hacia ella y que su utilización aumenta la motivación hacia el aprendizaje (Bressler y Bodzin, 2013; Kamarainen, Metcalf, Grotzer, Browne, Mazzuca, Tutwiler y Dede, 2013; Di Serio, Ibáñez y Delgado, 2013; Cózar, De Moya, Hernández y Hernández, 2015), que favorecen la creación de un contexto constructivista de formación (Chen y Tsai, 2012; Wojciechowski y Cellary, 2013), que propicia un entorno activo de enseñanza (Fombona, Pascual y Madeira, 2012), que despierta un elevado grado de satisfacción en los alumnos (Han et al., 2015; Kim, Hwang y Zo, 2016), y que su utilización mejora los resultados de aprendizajes (Bongiovani, 2013; Chang, Wu y Hsu, 2013; Kamarainen et al., 2013).

## LA MOTIVACIÓN HACIA EL USO DE LAS TECNOLOGÍAS EMERGENTES

La motivación ha sido siempre considerada como una de las variables que se ha percibido como determinante para que la persona realice una acción o conducta. Keller (1983, p. 389) se refiere a ella como

la magnitud y dirección de la conducta. En otras palabras, se refiere a la elección que la persona hace en cuanto a lo que experimenta o las metas a las que se acercará o evitará, y el grado del esfuerzo que va a ejercer en ese aspecto. La motivación está influenciada por miradas internas y características externas. Las personas responden a su contexto sobre las bases de reflexiones internas, impulsos, percepciones y metas, y sobre la base percibida y oportunidades reales, y el refuerzo del contexto externo.

En esta línea, Cheng y Yeh (2009) llaman la atención respecto a que es un estado interno o condición que despierta a la acción, dirige y persiste en nuestro comportamiento, e involucra en ciertas actividades, y que, en el contexto de aula, se refiere a “experiencias subjetivas. En particular, la buena disposición de los estudiantes a participar en actividades de clase y sus razones para hacerlo” (Cheng y Yeh, 2009, p. 597).

Específicamente situado en el terreno del diseño instruccional, Keller, a lo largo de diferentes trabajos (1983, 1987, 2010), ha formulado su modelo ARCS, a través del cual señala que la motivación, en contextos instruccionales, viene determinada por la interacción de cuatro dimensiones: la atención (A), la relevancia (R), la confianza (C) y la satisfacción (S) (<http://www.arcsmodel.com/>). La atención conduce a la relevancia y esta a la confianza y todas juntas a la satisfacción, todo ello dentro del ámbito de la motivación continuada para aprender.

Para Keller (2010), la categoría de atención incluye características humanas, tales como el reflejo orientación, la curiosidad y la búsqueda de sensaciones; la relevancia, se refiere a aquellas cosas que la persona percibe como un instrumento para satisfacer las necesidades y la satisfacción personal, incluyendo el cumplimiento de los objetivos personales; la confianza, que, como señala el propio autor, es un concepto complejo que abarca varios constructos motivacionales, que van desde aquellos que explican las percepciones de control personal y la esperanza para el éxito en el extremo opuesto a la impotencia; siendo el paso final, en el proceso motivacional, crear satisfacción por lo que se continuará la motivación para aprender.

El modelo ilustra como la curiosidad de una persona (“atención”) y los motivos o valores (“relevancia”), combinados con su esperanza de éxito (“confianza”) determinarán qué objetivos tiene la más alta prominencia y, por tanto, dará lugar a esfuerzo intencional para lograr la meta. Las influencias ambientales tales como el entusiasmo del maestro y los valores sociales, la calidad de la instrucción, la claridad de expectativas y la disponibilidad de recursos también influirán dirigido a

un objetivo esfuerzo y plomo hacia algún grado de cumplimiento, o el rendimiento, lo que lo hará también ser influenciados por los propios conocimientos, capacidad y habilidades (Keller, 2008).

Por tanto, la base en la que se apoya es, que si la estrategia de la instrucción se percibe como útil para la realización de las metas, es importante para el estudiante; entonces es probable que este aprenda los contenidos y adquiera las competencias.

El modelo de Keller que, como señalan Loorbach, Peters, Karreman y Steehouder (2015, p. 2004),

se ha utilizado innumerables veces para aplicar estrategias de motivación para materiales de instrucción, y para poner a prueba sus efectos. Aunque el modelo fue originalmente diseñado para influir en la motivación del estudiante en un entorno de aprendizaje clásico, con la interacción cara a cara entre el profesor y los estudiantes, también ha sido aplicado y probado a fondo para en otros ajustes, como la enseñanza asistida por ordenador, y la educación virtual y a distancia.

Para su diagnóstico, Keller (2010) elaboró un instrumento denominado *Instructional Material Motivational Survey* (IMMS), el cual está compuesto por 35 ítems, que recogían información de las 4 dimensiones que lo conforman: atención (12 ítems), confianza (9 ítems), relevancia (9 ítems) y satisfacción (5 ítems). El instrumento está elaborado con construcción tipo Likert, y con siete opciones de respuesta, desde 1=Extremadamente improbable/en desacuerdo a 7=Extremadamente probable/de acuerdo.

El modelo ha sido aplicado para indagar sobre el grado de motivación que despiertan diferentes medios: videojuegos (Proske, Roscoe y McNamara, 2014), la incorporación de vídeo en sesiones de formación en e-learning (Che, 2012), podcast (Bolliger, Supanakorn y Boggs, 2010), o la utilización del MOOC (Castaño, Maiz y Garay, 2015). Señalar que se ha utilizado también para conocer el grado de motivación que los objetos de RA despiertan en los alumnos (Di Serio, Ibáñez y Delgado, 2013; Lu y Ying-Chieh, 2014; Wei, Weng, Liu y Wang, 2015; Lu y Liu, 2015).

## **LA INVESTIGACIÓN REALIZADA: OBJETIVOS, DISEÑO, MUESTRA E INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN**

### **Objetivos de la investigación**

La investigación se desarrolló en el curso académico 2015-16, y perseguía los siguientes objetivos generales:

- a. Conocer el grado de motivación medido mediante el IMMS de Keller y de las dimensiones que lo conforman (atención, renovación, relevancia y satisfacción), que la utilización de apuntes enriquecidos con objetos de RA despertaban en

los estudiantes, y si tal grado de motivación repercutía en la adquisición de conocimientos.

- b. Analizar si existían diferencias significativas en el rendimiento alcanzado en los estudiantes tras la interacción con apuntes enriquecidos mediante RA.
- c. Conocer las valoraciones que los alumnos universitarios hacían de los objetos producidos en RA, y si estas repercutían en el rendimiento alcanzado.
- d. Analizar si la evaluación realizada por parte del estudiante universitario del objeto producido en RA repercutía en el grado de motivación (atención/renovación/relevancia/satisfacción) medidos mediante el IMMS de Keller.

Para el alcance de estos objetivos formulamos diferentes hipótesis, que seguían la siguiente estructura:

- $H_0$  (hipótesis nula): No hay diferencias significativas con un riesgo alto de equivocarnos del 0.05 respecto a las puntuaciones alcanzadas por los alumnos en el pretest y el posttest; entre la motivación alcanzada en el instrumento del IMMS y el rendimiento; y entre el rendimiento y las puntuaciones alcanzadas en la evaluación que los alumnos realizaron del objeto producido en RA.
- $H_1$  (hipótesis alternativa): Hay diferencias significativas con un riesgo alto de equivocarnos del 0.05 respecto a las puntuaciones alcanzadas por los alumnos en el pretest y el posttest; entre la motivación alcanzada en el instrumento del IMMS y el rendimiento; y entre el rendimiento y las puntuaciones alcanzadas en la evaluación que los alumnos realizaron del objeto producido en RA.

## Diseño de la investigación

En función de los objetivos planteados, se adoptó la decisión de utilizar un diseño pretest-postest con un grupo experimental conformado por dos grupos de clases naturales que recibieron el mismo tratamiento, es decir, la interacción con el objeto de RA producido. En la tabla 1 se presenta el proceso seguido.

Tabla 1. Estructura del diseño utilizado

Grupos	Pretest	Tratamiento	Postest
A (formado por dos grupos naturales de clase)	Prueba de rendimiento	Interacción con el objeto de RA (explicación del funcionamiento del objeto, toma de contacto del alumno con la guía, e interacción individual del alumno con el objeto durante dos semanas	Prueba de rendimiento. IMMS de Keller Instrumento de evaluación de la calidad del objeto en RA

Aunque es un diseño considerado del tipo pre-experimental (Sans, 2012), presenta la ventaja de la facilidad de su control por parte del investigador, y además, al llevarse a cabo en dos grupos naturales el control de determinadas “variables extrañas”, estaba repartido por el azar de asignación al grupo por la Administración del Centro. Por otra parte, en el terreno de la investigación educativa, los estudios comparativos del control no han demostrado su significación para la evaluación de las tecnologías (Barroso y Cabero, 2010); sin olvidarnos que no hubiera sido posible llevar a cabo la evaluación del objeto en RA.

## La muestra

La muestra utilizada en la investigación es no probabilística, de conveniencia o causal (Alamino, 2006; Sabariego, 2012), que es aquella que se basa en la facilidad de acceso por parte del investigador a los sujetos que participan en la misma. En nuestro caso, eran estudiantes que estaban estudiando la asignatura de “Tecnología Educativa” de segundo curso del Grado de Pedagogía, impartido en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla, que era impartida por profesores asociados al proyecto de investigación donde se inserta el estudio que se presenta. El número total de participantes fue de 148, de los cuales el 24.34% (f=36) eran hombres y el 75.68% (f=112) mujeres.

## El material producido

La experiencia versó sobre los contenidos de las “formas de utilizar el vídeo en los procesos de enseñanza-aprendizaje”. Y para ello, se realizó una versión impresa que fue enriquecida con clip de vídeos (figura 1), para que fueran observados por los estudiantes a través de diferentes dispositivos móviles (Smartphone o Tablet), donde se trataban distintos aspectos relacionados con la temática expuesta, que iban desde las diversas formas de utilizarlos hasta la significación de las guías didácticas para la contextualización de los video-mensajes. Además, en los apuntes facilitados a los estudiantes, se incluía una bibliografía temática, referencias para saber más y una parte, a manera de “tutorial”, en la cual se les explicaba a los alumnos el procedimiento que debían seguir para descargarse la APP correspondiente e instalarla en su dispositivo móvil, y la forma en la cual deberían utilizar estos para acceder a la información (figura 4). Señalar que, en la primera sesión, se les ofreció la dirección Web ([http://intra.sav.us.es/proyectorafodiun/images/pdf/objetos-ra/Roles\\_video-lanzador.pdf](http://intra.sav.us.es/proyectorafodiun/images/pdf/objetos-ra/Roles_video-lanzador.pdf)) en la cual podían obtener los apuntes para que fueran impresos.

Figura 1. Imagen de uno de los clips de vídeos



Figura 2. Presentación de los apuntes



En su incorporación a la enseñanza se siguieron diferentes fases:

1. Cumplimentación de la prueba de pretest.
2. Explicación por los profesores del funcionamiento del objeto, el lugar desde el cuál deberían descargarse la APP para instalarla en sus dispositivos móviles y los apuntes.
3. Período de dos semanas de trabajo de los estudiantes con el objeto producido con sus dispositivos móviles. Aclaración en las clases de prácticas de la asignatura de las dudas que se les presentaban a los estudiantes.
4. Cumplimentación de los instrumentos de diagnóstico de la motivación, el rendimiento y la calidad del objeto producido.

Desde el comienzo de la experiencia, los estudiantes fueron informados de que las calificaciones obtenidas se tendrían en cuenta para las calificaciones de la asignatura.

Indicar que, para superar el efecto de novedad de la tecnología, que puede repercutir en los resultados alcanzados (Barroso y Cabero, 2010), los alumnos trabajaron en sesiones previas con objetos producidos en RA.

## Instrumentos de recogida de información

Los instrumentos de recogida de información fueron tres: prueba de elección múltiple para el análisis de rendimiento obtenido por los estudiantes tras la interacción, el *Instructional Material Motivational Survey* (IMMS) elaborado por Keller (2010) para el análisis de la motivación de los alumnos hacia la participación en la experiencia, y un instrumento elaborado “ad hoc” para que el alumnado evaluara los apuntes enriquecidos elaborados.

Para la evaluación de la calidad de los apuntes enriquecidos en RA se elaboró un instrumento “ad hoc”, como ya se ha indicado, para esta investigación a partir de los elaborados por diferentes autores (Cabero y Llorente, 2009; Cabero y Marín, 2013; Marín, Cabero y Barroso, 2014), en otras investigaciones para la evaluación de objetos de aprendizaje de materiales multimedia, de materiales para la formación bajo la modalidad en *e-learning*, y de objetos producidos para un entorno virtual de formación bajo la estructura de “Entorno Personal de Aprendizaje”. El instrumento estaba constituido por 12 ítems, que perseguían recoger información de diferentes dimensiones: aspectos técnicos y estéticos (4 ítems), facilidad de navegación y desplazamiento por el entorno (6 ítems) y dos ítems destinados a la evaluación de la guía/tutorial del programa. El instrumento se construyó con formato tipo Likert con 6 opciones de respuesta (1=muy negativo/muy en desacuerdo y 6=muy positivo/muy de acuerdo).

Para la obtención del índice de fiabilidad de ambos instrumentos, aplicamos la prueba alfa de Cronbach, por ser uno de los estadísticos más apropiados para obtenerla con este tipo de instrumentos (O’Dwyer y Bernauer, 2014). Tras su aplicación, se obtuvieron los valores para ambos instrumentos y las dimensiones que lo conforman que presentamos en la tabla 2.

Tabla 2. Fiabilidad de los instrumentos y de las dimensiones que lo conforman

IMMS		Evaluación de la calidad del objeto	
Dimensión	Valor alfa	Dimensión	Valor alfa
Total instrumento	0.928	Total instrument	0.930
Atención	0.849	Aspectos técnicos	0.888
Confianza	0.751	Facilidad de navegación	0.860

IMMS		Evaluación de la calidad del objeto	
Relevancia	0.693	Tutorial del programa	0.843
Satisfacción	0,821		

Los valores obtenidos, de acuerdo con diferentes autores (Mateo, 2004; O´Dwyer y Bernauer, 2014), denotarían un elevado nivel de fiabilidad de la globalidad del instrumento y de las diferentes dimensiones que lo conforman.

El instrumento creado para el rendimiento académico se elaboró bajo la modalidad de dos pruebas de elección múltiple (“pretest” y “postest”), y estaban constituidas por 15 ítems, que recogían información de las siguientes categorías de la taxonomía de Bloom: aplicar (4 ítems), recordar (6 ítems) y comprender (5 ítems); siendo los ítems similares para las dos modalidades, aunque alterando su orden de presentación.

Los instrumentos se administraron vía Internet y se encuentran en la siguiente dirección web: [http://www.sav.us.es/encuestas/rafodiun/video/postest\\_IMMS.html](http://www.sav.us.es/encuestas/rafodiun/video/postest_IMMS.html)

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para facilitar la comprensión de los resultados alcanzados, en la tabla 2 presentamos los valores medios obtenidos en el instrumento IMMS, en el elaborado para el rendimiento y el destinado a la evaluación del material por parte de los estudiantes.

Tabla 3. Valores medios y desviaciones típicas alcanzadas con los instrumentos del IMMS y de valoración de la calidad técnica, y las pruebas de rendimiento

RENDIMIENTO			IMMS			Calidad técnica		
Dimensión	M	D.tp.	Dimensión	M	D.tp.	Dimensión	M	D.tp.
Pretest	4.37	3.39	Global IMMS	4.08	0.58	Global instrument	3.60	0.82
Postest	10.43	2.91	Confianza	3.91	0.62	Aspectos técnicos	3.66	0.86
			Atención	4.00	0.62	Facilidad de navegación	3.46	0.87
			Satisfacción	4.39	1.01	Tutorial del programa	3.66	0.95
			Relevancia	4.20	0.69			

Un breve análisis de la tabla anterior permite señalar diferentes aspectos: por una parte, y con respecto al rendimiento, las puntuaciones del postest son superiores a las

obtenidas inicialmente, lo que denotaría cierto grado de adquisición de información, y por otra parte, que las puntuaciones medias en los otros dos instrumentos superan los valores medios de las escalas ofrecidas, 3,5 para el instrumento del IMMS y de 3 para el de la calidad del material producido.

Mostrados los valores medios, pasaremos a analizar las diferentes hipótesis que formulamos anteriormente, y para ello, comenzaremos analizando si las diferencias entre las puntuaciones alcanzadas entre el pretest y postest eran significativas desde un punto de vista estadístico, aplicando para el contraste de las  $H_0$  y  $H_1$  la prueba T de Student obteniendo un valor de 16.107 con un nivel de significación del 0.000 para 147 grados de libertad, lo que permite rechazar las  $H_0$  formuladas con un riesgo inferior al 0.01; y en consecuencia, podemos señalar que la participación de los alumnos en la experiencia de enriquecimiento de apuntes mediante la RA, sirvió para que adquirieran los contenidos presentados y, por tanto, para que aumentaran su aprendizaje.

Para analizar las hipótesis formuladas referidas a si la motivación mostrada por el estudiante, y el nivel expuesto en la confianza, atención, satisfacción y relevancia analizadas mediante el IMMS, repercutía en el rendimiento alcanzado tras la interacción con el objeto de RA, aplicamos el coeficiente de correlación de Pearson, obteniendo los valores que presentamos en la tabla 4.

Tabla 4. Correlaciones entre el rendimiento y la motivación mostrada por el estudiante, y el nivel mostrado en la confianza (C), atención (A), satisfacción (S) y relevancia (R)

		Global	C	A	S	R
<b>Rendimiento</b>	C.C. Pearson	0.243(**)	0.328(**)	0.166(*)	0.217(**)	0.164(*)
	Sig. bilateral	0.003	0.000	0.046	0.008	0.048

Nota. \*=significativa al 0.05 y \*\*=significativa a 0.01.

Como indican Etxeberria y Tejedor (2005) a la hora de analizar las puntuaciones alcanzadas mediante el coeficiente de correlación de Pearson, debemos fijarnos en diferentes aspectos, como son: si la relación es directa o inversa, que se refleja en el signo y su grado de relación, que aumentará conforme aumente el valor obtenido.

Observando los valores presentados en la tabla 4, en todos los casos permiten señalar: que las relaciones entre las diferentes variables contrastadas, rendimiento y motivación (confianza-atención-satisfacción-relevancia), son directas, es decir, cuando una aumenta, la otra también lo hace; que las relaciones son moderadas, destacando la encontrada entre el rendimiento y dimensión confianza mediada por el IMMS de Keller; y que todas son significativas al nivel del 0.05 o inferior, por tanto, podríamos rechazar la  $H_0$  referida a la no existencia de relaciones y aceptar la  $H_1$ .

Continuando con los resultados alcanzados con el rendimiento, nuestro siguiente bloque de hipótesis iba destinado a analizar si existían relaciones significativas entre

el rendimiento académico y las puntuaciones alcanzadas en la evaluación que los alumnos realizaron del objeto producido. De nuevo, el estadístico utilizado para ello fue el coeficiente de correlación de Pearson. En la tabla 5 presentamos los resultados alcanzados.

Tabla 5. Correlaciones entre el rendimiento y la motivación mostrada por el estudiante, y el nivel mostrado en la confianza (C), atención (A), satisfacción (S) y relevancia (R)

		Calidad técnica	Aspectos técnicos	Facilidad de navegación	Tutorial
<b>Rendimiento</b>	C.C. Pearson	0.142	0.173(*)	0.070	0.216(**)
	Sig. bilateral	0.088	0.038	0.403	0.009

Nota. \*=significativa al 0.05 y \*\*=significativa a 0.01.

Como podemos observar en la tabla 5, los valores obtenidos señalan que las relaciones entre el rendimiento y la evaluación realizada por el sujeto del objeto en RA, con el que interaccionaron los estudiantes, son de carácter positivo, por tanto, podemos decir que cuando una aumenta, la otra también lo hace; las relaciones son muy débiles en la mayoría de los casos; y no en todos los casos se han mostrado significativas.

Para finalizar, vamos a presentar los resultados obtenidos con el coeficiente de correlación de Pearson, cuando se analizaron las relaciones que se podían establecer entre la evaluación que los alumnos realizaron del objeto en RA, con el cual interaccionaron y las puntuaciones mostradas en el IMMS y en las diferentes dimensiones que lo conformaban. En la tabla 6, presentamos los resultados alcanzados.

Tabla 6. Coeficiente correlación de Pearson entre la calidad técnica y el IMMS

		Calidad técnica	Aspectos técnicos	Facilidad de navegación	Tutorial del programa
<b>IMMS</b>	C.C. Pearson	0.543(**)	0.562(**)	0.524(**)	0.601(**)
	Sig. bilateral	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Confianza</b>	C.C. Pearson	0.503(**)	0.498(**)	0.477(**)	0.652(**)
	Sig. bilateral	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Atención</b>	C.C. Pearson	0.544(**)	0.548(**)	0.554(**)	0.531(**)
	Sig. bilateral	0.000	0.000	0.000	0.000

		Calidad técnica	Aspectos técnicos	Facilidad de navegación	Tutorial del programa
<b>Satisfacción</b>	C.C. Pearson	0.513(**)	0.504(**)	0.459(**)	0.527(**)
	Sig. bilateral	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>Relevancia</b>	C.C. Pearson	0.375(**)	0.404(**)	0.306(**)	0.395(**)
	Sig. bilateral	0.000	0.000	0.000	0.000

*Nota.* \*=significativa al 0.05; \*\*=significativa al 0.01.

Como podemos observar, los valores alcanzados indican diferentes aspectos: que las relaciones entre las diferentes variables contrastadas, valoración del objeto en RA y motivación (confianza-atención-satisfacción-relevancia), son directas y, por tanto, las dos aumentan progresivamente; que las relaciones entre ambas variables son aceptables y además de las más altas de cuantas se han realizado en el estudio; y que todas las correlaciones son significativas al nivel del 0.001 o inferior.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para presentar las conclusiones del trabajo, se comenzará relacionándolas con los objetivos formulados. Y lo primero a señalar es que la motivación que despiertan los apuntes enriquecidos con objetos de RA, la podemos considerar significativa, tanto de forma general, como en la atención, la confianza, la relevancia y la satisfacción que despertó en los estudiantes. En líneas generales, los hallazgos encontrados coinciden con los obtenidos por otros investigadores, cuando los alumnos interaccionaron con diferentes objetos de aprendizaje en RA (Bressler y Bodzin, 2013; Kamarainen et al., 2013; Di Serio, Ibáñez y Delgado, 2013; Cubillo et al., 2014; Cózar et al., 2015); si bien aquí se han obtenidos en contextos de formación reglada y universitaria.

También indicar que el objeto producido en RA fue valorado positivamente por los estudiantes, tanto en lo que se refiere a su correcto funcionamiento técnico, como a la información presentada, y su facilidad de manejo y desplazamiento por el mismo. Destacar que lo que hemos denominado como “tutorial” del programa, es decir, el documento que pretendía explicar a los alumnos el procedimiento que debían seguir para descargar e instalar la APP, y la forma en la cual deberían utilizar los dispositivos móviles para acceder a la información, fue valorada de manera positiva por los estudiantes; documento que no se ha incorporado en otros estudios y que pensamos que es relevante para una correcta utilización de estos objetos de aprendizaje y para evitar la desorientación por los estudiantes en sus primeras utilizaciones. Nuestros resultados coinciden con los mostrados en otros estudios, respecto a que no son objetos difíciles de utilizar por los estudiantes; y por esta

razón, es importante señalar la necesidad de elaborar tutoriales que faciliten la comprensión de cómo debe desenvolverse con estos objetos.

Respecto al rendimiento, tenemos que señalar que los alumnos mejoraron significativamente las puntuaciones en la prueba de conocimiento que, inicialmente, se les había administrado para conocer los conocimientos previos que tenían respecto a las formas de utilizar el vídeo en la enseñanza. Podemos decir que los resultados alcanzados indican que la utilización de apuntes enriquecidos con objetos de RA puede facilitar el aprendizaje y la adquisición de conocimiento por parte de los estudiantes. Ello va en la dirección apuntada por diferentes autores de que la construcción de libros en RA puede ser de gran utilidad para la formación (Dünser, Walker, Horner y Bentall, 2012; Lin, Been-Lirn, Li, Wang y Tsa, 2013; Gazcón, 2015; Mehmet, 2016), y abre fuertes posibilidades para la educación a distancia, al recibir los estudiantes información complementaria por esta tecnología que le facilitará la comprensión de los contenidos, y hará más fácil la adquisición del rendimiento.

El estudio ha puesto de manifiesto que hay una relación significativa entre la motivación que la utilización de los apuntes enriquecidos con objetos de RA ha despertado en los estudiantes, y el rendimiento que lograron. A mayor motivación (confianza, atención, satisfacción y relevancia) despertada por los estudiantes, mayor rendimiento alcanzaron. Idénticamente ocurrió con la relación entre la motivación y la evaluación que realizaron los estudiantes del objeto.

Ha resultado llamativo que no se encontraron relaciones significativas entre la evaluación que los alumnos hicieron del objeto y el rendimiento. La inexistencia de relaciones significativas podría explicarse por el hecho de que los alumnos, al saber que la puntuación obtenida en la prueba de rendimiento le servirían para su calificación final, se olvidaban cognitivamente de la percepción que tenían del medio e invertían esfuerzo para capturar la información y su significado. De todas formas, sería conveniente la profundización con estudios complementarios de esta variable.

Otra de las aportaciones del estudio se refiere a la fiabilidad de los instrumentos utilizados para el diagnóstico de las variables contempladas, mostrando índices de fiabilidad similares a los alcanzados en otras investigaciones (Huang, Huang y Tschopp, 2010; Keller, 2010; Che, 2012; Di Serio, Blanca y Delgado, 2013; Proske, Roscoe y McNamara, 2014).

Para finalizar, indicar que nuestro trabajo aporta referencias científicas para justificar la incorporación de apuntes enriquecidos con RA en la formación universitaria, donde además de despertar la motivación y la satisfacción por parte de los estudiantes, facilita que adquieran los contenidos presentados por ella.

Como desarrollos futuros de investigaciones, se proponen las siguientes actuaciones: replicar el estudio con apuntes enriquecidos que contengan objetos de diferente tipología y no solo clip de vídeos, trabajar con contenidos diferentes al utilizado en el presente estudio y trabajar con disciplinas científicas diferentes a Ciencias de la Educación.

## Financiamiento

El trabajo se enmarca dentro de un proyecto de investigación I+D financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España denominado: “Realidad aumentada para aumentar la formación, diseño, producción y evaluación de programas de realidad aumentada para la formación universitaria” (EDU-5746-P – Proyecto Rafodiun).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alaminos, A. (2006). El muestreo en la investigación social. En A. Alaminos y J. L. Castejón, *Elaboración, análisis e interpretación de encuestas, cuestionarios y escalas de opinión* (46-67). Alcoy: Marfil.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., y Kinshuk, G. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology y Society*, 17(4), 133-149.
- Barba, R., Yasaca, S., y Manosalvas, C. (2015). *Impacto de la realidad aumentada móvil en el proceso enseñanza-aprendizaje de estudiantes universitarios del área de medicina. Investigar con y para la Sociedad*. Cádiz: Bubok Publishing S.L.
- Barroso, J., y Cabero, J. (2010). *La investigación educativa en TIC. Visiones prácticas*. Madrid: Síntesis.
- Bolliger, D. U., Supanakorn, S., y Boggs, C. (2010). Impact of podcasting on student motivation in the online learning environment. *Computers & Education*, 55(2), 714-722. doi: 10.1016/j.compedu.2010.03.004.
- Bongiovani, P. (2013). *Realidad aumentada en la escuela: Tecnología, experiencias e ideas*. Recuperado de <http://www.educacontic.es/blog/realidad>
- Bressler, D. M., y Bodzin, A. M. (2013). A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6), 505-517. doi: 10.1111/jcal.12008.
- Cabero, J., y Barroso, J. (2016). The educational possibilities of Augmented Reality. *NAER. New Approaches in Educational Research*, 5(1), 44-50. doi: 10.7821/naer.2016.1.140.
- Cabero, J., y García, F. (Coords.) (2016). *Realidad aumentada. Tecnología para la formación*. Madrid: Síntesis.
- Cabero, J., y Llorente, M. C. (2009). Actitudes, satisfacción, rendimiento académico y comunicación online en procesos de formación universitaria en blended learning”. *Revista Electrónica Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 10(1). Recuperado de [http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev\\_numero\\_10\\_01/n10\\_01\\_cabero\\_llorente.pdf](http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_10_01/n10_01_cabero_llorente.pdf)
- Cabero, J., y Marín, V. (2013). Valoración del entorno formativo universitario Dipro 2.0. *Profesorado. Revista de Curriculum y formación del profesorado*, 17(2), 369-383.
- Carozza, L., Tingdahi, D., Bosché, F., y Gool, L. (2014). Markerless Vision-Based Augmented Reality for Urban Planning. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 29(1), 2-17. doi: 10.1111/j.1467-8667.2012.00798.x.
- Castaño, C., Maiz, I., y Garay, U. (2015). Diseño, motivación y rendimiento en un

- curso MOOC cooperativo. *Comunicar*, 44, 19-26.
- Chang, H., Wu, K., y Hsu, Y. (2013). Integrating a mobile augmented reality activity to contextualize student learning of a socioscientific issue. *British Journal of Educational Technology*, 44(3), E95-E99. doi: 10.1111/j.1467-8535.2012.01379.x.
- Che, Y. (2012). A study of learning effects on e-learning with interactive thematic video. *Journal Educational Computing Research*, 47(3), 279-292. doi: 10.2190/EC.47.3.
- Chen, C.-M., y Tsai, Y. (2012). Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers & Education*, 59, 638-652. doi: 10.1007/s10956-012-9405-9.
- Cheng, Y., y Yeh, H. (2009). From concepts of motivation to its application in instructional design: Reconsidering motivation from an instructional design perspective. *British Journal of Educational Technology*, 40(4), 597-605. doi: 10.1111/j.1467-8535.2008.00857.x.
- Cózar, R., De Moya, M., Hernández, J., y Hernández, J. (2015). Tecnologías emergentes para la enseñanza de las Ciencias Sociales. Una experiencia con el uso de Realidad Aumentada en la formación inicial de maestros. *Digital Education Review*, 27, 138-153.
- Cubillo, J., Martín, S., Castro, M., y Colmenar, A. (2014). Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 17, 241-274.
- De Pedro Carracedo, J., y Méndez, C. L. M. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. *IEEE-RITA*, 7, 102-108. Recuperado de <http://www.reduso.org/docs/LibroActasCAFVIR2011.pdf#page=300>
- Di Serio, A., Blanca, M., y Delgado, C. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596. doi: 10.1016/j.compedu.2012.03.002.
- Dünser, A., Walker, L., Horner, H., y Bentall, D. (2012). Creating interactive physics education books with augmented reality. En V. Farrell, G. Farrell, C. Chua, W. Huang, R. Vasa & C. Woodward (eds.), *OzCHI'12, Proceedings of the 24th Australian Computer Human Interaction Conference* (pp. 107-114). ACM: New York. doi: 10.1145/2414536.2414554.
- Etxeberria, J., y Tejedor, J. (2005). *Análisis descriptivo de datos en educación*. Madrid: La Muralla.
- Fombona, J., Pascual, M. J., y Madeira, M. F. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 41, 197-210.
- Fonseca, D., Redondo, E., y Valls, F. (2016). Motivación y mejora académica utilizando realidad aumentada para el estudio de modelos tridimensionales arquitectónicos. *Education in the Knowledge Society, EKS*, 17(1), 45-64.
- Gazcón, N. (2015). *Libros Aumentados: Extensión del Concepto, Exploración e Interacciones*. Bahía Blanca, Universidad Nacional del Sur, tesis doctoral no publicada.
- Han, J., Jo, M., Hyun, E., y So, H. (2015). Examining young children's perception toward augmented reality-infused dramatic play. *Education Technology Research Development*, 63, 455-474.
- Huang, W., Huang, W., y Tschopp, J. (2010). Sustaining iterative game playing processes in DGBL: The relationship between motivational processing and outcome processing. *Computers & Education*, 55, 789-797. doi: 10.1016/j.compedu.2010.03.011.
- Jamali, S., Fairuz, M. Wai, K., y Oskam, Ch. (2015). Utilising mobile-augmented reality for learning human anatomy. *Procedia Social and Behavioral*

- Sciences*, 197, 659-668. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.07.054.
- Jeřábek, T., Rambousek, V., y Wildová, R. (2014). Specifics of Visual Perception of The Augmented Reality in The Context of Education. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 159, 598-604. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.12.432.
- Johnson, L., Adams, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., y Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Recuperado de <http://blog.educalab.es/intef/wp-content/uploads/sites/4/2016/03/Resumen-Horizon-Universidad-2016-INTEF-mayo-2016.pdf>
- Kamarainen, A., Metcalf, Sh., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M., y Dede, Ch. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers y Education*, 68, 545-556. doi: 10.1016/j.compedu.2013.02.018.
- Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: An overview of their current status* (386-434). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Keller, J. M. (1987). Strategies for stimulating the motivation to learn. *Performance and Instruction*, 26(8), 1-7.
- Keller, J. M. (2010). *Motivational design for learning and performance*. New York: Springer Science+Business.
- Kim, K., Hwang, J., y Zo, H. (2016): Understanding users' continuance intention toward smartphone augmented reality applications. *Information Development*, 32(2), 161-174.
- Lin, T., Been-Lirn, H., Li, N., Wang, H., y Tsa, Ch. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. *Computers & Education*, 68, 314-321. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.05.011>
- Loorbach, N., Peters, O., Karreman, J., y Steehouder, M. (2015). Validation of the Instructional Materials Motivation Survey (IMMS) in a self-directed instructional setting aimed at working with technology. *British Journal of Educational Technology*, 46(1), 204-218. doi: 10.1111/bjjet.12138.
- Lu, J., y Ying-Chieh, L. (2014). Integrating augmented reality technology to enhance children's learning in marine education. *Environmental Education Research*, 21(4), 525-541. doi: 10.1080/13504622.2014.911247.
- Lu, S., y Liu, Y-Ch. (2015). Integrating augmented reality technology to enhance children's learning in marine education. *Environmental Education Research*, 21(4), 525-541. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/13504622.2014.911247>
- Marín, V., Cabero, J., y Barroso, J. (2014). Evaluando los entornos formativos online. El caso de DIPRO 2.0. *REDU. Revista de docencia universitaria*, 12(2), 375-399.
- Mateo, J. (2004). La investigación ex-post-facto. En R. Bisquerra (coord.), *Metodología de la investigación educativa* (195-230). Madrid: La Muralla.
- Mehmet, H. (2016). The classification of augmented reality books: a literature review. *Proceedings of INTED2016 Conference*, (pp. 4110-4118). Valencia: INTED.
- Morales, M., Benítez, C., Silva, D., Altamirano, M., y Mendoza, H. M. (2016). Aplicación móvil para el aprendizaje del inglés utilizando realidad aumentada. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, Recuperado de <http://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/viewFile/513/552>
- O'Dwyer, L., y Bernauer, J. (2014). *Quantitative research for the qualitative researcher*. California: Sage.

- Prendes, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 187-203. doi: 10.12795/pixelbit.2015.i46.12.
- Proske, A., Roscoe, R., y McNamara, D. (2014). Game-based practice versus traditional practice in computer-based writing strategy training: effects on motivation and achievement. *Education Technology Research Development*, 62, 481-505. doi: 10.1007/s11423-014-9349-2.
- Sabariago, M. (2012). El proceso de investigación (parte 2). En R. Bisquerra (coord.), *Metodología de la investigación educativa*, (3ª ed.), (127-163). Madrid: La Muralla.
- Sans, A. (2012). Métodos de investigación de enfoque experimental. En R. Bisquerra (coord.), *Metodología de la investigación educativa* (151-193). (3ª ed.). Madrid: La Muralla.
- Santos, M. Wolde, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Rodrigo, M., Sandor, Ch., y Kato, H. (2016). Augmented reality as multimedia: the case for situated vocabulary learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11(4), 1-23.
- Sevillano, M. L., y Vázquez, E. (2015). *Modelos de investigación en contextos ubicuos y móviles en educación superior*. Madrid: McGraw-Hill/Uned.
- Tecnológico de Monterrey (2015). Reporte EduTrends. Radar de Innovación Educativa 2015. Monterrey: Tecnológico de Monterrey.
- Wei, X., Weng, D., Liu, Y., y Wang, Y. (2015). Teaching based on augmented reality for a technical creative design course. *Computers & Education*, 81, 221-234. doi: 10.1016/j.compedu.2014.10.017.
- Wojciechowski, R., y Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570-585. doi: 10.1016/j.compedu.2013.02.014.
- Wu, H-S., Lee, S., Chang, H-Y., y Liang, J. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. doi: 10.1016/j.compedu.2012.10.024.

## PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

**Julio Cabero Almenara.** Catedrático de Tecnología Educativa de la Universidad de Sevilla, es director del Secretariado de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías de la Universidad de Sevilla. Edito de la revista internacional Pixel Bit, Revista de Medios y Educación. Sus líneas de investigación giran en torno a las tecnologías emergentes.  
E-mail: [cabero@us.es](mailto:cabero@us.es)

**Bárbara Fernández Robles.** Licenciada en Pedagogía por la Universidad de Sevilla. Posee Máster en formación y orientación profesional para el empleo. Actualmente estudiante de doctorado de la Universidad de Córdoba. Ha desempeñado funciones de asesoramiento, seguimiento y producción de contenidos digitales para la docencia en el Instituto Tecnológico de Santo Domingo. En este momento desarrolla esta labor en la Fundación Extensius.  
E-mail: [bfernandezrobles@gmail.com](mailto:bfernandezrobles@gmail.com)

## DIRECCIÓN DE LOS AUTORES

Facultad de Ciencias de la Educación  
Calle Pirotecnia s/n  
41018-Sevilla (España)

**Verónica Marín Díaz.** Profesora Titular de Universidad de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba, ha sido Directora del Máster en Educación Inclusiva de la citada universidad en el período 2012-2015. Miembro del grupo de investigación e2i de la Universidad de Córdoba y del Grupo de Tecnología Educativa de la Universidad de Sevilla. Editora de la revista internacional EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC. Sus líneas de investigación giran en torno a las tecnologías emergentes.

E-mail: [vmarin@uco.es](mailto:vmarin@uco.es)

## DIRECCIÓN DE LA AUTORA

Facultad de Ciencias de la Educación  
Ada. San Alberto Magno s/n  
14004-Córdoba (España)

**Fecha de recepción del artículo:** 07/10/2016

**Fecha de aceptación del artículo:** 02/01/2017

## Como citar este artículo:

Cabero Almenara, J., Fernández Robles, B., y Marín Díaz, V. (2017). Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp. 167-185. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17245>



# El enfoque flipped learning en estudios de magisterio: percepción de los alumnos

## The flipped learning approach in teaching degrees: students' perceptions

Déborah Martín R.

Javier Tourón

Universidad Internacional de La Rioja, UNIR (España)

### Resumen

En el presente trabajo se analiza la percepción de los alumnos de una estrategia de enseñanza-aprendizaje universitaria, con un enfoque *flipped learning*, en el desarrollo de la asignatura *Orientación educativa y plan de acción tutorial* del grado de Educación Primaria. Se utilizan como marco de referencia las habilidades del siglo XXI propuestas por Fullan (2013) y conocidas como las seis Cs (Carácter, Comunicación, Colaboración, Ciudadanía, Pensamiento crítico y Creatividad). Se ha empleado un diseño experimental de dos grupos, con grupo de control no equivalente, con el que se analizan las percepciones de los alumnos sobre su aprendizaje en un entorno de enseñanza convencional y bajo un entorno *flipped* basado en *m-learning*. Las diferencias encontradas han resultado estadísticamente significativas en todas las dimensiones analizadas, con incrementos favorables a la metodología experimental en todos los casos. Especial relevancia presentan las diferencias en Ciudadanía, Carácter y Comunicación. El análisis de los ítems permite constatar ciertas dificultades en la alfabetización funcional de los alumnos en lo que se refiere al uso de la tecnología digital para mejorar su aprendizaje. Asimismo, se pone de manifiesto que las metodologías activas favorecen, según la percepción de los alumnos, el desarrollo de las habilidades y el aprendizaje. Se confirma la hipótesis planteada en este estudio de que el uso del *m-learning* con un enfoque pedagógico centrado en el aprendizaje, con metodologías activas, es un apoyo que mejora el desarrollo de las competencias del siglo XXI y, en concreto, aquellas descritas como las 6C's.

*Palabras clave:* aprendizaje móvil; enseñanza inversa; tecnología educativa; formación de profesores.

### Abstract

In this paper, we analyze the students' perception of a university teaching-learning strategy, with a flipped learning approach, in the development of the subject *Orientación educativa y plan de acción tutorial del Grado de Educación Primaria*. The 21st century skills proposed by Fullan (2013) and known as the six Cs (Character, Communication, Collaboration, Citizenship, Critical Thinking and Creativity) are used as a frame of reference. An experimental design of two groups, with a non-equivalent control group, has been used to analyze the students' perceptions of their learning in a conventional teaching environment and under a flipped

environment based on m-learning. The differences found were statistically significant in all the analyzed dimensions, with favorable increases in the experimental methodology in all cases. The differences in Citizenship, Character and Communication are of particular relevance. The analysis of the items reveals some difficulties in the functional literacy of students in the use of digital technology to improve their learning. Likewise, it is evident that the active methodologies improve, according to the perception of the students, the skills development and learning. It is confirmed the hypothesis proposed in this study that the use of m-learning with a pedagogical approach centered on learning, with active methodologies, is a support that improves the development of the competences of the 21st century and, specifically, those described as the 6C's.

*Keywords:* mobile learning; flipped learning; educational technology; teacher training.

La autonomía pedagógica suele tener impacto en diferentes aspectos que mejoran la calidad educativa como el liderazgo, las altas expectativas, el consenso y la cohesión e, incluso, podría llegar a adoptar el uso de metodologías que permitan un tiempo de aprendizaje eficaz (Winkler y Yeo, 2007). Si a la incorporación de metodologías educativas eficaces, se integran técnicas y herramientas para que sean eficientes, hablaríamos de la fusión de la tecnología con los procesos educativos que permitirían la realización de tareas que estructurarían el proceso de aprendizaje hacia la creación de conocimiento. Estas tareas, apoyadas por el uso adecuado de herramientas digitales, facilitarían el proceso hacia un aprendizaje profundo (Fullan y Langworthy, 2013, 2014), contribuyendo a la mejora en términos de calidad y pertinencia, gracias a la interconexión con el mundo real (Ozdamli y Cavus, 2011).

Con el objetivo de facilitar el aprendizaje, en cualquier momento y lugar, el docente puede utilizar el aprendizaje móvil (*Mobile Learning* o *m-learning*) como apoyo a una metodología centrada en el alumno, consistente en la utilización de tecnología móvil, ya sea sola o en combinación con cualquier otro tipo de tecnología de la información y las comunicaciones (TICs), o cualquier tecnología educativa (UNESCO, 2012). Por su parte, Brazuelo y Gallego (2011, p. 17 citado en Navaridas, Santiago y Tourón, 2013) definen el *m-learning* “como la modalidad educativa que facilita la construcción del conocimiento, la resolución de problemas de aprendizaje y el desarrollo de destrezas o habilidades diversas de forma autónoma y ubicua gracias a la mediación de dispositivos móviles portables”.

Esta propuesta tiene coherencia dado el volumen que alcanzarán los teléfonos inteligentes (*smartphones*) en todo el mundo. Si a finales de 2012, por primera vez se alcanzaba la cantidad de mil millones de unidades en todo el mundo, parece que se expandirán constantemente un 34% más entre 2016 y 2022 (Sui y Wu, 2016).

El aprendizaje móvil (*m-learning*) ofrece el apoyo necesario al proceso de aprendizaje, mediante el uso de instrumentos móviles (UNESCO, 2014), entendidos como “dispositivos digitales, portátiles, controlados por lo general por una persona, que es su dueña, tienen acceso a internet y capacidad multimedia, y pueden facilitar un gran número de tareas, especialmente las relacionadas con la comunicación”

(UNESCO, 2012, pp. 6-7). De hecho “la propiedad personal del dispositivo se contempla como uno de los factores más importantes en el éxito de programas basados en tecnologías móviles” (Navaridas, Santiago y Tourón, 2013, p. 4).

En definitiva, el concepto *m-learning* obedece a las siguientes características: transportable, accesible, conectado a internet, flexible, inmediato y ubicuo, lo que permite realizar multitareas de manera individual o colaborativa (Santiago, Trabaldo, Kamijo y Fernández, 2015).

Sin embargo, utilizar dispositivos móviles, sin que se produzca un cambio de enfoque educativo, aspecto central de este estudio, no implica directamente mejoras en el proceso formativo, “aprendemos haciendo, o lo que es lo mismo, aprendemos de la experiencia, y desde la reflexión sobre esas experiencias” (Schank, 2011, p. 41). El *m-learning* busca promover la adquisición de conocimiento del estudiante mediante el uso de tecnologías móviles bajo una visión constructivista, requiere establecer un marco teórico y una metodología que ofrezcan sentido y valor pedagógico a su uso durante el proceso formativo (Ramos, Herrera y Ramírez, 2013).

En la práctica educativa del *m-learning* pueden darse experiencias educativas con enfoques pedagógicos muy diversos. El que aquí se utiliza es el *flipped learning* que “es un enfoque pedagógico y metodológico paicocéntrico que lleva a personalizar el aprendizaje de cada estudiante, ayudándole a asumir el peso y la responsabilidad de su propio progreso y desarrollo personal, haciendo para ello uso de la tecnología digital como herramienta necesaria para llevar a cabo dicha personalización, al tiempo que se fomenta un aprendizaje más profundo, flexible y creativo, de modo que el profesor se convierte en guía, mentor y consejero en el itinerario de cada alumno hacia el logro de sus metas” (Tourón, 2015).

El diseño de actividades debe orientarse a la consecución de los objetivos de aprendizaje, utilizando metodologías versátiles dentro del aula, y el uso de tecnología para acceder a información o a contenidos didácticos, a la realización de estrategias de aprendizaje, a crear contenido, a conversar o escribirse con otras personas o entidades, compartir o co-editar contenido y establecer una comunicación productiva entre estudiantes y docentes.

Las herramientas no se utilizan exclusivamente para la entrega de tareas en formato digital (Rivera, Sánchez, Romo, Jaramillo y Valencia, 2013), sino para la adquisición de conocimientos, el desarrollo de destrezas y habilidades, es decir, competencias (Valero, Redondo y Palacín, 2012).

El estudio sobre el estado del *m-learning* en España (Brazuelo y Gallego, 2014) recoge que es necesario integrar las tecnologías digitales en los contextos formativos, “impulsar políticas educativas de implantación; difundir ejemplos de *m-learning*; fomentar la creación de contenidos educativos móviles y, lo más importante, preparar al profesorado como elemento clave para la integración real de las tecnologías móviles con fines educativos” (Brazuelo y Gallego, 2014, p. 109) lo que convierte a las Facultades de Educación, como centros de formación del profesorado, en espacio propicio para fomentar el uso de *m-learning*.

Por otro lado, a pesar de que las redes sociales forman parte de nuestra vida cotidiana y están transformando nuestras formas de relacionarnos y comunicarnos, “las instituciones universitarias no han sido suficientemente ágiles para integrarlas en su dinámica pedagógica de modo realmente efectivo” (Del Campo Cañizares, 2013, p. 238).

Los departamentos universitarios son considerados incubadoras para nuevos descubrimientos e innovaciones, que tienen un gran impacto en sus comunidades locales e incluso a un nivel más global. Para posibilitar esas innovaciones se espera que, a largo plazo, las universidades atiendan a las necesidades y requerimientos propios de la cultura del cambio y la innovación. Pero ¿cómo?, consiguiendo una estructura que permita flexibilidad, pero que al mismo tiempo estimule la creatividad y el pensamiento empresarial (INTEF, 2016, p. 3).

El informe Horizon (2016)<sup>1</sup> propone tecnologías a ser adoptadas en los próximos 2-3 años en la educación superior (Johnson, Becker, Cummins, Estrada, Freeman y Hall, 2016), entre las que destaca: traer tu propio dispositivo (BYOD) debido al efecto positivo que tiene en el aprendizaje (Eichen, 2013), incorporar analíticas de aprendizaje y aprendizaje adaptativo, y realidad aumentada y virtual.

Alguna de las ventajas que propone la UNESCO (2013) sobre el uso de *m-learning* en el ámbito educativo son: la facilidad para desarrollar el aprendizaje personalizado, la evaluación y el *feedback* inmediato, el aprendizaje ubicuo, el empleo productivo del tiempo en el aula, la creación de nuevas comunidades de educandos, el apoyo al aprendizaje en lugares concretos utilizando la geolocalización o la realidad aumentada, la mejora del aprendizaje continuo, el vínculo entre la educación formal y no formal, el apoyo a la diversidad del alumnado, la mejora de la comunicación. En definitiva, desempeña un papel de vital importancia en la capacidad de creación de los estudiantes, en la consecución de un aprendizaje más profundo y en la toma de una conciencia global, motivo por el que su integración con el modelo *flipped learning* resulta de gran interés, esta propuesta “pone el peso de la acción de aprender en el alumno, al tiempo que rescata al profesor de la enseñanza directa a todos los alumnos, a un papel de mentor, guía y facilitador del aprendizaje de estos” (Tourón y Santiago, 2015, p. 225). Además de estos principios se proponen: la preparación previa del alumno, la interacción entre pares, espacios para el aprendizaje colaborativo y la integración de la tecnología (Kim et al., 2014; Ng, 2015).

Estudios diversos (Bergmann, Overmyer y Wilie, 2011; Francl, 2014; Lasry, Dugdale y Charles, 2014; Lai y Hwang, 2014) indican que algunos de los factores que intervienen en la mejora del aprendizaje se deben a la interacción que se produce entre el profesorado y el alumnado, las actividades llevadas en el aula, el debate, el tiempo para la reflexión de las preguntas, el acceso a la información que ofrece el uso de herramientas digitales, así como la facilidad de acceso a la información que resulta del uso del *m-learning* y la incorporación de diferentes estrategias de enseñanza.

Uno de los objetivos del aprendizaje invertido es promover el aprendizaje auto-dirigido con la ayuda de las tecnologías móviles e inalámbricas. Esto implica que el aprendizaje desde el enfoque *flipped learning* puede ser una alternativa en la adquisición de las 6 competencias del siglo XXI (Hwang, Lai y Wang, 2015).

## HABILIDADES DEL SIGLO XXI: LAS 6Cs

El informe “habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio” en los países de la OCDE fue el tema principal del Congreso Internacional sobre las Competencias del Siglo XXI que tuvo lugar en Bruselas en el mes de septiembre de 2009. El principal propósito fue proporcionar orientaciones a responsables, investigadores y educadores para el diseño de medidas que afectan principalmente a esta nueva generación de la sociedad del conocimiento.

La OCDE (2010), en el informe mencionado, invita a los gobiernos a hacer un esfuerzo para identificar y conceptualizar correctamente el conjunto de habilidades y competencias requeridas, según los estándares educativos, que cada estudiante debe ser capaz de alcanzar al final de la educación obligatoria.

Estas iniciativas para definir, enseñar o evaluar las competencias del siglo XXI son proyectos de gran interés internacional. Además de la propuesta de la OCDE, encontramos el proyecto *Assessment and Teaching of 21st Century Schools*, desarrollado en la Universidad de Melbourne, *Partnership 21st* de Washington o la propuesta que realiza Fullan (2013) sobre las 6Cs. En el informe citado de la OCDE (2010) se presenta un marco de competencias clasificadas según tres dimensiones: a) dimensión de la información, b) dimensión de la comunicación y c) ética e impacto social. De los estudios del proyecto estadounidense *Partnership 21st* se plantea la formación y la evaluación de habilidades esenciales para el siglo XXI en las siguientes áreas: a) pensamiento crítico, b) solución de problemas, c) creatividad y pensamiento empresarial y d) comunicación y colaboración con otros. La Universidad de Melbourne, por su parte, en su proyecto ATC21 (Griffin y Care, 2012) clasifica las habilidades del siglo XXI en cuatro grandes categorías: a) formas de pensar: creatividad, pensamiento crítico, resolución de problemas, toma de decisiones y el aprendizaje; b) formas de trabajo: comunicación y colaboración, c) herramientas para trabajar: tecnologías de información y comunicaciones (TIC) y la alfabetización informacional y d) habilidades para la vida en el mundo: ciudadanía, la vida y la carrera, y la responsabilidad personal y social.

Todas ellas se concretan en la propuesta que Fullan (2013) viene realizando y publica en el Informe “A Rich Seam: Cómo las nuevas pedagogías encuentran un aprendizaje profundo” de la editorial Pearson, refiriéndose a los seis elementos que definen el carácter y desarrollan el aprendizaje profundo. Estos elementos se denominan las 6Cs` por su terminología en inglés, y son:

- Educación del carácter (*Character building*): construcción de la resiliencia, la empatía, la confianza y el bienestar.
- Ciudadanía (*Citizenship*): referencia al conocimiento global, respeto cultural, conciencia ambiental.
- Comunicación (*Communication*): hacer que los estudiantes apliquen su trabajo oral, escuchando, escribiendo y leyendo en contextos variados.
- Pensamiento crítico (*Critical thinking*): diseñar y gestionar proyectos que aborden problemas específicos y lleguen a soluciones utilizando herramientas apropiadas y diversas.
- Colaboración (*Colaboration*): trabajar en equipo para que los estudiantes puedan aprender con otros.
- Creatividad e imaginación (*Creativity*): para desarrollar cualidades como empresa, liderazgo, innovación.

El desarrollo de estas habilidades (las 6Cs) y el aprendizaje profundo requiere una transformación metodológica. Este enfoque requiere cambios profundos en el rol del profesorado y del alumnado, así como acciones orientadas al aprendizaje profundo que aprovechen las asociaciones de diferentes áreas de aprendizaje, involucren a los estudiantes en su proceso de aprendizaje profundo mediante el descubrimiento, el dominio de lo aprendido y la creación y uso de lo aprendido en la vida cotidiana. Su efectividad conlleva (Fullan, 2014, p. 45):

- Establecer a los estudiantes y maestros como profesores.
- Temporalizar tareas de aprendizaje profundo a largo plazo.
- Proponer tareas complejas e interdependientes.
- Establecer metas claras de aprendizaje y medidas de éxito claramente definidas.
- Dar a los estudiantes control y elección adecuados a su nivel, aumentando gradualmente la capacidad de los mismos para manejar su proceso de aprendizaje.
- Ofrecer retroalimentación continua y efectiva; es decir, una evaluación formativa hacia los objetivos de aprendizaje.
- Identificar y utilizar herramientas y recursos digitales para apoyar las tareas de aprendizaje profundo y ayudar a los estudiantes a dominar el proceso de aprendizaje.
- Analizar los datos del progreso para informar los cambios en las estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Estas propuestas están estrechamente relacionadas con los resultados del meta-análisis de Hattie (2009) donde se muestran los elementos con mayor impacto (tamaño del efecto) en los resultados del aprendizaje. Algunos de ellos con un tamaño superior a 0.7 (Hattie, 2009, 2012) son: a) la autoevaluación ( $d = 1.44$ ); b) los programas piagetianos ( $d = 1,28$ ); c) la evaluación formativa ( $d = 0,90$ ); d) la micro enseñanza ( $d = 0,88$ ); e) la aceleración ( $d = 0,88$ ); f) el comportamiento

en el aula ( $d = .8$ ); g) la interacción entre profesor y alumno ( $d=.8$ ); h) la claridad del profesor ( $d = .75$ ); i) la enseñanza recíproca, por pares ( $d = .74$ ) y j) el *feedback* ( $d=.73$ ).

En definitiva, se trata de utilizar estrategias educativas que coloquen al profesor en un rol de activador, manteniendo una relación profesor-alumno adecuada, elaborando propuestas para la enseñanza recíproca, estableciendo una frecuente retroalimentación, ofreciendo espacios para la reflexión y meta-cognición, y cuidando un mensaje claro para ser entendido por todos (Fullan, 2014).

## MÉTODO

El objetivo del estudio que aquí se presenta es analizar la percepción que tienen los estudiantes de primer curso del Grado en Educación Primaria, del posible beneficio en el desarrollo de sus competencias y habilidades del siglo XXI, al incorporar el modelo *flipped learning* en la asignatura *Orientación Educativa y Plan de Acción Tutorial* en la universidad.

La hipótesis de partida plantea que la incorporación de metodologías activas, propias del enfoque *flipped*, durante las clases presenciales en educación superior, con la utilización de dispositivos móviles (*smartphones*, *tablets* o portátiles) para combinar el entorno formal e informal, aplicados a la asignatura *Orientación Educativa y Plan de Acción Tutorial* (aportaciones en redes sociales, plataformas de comunicación, foros para el intercambio, etc.), son un apoyo que mejora significativamente la percepción de los alumnos sobre su desarrollo en las competencias del siglo XXI y, en concreto, aquellas descritas como las 6Cs.

El diseño de investigación llevado a cabo es de dos grupos independientes, con grupo de control no equivalente. Un grupo ofrecerá su percepción en cuanto al desarrollo de las 6Cs con las metodologías utilizadas en asignaturas del primer cuatrimestre (enseñanza convencional), mientras que el otro nos permite identificar la percepción del alumnado expuesto a una asignatura desarrollada completamente bajo un modelo *flipped learning* y una inmersión en *m-learning* durante cuatro meses y medio (grupo experimental).

Los objetivos de la investigación, de acuerdo con lo señalado, pueden resumirse en: 1. Identificar si el alumnado percibe una mejora en el desarrollo de sus habilidades tras experimentar una estrategia de *flipped learning* utilizando dispositivos móviles. 2. Identificar, a través del análisis cualitativo, qué elementos del desarrollo de la metodología han beneficiado la mejora, según el propio alumnado y 3. Identificar aquellos elementos, si los hubiere, que no han facilitado el aprendizaje y el desarrollo de las habilidades.

## Participantes

La población está formada por el conjunto de estudiantes de la asignatura *Orientación educativa y Plan de acción tutorial* de primer curso de grado de Educación Primaria en una Universidad de Madrid. La intervención se lleva a cabo durante el curso académico 2015/16, en un grupo. De los 110 estudiantes matriculados en la asignatura, 59 valoran las dimensiones en el contexto de clases convencionales, y otros 59 valoran la experiencia *flipped learning* del segundo cuatrimestre. Los alumnos del grupo de control no equivalente proceden del mismo grupo general de clase y, por tanto, con características razonablemente similares al grupo experimental.

## Instrumentos

La faceta experimental del diseño de investigación se caracteriza por emplear técnicas mixtas, cuantitativas y cualitativas. Las técnicas e instrumentos utilizados son los siguientes:

Análisis cuantitativo a través de la herramienta *Analytics de Twitter* sobre la interacción de la *etiqueta (hashtag)* utilizada por el grupo de clase en esta red.

Encuesta, con el uso de un cuestionario ya validado, adaptado de Driscoll (2012), para obtener los datos sobre la percepción de mejora de las habilidades. El cuestionario, con una escala tipo Likert de cuatro puntos, presenta preguntas cerradas para su valoración en cada una de las habilidades 6Cs. Además, se incorporan tres preguntas abiertas para analizar qué elementos les han ayudado en su aprendizaje, cuáles no han ayudado y qué propuestas de mejora introducirían.

El cuestionario analiza seis dimensiones (las 6Cs) con la descripción que se recoge en la tabla 1:

Tabla 1. Descripción de las dimensiones del cuestionario

Dimensión	Descripción
1C. Carácter	Construir un ambiente que facilite la empatía, la confianza y el bienestar.
2C. Colaboración	Trabajar en equipo para poder aprender unos de otros.
3C. Comunicación	Utilizar o aplicar lo aprendido empleando diferentes formas de expresión y soporte (papel o digital).
4C. Ciudadanía	Sentir que se tienen en cuenta las propias diferencias e intereses para poder respetar las diferencias individuales e intereses de otros.
5C. Pensamiento crítico	Abordar problemas específicos y llegar a soluciones utilizando herramientas apropiadas y diversas.
6C. Creatividad	Desarrollar la autonomía, el liderazgo y la innovación.

A los alumnos de grupo que reciben enseñanza convencional se les entrega el cuestionario con la indicación: “Valora en qué grado se han dado los siguientes elementos durante las clases en la universidad hasta ahora, durante el primer cuatrimestre”. El mismo proceso se lleva a cabo con el grupo experimental: “Valora en qué grado se han dado los siguientes elementos, tras el desarrollo de esta asignatura con el enfoque *flipped learning* y el uso de *m-learning*”. Los elementos analizados se muestran en la tabla 2:

Tabla 2. Cuestionario aplicado en ambas fases

C'S	Ítems
3	Facilidad en el acceso al material y contenido de aprendizaje.
1	Flexibilidad para elegir el tipo de materiales que mejor se ajustan a mi aprendizaje.
1	Trabajo al propio ritmo.
6	Autonomía en mi aprendizaje.
1	Diversión y Aprendizaje.
2	Colaboración con mis compañeros en clase.
5	Participación en la toma de decisiones al colaborar con mis compañeros.
5	Participar en la resolución de problemas.
2	Aprender de/con mis compañeros.
5	Desarrollar mi pensamiento crítico (Dar mi opinión, crear propuestas...).
3	Desarrollo de mi expresión oral y escrita.
6	Mejora de mi proceso de aprendizaje.
1	Aumento de mi motivación.
6	Incremento de mi creatividad.
4	Se tienen en cuenta mis puntos fuertes, debilidades e intereses.
5	Autoevaluar mi progreso de aprendizaje.
3	Usar tecnología digital para aprender.
4	El profesor propone un clima facilitador del aprendizaje.
-	Interacción-contacto frecuente con el profesor.
-	Incremento de mis notas/calificaciones.
-	Me gusta la metodología que se ha seguido hasta ahora.

#### Preguntas abiertas del cuestionario

Escribe qué elementos son los que te han ayudado en tu aprendizaje.
Menciona qué elementos NO han facilitado tu aprendizaje.
¿Qué propuestas de mejora añadirías?

*Nota.* Los números indican la dimensión a la que pertenece cada ítem (excepto los tres últimos que no tienen una dimensión específica)

## Procedimiento: desarrollo de la asignatura

*Orientación educativa y Acción tutorial* se desarrolla íntegramente bajo el modelo *flipped learning*. A los estudiantes se les explica el primer día de clase cómo se desarrollará el cuatrimestre, dedicándole tiempo suficiente para dar instrucciones claras sobre la dinámica. Deben trabajar previamente unos vídeos interactivos con preguntas o textos con conceptos claves. El profesor analiza la comprensión antes de cada clase presencial, con el fin de profundizar en el aula de una manera práctica sobre los conceptos. Las diferentes actividades llevadas a cabo en el aula siguen los principios de las metodologías activas e inductivas y todas ellas requieren el uso de dispositivos digitales, por lo que se recomienda al alumnado la utilización BYOD (*Bring Your Own Device*) mediante *smartphones*, *tablets* o portátiles. Entre otras se realizan las siguientes técnicas:

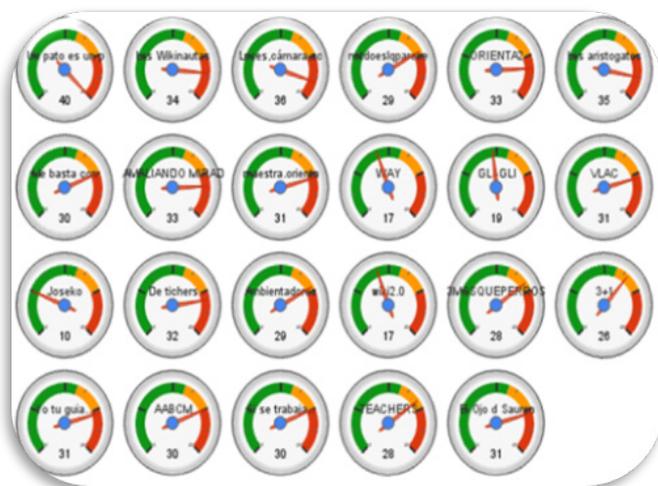
- a. Estudio de casos.
- b. Co-edición en *wikis*.
- c. *Gamificación*: actividades con *Lego Serious Play* y concursos con *Kahoot* y *Quizalize*.
- d. Intercambios de experiencias a través de video conferencias con colegios.
- e. Visitas de profesionales (una orientadora, un tutor, un ingeniero de software).
- f. Técnica del puzzle de Aronson de aprendizaje cooperativo.
- g. Dinámica sobre Inteligencias Múltiples.
- h. Realización de una asamblea para resolver conflictos.
- i. Utilización de la red social *Twitter* con la etiqueta *#orientatutorucm*.
- j. Utilización de insignias digitales que se añaden en la plataforma *Moodle* (plataforma habitual de gestión de contenido y comunicación del aula).
- k. *Gymkana* con códigos QR.

Algunas de ellas se describen más detalladamente a continuación para dar una idea del entorno y atmósfera de trabajo en la que se ven implicados los alumnos. Servirá asimismo para describir la “situación experimental”.

### *El Juego*

La evaluación se realiza con diferentes tareas, una de ellas mediante cuatro concursos en equipo utilizando la herramienta *Kahoot* para cada bloque de contenido. Las diferentes puntuaciones de cada equipo se van sumando de un concurso a otro, y sus resultados se muestran en unos gráficos, a modo de velocímetro, tal y como se ve en la figura 1. Según la franja de color a la que llegue el equipo (verde, naranja o roja), se suman los decimales correspondientes en la calificación final a cada uno de sus integrantes.

Figura 1. Gráficos de acumulación de puntos por equipo



### Códigos QR

Casi al final de curso, para integrar diferentes conceptos y hacer un plan de acción tutorial, contenido crucial de la asignatura, se realiza una *gymkana* con códigos QR por toda la Facultad de Educación. Cada código descubre una actividad para diseñar un proyecto de intervención.

Figura 2. Código QR para realizar un cuestionario: una de las pruebas



## *Aprendizaje Ubicuo. Integración del aprendizaje informal y formal*

Desde el principio, a los estudiantes se les dio la opción de compartir las experiencias de clase o de fuera de ella, así como compartir, a través de *Twitter*, ideas, recursos de interés, vídeos, artículos o noticias que pudiesen localizar relacionadas con la asignatura. La etiqueta utilizada fue #orientatutorUCM. Para no dejar a ningún estudiante fuera de este intercambio, en caso de que no tuviese perfil en *Twitter*, se integró el *timeline* de la etiqueta a través de un *widget* en *Moodle*.

## *Intercambio de experiencias*

Se realizó una videoconferencia (figura 3) con los alumnos de un aula de 1º de ESO y su tutor. Previamente se organizó, de manera colaborativa, a través de un documento compartido en *drive*, las preguntas que deseábamos plantear a los alumnos de 1º de ESO en relación a las tutorías. Allí se intercambiaron ideas sobre la educación y los chicos de ESO contaron qué creen que tenemos que hacer los profesores para favorecer su aprendizaje.

Figura 3. Imagen de la videoconferencia



## *Aprendizaje cooperativo*

La *técnica del puzzle* o grupo de expertos (figura 4) se organiza en equipos base de cuatro personas. Cada miembro debe profundizar y hacerse experto en uno de estos temas: a) Plan de acción tutorial; b) Legislación; c) Plan de atención a la diversidad y d) Atención educativa fuera del aula (centros de menores, hospitales, etc.). Una vez que se han hecho *expertos*, vuelven a sus equipos base, comparten la información para que todos aprendan de todos, y se realiza un cuestionario individual *gamificado* con *Quizalize*. Este cuestionario se propone para identificar su nivel de dominio y conocer en qué deben profundizar o mejorar.

Figura 4. Imagen extraída en el momento de la realización de la técnica del puzzle



### *Evaluación de la asignatura*

Las tareas de evaluación se explican por parte del profesor el primer día de clase, junto con la metodología a seguir. Se consensuan con el alumnado los porcentajes para su calificación, quedando de la manera siguiente:

- a. Individual
  - Visualización de vídeos previos a la clase presencial: 10%.
  - Elaboración de un portfolio en el formato que desee el estudiante: 40%.
- b. Grupal
  - Prácticas y estudios de casos 20%.
  - Co-evaluación de las wikis 20%.
  - Auto-evaluación de las wikis 10%.

Además, se añaden puntos extra a la calificación, mediante los concursos de *Kahoot* y aquellos *tuits* que hubieran sido marcados con “me gusta” y producido interacción.

### **Recogida y análisis de la información**

El cuestionario previo se envió al alumnado a través de un enlace a *Survey Monkey*, antes del primer día de clase. Además, se llevó en papel el primer día,

indicándoles que era voluntario y debía cumplimentarse antes de comenzar con las instrucciones de la nueva dinámica de la asignatura. En la fase *post-test*, se procede de la misma manera, cumplimentándose el último día de clase.

El análisis estadístico de los resultados del cuestionario se ha realizado con el paquete SPSS 20.0. Se presentan esencialmente los rangos medios de la valoración por parte del alumnado en cada dimensión (6Cs) en cada grupo, y su significación estadística mediante la U de Mann-Whitney, dado que el cuestionario se responde con una escala Likert, lo que no permite el uso de pruebas paramétricas.

Por otra parte, se realiza tanto el recuento de las interacciones como su tipo, en *Twitter*.

El análisis cualitativo se ha realizado teniendo en cuenta las respuestas en las preguntas abiertas del cuestionario. Se lleva a cabo mediante el programa Atlas.ti, versión 7.5.10. El sistema de codificación utilizado ha sido descriptivo, inductivo y abierto. De los códigos extraídos, hemos clasificado las categorías con diferentes temas que se repiten en el discurso y que están relacionadas con los factores que intervienen en el aprendizaje profundo, tanto descritos en la primera parte de este estudio como cualquier otra cuestión emergente que haya podido afectar (positiva o negativamente) en su aprendizaje.

## RESULTADOS

El análisis cuantitativo del cuestionario muestra la existencia de diferencias significativas entre los resultados de cada factor entre los grupos control y experimental, tal y como se recogen en la tabla 3.

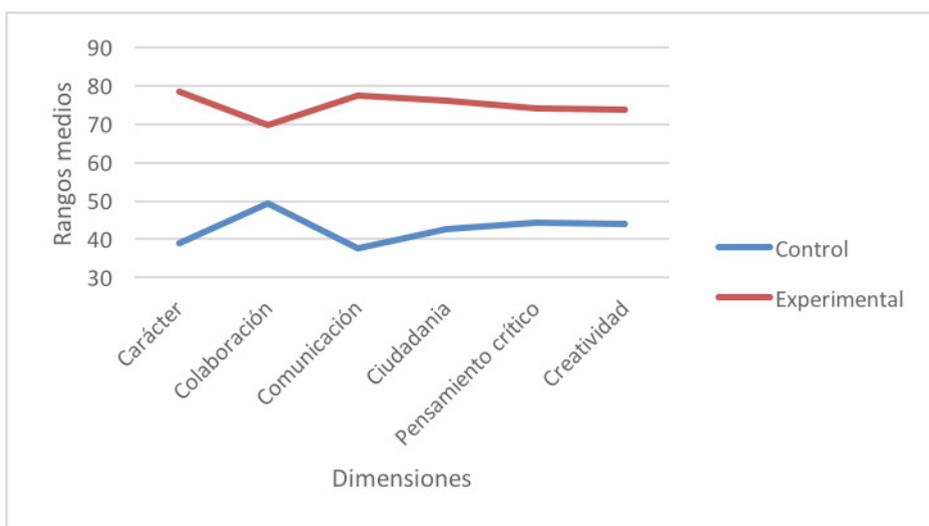
Tabla 3. Significación de las diferencias entre los grupos.

	Grupo	N	Rango promedio	U de Mann-Whitney	P
Carácter	Contr	58	39,1		
	Exp	59	78,56	557	0,0000
Colaboración	Contr	59	49,19		
	Exp	59	69,81	1132,5	0,0010
Comunicación	Contr	56	37,5		
	Exp	59	77,46	504	0,0000
Ciudadanía	Contr	59	42,7		
	Exp	59	76,3	749,5	0,0000

	Grupo	N	Rango promedio	U de Mann-Whitney	P
Pensamiento crítico	Contr	59	44,24	840	0,0000
	Exp	58	74,02		
Creatividad	Contr	58	44,09	846,5	0,0000
	Exp	59	73,65		
Carácter	Contr	58	39,1	557	0,0000
	Exp	59	78,56		

Los rangos medios de cada dimensión para cada grupo se representan en la figura 5.

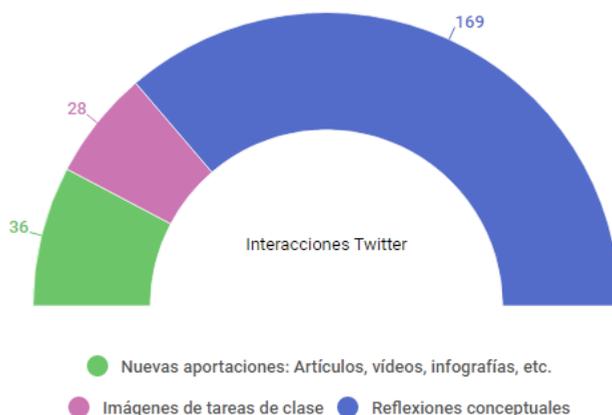
Figura 5. Rangos medios de los alumnos que valoran la enseñanza convencional (Control) y la enseñanza *Flipped* (Experimental)



Las interacciones producidas en la red social *Twitter*, etiqueta #orientatutorucm, entre el 8 de febrero y el 23 de mayo, son 233. Estas son de tres tipos diferentes: 1. Reflexiones o síntesis de lecturas o sesiones trabajadas en clase; 2. Imágenes sobre los trabajos o actividades realizadas durante las clases presenciales y 3. Nuevas

aportaciones al resto de compañeros con artículos o vídeos. En cualquier caso, las interacciones siempre estaban relacionadas con contenido de la asignatura. Su distribución se muestra en la figura 6.

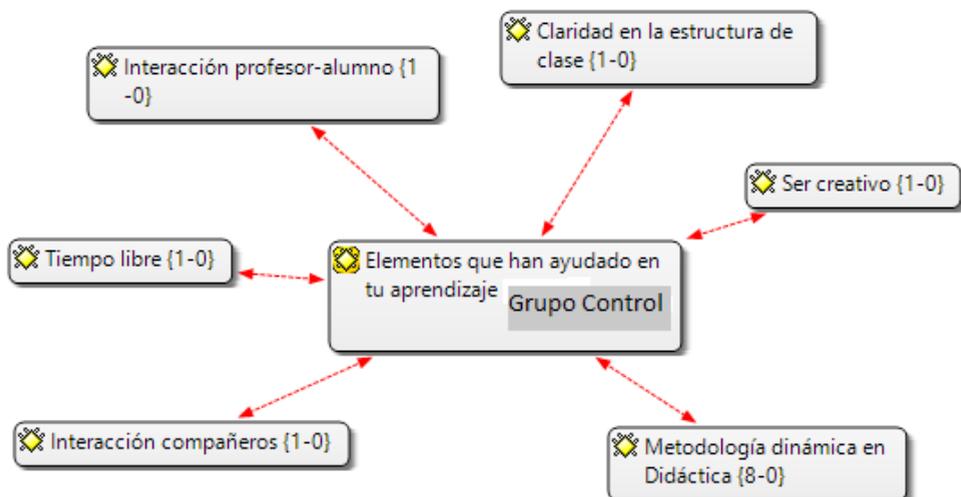
Figura 6. Número de interacciones en Twitter por tipo de interacción



El análisis cualitativo de las respuestas obtenidas en las preguntas abiertas del cuestionario estudia qué elementos, de una u otra metodología (convencional/experimental), les ha ayudado en su aprendizaje y cuáles no.

En la primera dimensión “elementos que han ayudado en tu aprendizaje”, para el grupo de control, se recogen 20 respuestas abiertas, donde se menciona en ocho ocasiones: “la metodología dinámica mantenida en *Didáctica*” (asignatura del primer trimestre). El resto de respuestas son: “la interacción profesor-alumno”, “interacción con compañeros”, “claridad en la estructura de clase”, “ser creativo” o el “tiempo libre”. En el diagrama de la figura 7, entre paréntesis, se indica la frecuencia absoluta de respuestas (primer dígito) y la eventual relación con otra categoría (segundo dígito), no aplicable en este caso.

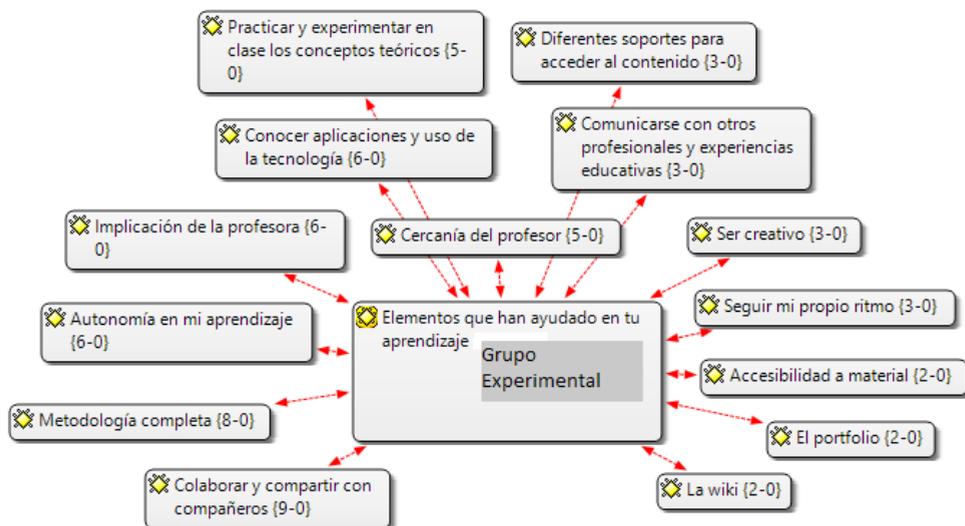
Figura 7. Categorías y frecuencias de citas para los elementos que han ayudado en tu aprendizaje. Grupo control



En la misma dimensión, para el grupo experimental (figura 8), encontramos 51 respuestas. La frecuencia absoluta de cada una de ellas (primer dígito) aparece al lado de cada categoría. Destacan por orden de mayor a menor frecuencia las siguientes:

- Colaborar y compartir con compañeros.
- La metodología seguida completa.
- La autonomía en mi aprendizaje.
- La implicación del profesor.
- Conocer diferentes aplicaciones y uso de la tecnología.
- Practicar y experimentar en clase los conceptos teóricos.
- La cercanía del profesor.
- Utilizar diferentes soportes para acceder al contenido.
- Comunicarse con otros profesionales y experiencias educativas.
- Ser creativo.
- La accesibilidad al material.
- El portfolio.
- La wiki.

Figura 8. Categorías y sus frecuencias mencionadas para elementos que han ayudado en tu aprendizaje. Grupo Experimental

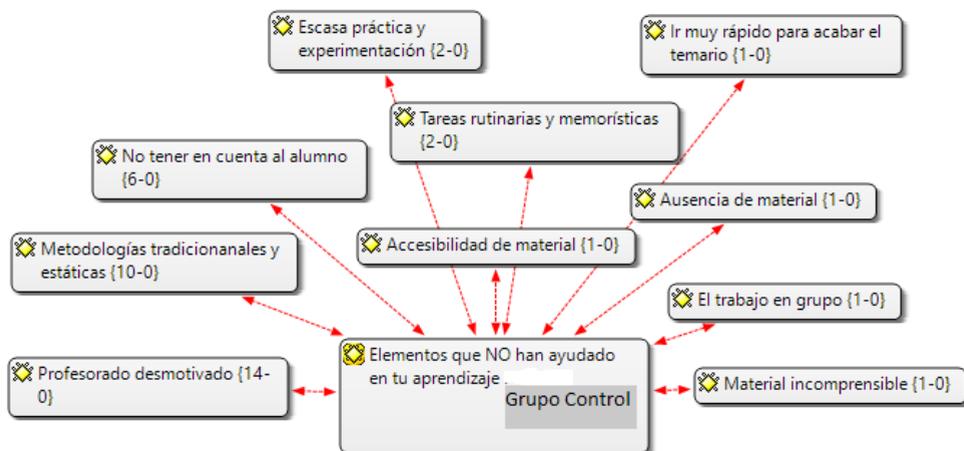


La segunda dimensión analizada “elementos que NO han ayudado en tu aprendizaje”, en el grupo de control, recoge 33 respuestas, entre las que destacan las siguientes categorías por orden de frecuencia de mayor a menor:

- Un profesorado desmotivado.
- Utilizar metodologías tradicionales y estáticas.
- No tener en cuenta al alumno.
- La escasa práctica y experimentación en el aula.
- Mantener tareas rutinarias y memorísticas.
- Ir muy rápido en las explicaciones para acabar el temario.
- La inaccesibilidad al material.
- Ausencia de material.
- Utilización de material incompresible.
- Trabajo en equipo.

La frecuencia de cada categoría, con el mismo significado que en las figuras 7 y 8, se presenta en el diagrama de la figura 9.

Figura 9. Categorías y su frecuencia de los elementos que NO han ayudado en el aprendizaje. Grupo control

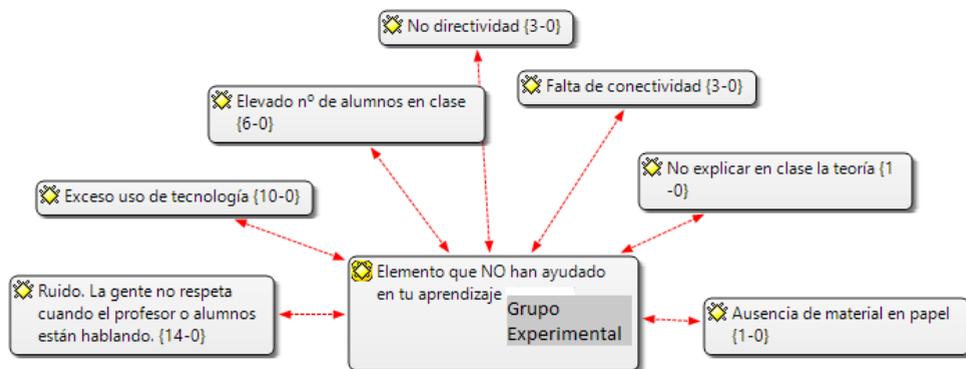


Para la misma dimensión, en el grupo experimental nos encontramos 43 respuestas abiertas, de las cuales destacan las siguientes categorías por orden de frecuencia:

- El excesivo ruido que ocasiona el murmullo cuando la gente no se calla al querer comentar algo tanto por parte de los compañeros o la profesora.
- El uso excesivo de tecnología.
- Elevado número de alumnos en clase.
- La ausencia de directividad.
- La falta de conectividad.
- No explicar en clase la teoría.
- La ausencia de material en papel.

Las frecuencias de las categorías se señalan en la figura 10.

Figura 10. Frecuencias de las categorías de los elementos que NO han ayudado en el aprendizaje. Grupo experimental



## DISCUSIÓN

El alumnado advierte una mejora en el desarrollo de sus habilidades tras experimentar una metodología centrada en el aprendizaje: el modelo *flipped learning* haciendo uso del *mobile learning*. Las diferencias entre el grupo control y experimental son estadísticamente significativas en todas las dimensiones (6 Cs), lo que pone de manifiesto que el aprendizaje móvil ofrece el apoyo necesario al proceso de aprendizaje (UNESCO, 2014) y que su uso, bajo un enfoque pedagógico activo, facilita el desarrollo de la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación, la colaboración o las habilidades sociales, tal y como muestran resultados que acabamos de presentar, coincidentes esencialmente con los de investigaciones anteriores (Ramos, Herrera y Ramírez, 2010; Brazuelo y Gallego, 2011; Navaridas, Santiago y Tourón, 2013; Fullan y Langworthy, 2014).

Las diferencias más importantes entre el grupo de control y el grupo experimental se dan en las dimensiones de Ciudadanía, Carácter y Comunicación, diferencias que suponen incrementos, en los valores de la escala, del 50%, 30% y 25% respectivamente. Respecto a los ítems que presentan más diferencias entre ambos grupos, destacan los referidos al “uso de la tecnología digital para aprender” (51%); “el profesor tiene en cuenta mis puntos fuertes y débiles” (50%); o el “profesor propone un clima facilitador del aprendizaje (40%)”. Llama la atención que los que menos diferencias presentan (aun siendo significativas) sean los referidos “aprender con los compañeros” (9%); “aumento de mi motivación” (11%) o “participación en la toma de decisiones al colaborar con mis compañeros” (11%). Quizá esto refleje que el alumno está poco acostumbrado a tomar la iniciativa en su aprendizaje, o a trabajar en equipo con sus iguales; lo que suele ser propio de metodologías centradas en el profesor en las que el alumno suele adoptar un papel más pasivo.

Por otra parte, es llamativo que los alumnos expresen, entre las dificultades para el aprendizaje, el que juzgan como “excesivo uso de la tecnología” (ver figura 7), al tiempo que es el ítem que presenta las diferencias mayores, como señalamos más arriba. Muy posiblemente es debido a la falta de alfabetización digital en cuanto al uso de la tecnología en el aprendizaje. Esto apunta, a nuestro juicio, a que el uso de la alfabetización tecnológica funcional es claramente distinto del uso de la tecnología en la vida ordinaria.

Por otro lado, el análisis de los elementos de la metodología que el alumnado percibe como beneficiosos en su aprendizaje y en el desarrollo de sus habilidades, tal como se desprende del análisis cualitativo, son: a) seguir una metodología activa y dinámica, b) colaborar y compartir con compañeros diferentes experiencias de aprendizaje, lo que coincide con los estudios de Hattie (2009, 2012) y Fullan (2014); c) tener cierta autonomía que permita mantener el ritmo individual y particular en el proceso de aprendizaje (UNESCO, 2013; INTEF, 2016; Bray y McClaskey, 2015); d) la implicación y cercanía del profesorado (Hattie, 2009, 2012; Fullan, 2014); e) aprender diferentes formas de aplicar y utilizar la tecnología en beneficio de su aprendizaje (Brazuelo y Gallego, 2014; Johnson et al., 2016); f) practicar y experimentar durante las clases (Prince, 2004, Shank, 2011); g) utilizar diferentes soportes (papel, formato digital, audio-visual, visual o textos) que permitan atender la diversidad de canales de aprendizaje del alumnado (Bray y McClaskey, 2015; UNESCO 2013); h) poder acceder al material de una manera fácil y rápida, a través de cualquier dispositivo; i) facilitar espacios para poder ser creativo y j) comunicarse con otros profesionales y otras experiencias educativas (UNESCO, 2012; Fullan, 2014).

Es de interés señalar que los estudiantes manifiestan, en un elevado número de ocasiones, como se muestra en el análisis cualitativo, que las metodologías activas y dinámicas son uno de los elementos que más influyen en su aprendizaje. De hecho, en el ítem “Me ha gustado la metodología seguida hasta ahora” se incrementa, en el valor de la escala, un 35% entre el grupo de control y el experimental. Esta preferencia coincide con el análisis de los elementos que no ayudan en su aprendizaje que, por contraposición, son las metodologías convencionales más estáticas, la desmotivación del profesorado y el no tener en cuenta al alumno.

Por todo lo anterior, se confirma la hipótesis planteada en este estudio, apreciándose que la incorporación del modelo *flipped learning*, el uso de metodologías activas durante las clases presenciales en educación superior y la utilización de *m-learning*, son un apoyo que mejora significativamente la percepción de los alumnos en cuanto al desarrollo de sus competencias, en concreto, aquellas descritas como las 6Cs. De todas las dimensiones se produce un incremento en la valoración del alumnado entre las metodologías convencionales y las metodologías activas con el uso de dispositivos móviles.

Además, hay que señalar que el hecho de tener facilidad de acceso a los dispositivos no supone necesariamente una adecuada alfabetización digital, y que su uso para

el aprendizaje requiere de una apropiada competencia digital en el profesorado, particularmente en el ámbito universitario (Del Campo Cañizares, 2013).

Además, los elementos señalados como la interacción con el profesor, su implicación y cercanía, o considerar el ritmo de aprendizaje y los intereses del alumnado son, entre otros, factores que impactan en el aprendizaje actual (Bergmann et al., 2011; Francl 2014; Lasry et al., 2014, Lai y Hwang, 2014). Recordemos que nuestra formación ya no se enfoca únicamente a la adquisición de conocimientos, sino que se orienta también al desarrollo de destrezas y habilidades (OCDE, 2010; Fullan, 2014; Griffin y Care, 2012; Partnership21), más concretamente las habilidades del siglo XXI: comunicación, colaboración, carácter, competencia social, pensamiento crítico y creatividad, motivo suficiente para mantener cierta coherencia entre las competencias que deben adquirir los alumnos y las situaciones de aprendizaje que propone el docente para su desarrollo, lo que significa que las metodologías convencionales estáticas, centradas en contenidos, no son acordes para el desarrollo de las habilidades del siglo XXI. Esto se convierte en un reto de primera magnitud tanto para la formación inicial como permanente del profesorado, así como en nuevas líneas de investigación que se abren.

En último lugar, señalamos como una limitación de este estudio que el cuestionario utilizado, validado en la investigación de Driscoll (2012), no ha sido validado específicamente para este estudio, mientras que uno de los puntos fuertes ha sido la intervención realizada, de manera planificada y sistemática siguiendo el modelo *flipped learning* y el uso de *m-learning*. Por otra parte, como ocurre con la investigación aplicada, el control experimental es modesto, pudiéndose hablar de un diseño cuasi-experimental, y el tamaño de la muestra reducido. La rotundidad de los resultados obtenidos, no obstante, animan a buscar la réplica de este estudio con otros grupos de alumnos y materias en el futuro.

## CONCLUSIONES

Los estudiantes perciben el desarrollo de sus habilidades y competencias (6Cs) tras recorrer un proceso formativo cuya metodología está centrada en el aprendizaje: el modelo *flipped learning* haciendo uso del *mobile learning*. La utilización de dispositivos digitales, como apoyo al enfoque pedagógico activo, facilita el desarrollo de la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación, la colaboración y las habilidades sociales.

Las metodologías activas y dinámicas han sido uno de los factores más influyente en su aprendizaje, mientras que las metodologías más estáticas, la desmotivación del profesorado y no considerar al alumno en primera persona, son elementos que no han ayudado en su aprendizaje.

Por último, cabe resaltar que los estudiantes valoran como una cierta “dificultad”, para su aprendizaje, el uso frecuente, quizá excesivo según su parecer, de la tecnología, pudiendo deberse a la asociación general, poco realista, que se realiza entre el uso de

la tecnología digital en actividades de ocio en la vida diaria, y su uso en actividades de aprendizaje. A nuestro juicio, y por el estudio realizado, se pone de manifiesto la falta de competencias digitales y su empleo para este objetivo por parte de los llamados, equivocadamente, “nativos digitales”.

## NOTAS

- <sup>1</sup> Existe una edición española del informe Horizon 2016 realizada por la Universidad Internacional de La Rioja que puede obtenerse en: <http://research.unir.net/wp-content/uploads/2016/05/2016-nmc-horizon-report-HE-ES.pdf>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brazuelo Grund, F., y Gallego Gil, D. J. (2011). *Mobile learning: los dispositivos móviles como recurso educativo*. Sevilla: MAD.
- Brazuelo Grund, F., y Gallego Gil, D. J. (2014). Estado del Mobile Learning en España. Educar en *Revista, Curitiba*, 4, 99-128. Brasil. Recuperado de <http://revistas.ufpr.br/educar/article/viewFile/38646/24340>
- Bergmann, J., Overmyer, J., y Wilie, B. (2011). The flipped class: Myths vs. reality. *The Daily Riff*.
- Del Campo Cañizares, E. (2013). M-Learning y aprendizaje informal en la educación superior mediante dispositivos móviles. *Historia y Comunicación Social*, 18, 231-242.
- Eichen, J. P. (2013). *BYOD: The effect that student provided devices has on student achievement*. Pomona, CA: California State Polytechnic University, Pomona.
- Fullan, M. (2014). The irresistible pull of technology to better educate our students. [Video file]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=GCvwtiOHoco>
- Fullan M., y Langworthy M. (2014). *A Rich Seam How New Pedagogies Find Deep Learning*. Recuperado de [http://www.michaelfullan.ca/wp-content/uploads/2014/01/3897.Rich\\_Seam\\_web.pdf](http://www.michaelfullan.ca/wp-content/uploads/2014/01/3897.Rich_Seam_web.pdf)
- Fullan, M., y Langworthy, M. (2013). *Towards a New End: New Pedagogies for Deep Learning*. Recuperado de <http://www.newpedagogies.org/>
- Francl, T. J. (2014). Is flipped learning appropriate? (119-128). Clayton: Publication of National University.
- Griffin P., y Care, E. (2012). *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. Universidad de Melbourne, Springer.
- Hattie, J. (2012). *Visible Learning for Teachers: Maximizing Impact on Learning*. New York: Routledge.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. London: Routledge.
- Hwang, G. J., Lai, C. L., y Wang, S. Y. (2015). Seamless flipped learning: a mobile technology-enhanced flipped classroom with effective learning strategies. *Journal of Computers in Education*, 2(4), 449-473.
- INTEF. (2016). *Resumen del Informe Horizon 2016*. Educación Superior. Madrid: MECED.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., y Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.

- Kim, M. K., Kim, S. M., Khera, O., y Getman, J. (2014). The experience of three flipped classrooms in an urban university: An exploration of design principles. *Internet and Higher Education*, 22, 37-50.
- Lai, C. L., y Hwang, G. J. (2014). Effects of mobile learning time on students' conception of collaboration, communication, complex problem-solving, meta-cognitive awareness and creativity. *International Journal of Mobile Learning and Organization*, 8(3), 276-291.
- Lasry, N., Dugdale, M., y Charles, E. (2014). Just in time to flip your classroom. *The Physics Teacher*, 52(1), 34-37.
- Molina A., y Chirino V. (2010). Mejores Prácticas de Aprendizaje Móvil para el desarrollo de competencias en educación superior. *IEEE-RITA*, 5(4), 175-183.
- Navaridas, F., Santiago, R., y Tourón, J. (2013). Valoraciones del profesorado del área de Fresno (California Central) sobre la influencia de la tecnología móvil en el aprendizaje de sus estudiantes. *RELIEVE*, 19(2), art. 4.
- Ng, W. (2015). Technology integration and the flipped classroom. En W. Ng, *New digital technology in education* (149-169). New York: Springer International Publishing.
- OCDE. (2010). *Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE*. Instituto de Tecnologías Educativas. Recuperado de [http://recursostic.educacion.es/blogs/europa/media/blogs/europa/informes/Habilidades\\_y\\_competencias\\_siglo21\\_OCDE.pdf](http://recursostic.educacion.es/blogs/europa/media/blogs/europa/informes/Habilidades_y_competencias_siglo21_OCDE.pdf)
- Ozdamli, F., y Cavus, N. (2011). Basic elements and characteristics of mobile learning. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 28, 937-942.
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.
- Ramos A. I., Herrera J. A., y Ramírez M. S. (2013). Desarrollo de habilidades cognitivas con aprendizaje móvil: un estudio de casos. *Comunicar*, 34(XVII), 201-209.
- Rivera P., Sánchez P., Romo E., Jaramillo, A., y Valencia A. (2013). Percepciones de los estudiantes universitarios frente al aprendizaje por medio de dispositivos móviles. *Revista de Educación y Desarrollo Social*, 7(2), 152-165.
- Santiago, R., Trbaldo, S., Kamijo, M., y Fernández, Á. (2015). *Mobile Learning: Nuevas realidades en el aula*. Editorial Océano.
- Shank R. (2011). *Teaching Minds: How Cognitive Science Can Save Our Schools*. Nueva York: Teachers College Press.
- Sui L., y Wu, Y. (2016). Global Smartphone Sales Forecast for 88 Countries: 2007 to 2022. *Strategy Analytics* [blog] Recuperado de [goo.gl/4VIEJL](http://goo.gl/4VIEJL)
- Tourón, J., y Santiago, R. (2015). *El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela*. *Revista de Educación*, 368. 196-231.
- UNESCO. (2012). *Directrices para las políticas de aprendizaje móvil*. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002196/219662S.pdf>
- UNESCO. (2014). Aprendizaje móvil [web] <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/m4ed/>
- Valero, C. C., Redondo, M. R., y Palacín, A. S. (2012). Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación. *La Educación Digital Magazine*, 147, 1-21.
- Winkler, D. R., y Yeo, B. (2007). *Identifying the Impact of Education Decentralization on the Quality of Education*. Documento de trabajo de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Recuperado de [http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user\\_upload/COPs/Pages\\_documents/Resource\\_Packs/TTCD/sitemap/resources/4\\_1\\_4\\_P\\_SPA.pdf](http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/COPs/Pages_documents/Resource_Packs/TTCD/sitemap/resources/4_1_4_P_SPA.pdf)

## PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

**Déborah Martín R.** Coordinadora del primer Título Experto Flipped Classroom desarrollado íntegramente en un entorno 3D, Universidad Internacional de la Rioja (UNIR). Coordinadora académica de Escuela UNIR de formación del profesorado en Tecnología Educativa y Competencias Digitales. Colaboradora del grupo de investigación “Flipped Mastery Learning en entornos online” en UNIR y del grupo “Pedagogía Adaptativa” de la Universidad Complutense de Madrid.

Email: [info@pedagogiaparaexitocom](mailto:info@pedagogiaparaexitocom)

### DIRECCIÓN DE LA AUTORA

Calle Almansa, 101  
Madrid, España

**Javier Tourón.** Vicerrector de Innovación y Desarrollo Educativo en la Universidad Internacional de La Rioja-UNIR. Director de la Escuela UNIR de formación del profesorado en Tecnología Educativa y Competencias Digitales. Catedrático de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Doctor en Ciencias de la Educación y Ciencias Biológicas.

E-mail: [javier.touron@unir.net](mailto:javier.touron@unir.net)

### DIRECCIÓN DEL AUTOR

Calle Avenida de la Paz, 137  
26006 Logroño -La Rioja, España

**Fecha de recepción del artículo:** 14/12/2016

**Fecha de aceptación del artículo:** 24/01/2016

### Como citar este artículo:

Martín, D., y Tourón, J. (2017). El enfoque flipped learning en estudios de magisterio: percepción de los alumnos. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp. 187-211. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17704>



# Smartphones in the teaching of Physics Laws: Projectile motion

## El teléfono inteligente en la enseñanza de las Leyes de la Física: movimiento de proyectiles

Pablo Martín-Ramos  
*Universidad de Zaragoza, EPS (España)*

Manuela Ramos Silva  
Pedro S. Pereira da Silva  
*Universidade de Coimbra, CFisUC (Portugal)*

### Abstract

New technologies are called upon to play an important role as beneficial tools for meaningful learning in the classroom. In particular, smartphones can be regarded as pocket computers that, in addition to a remarkable memory and computing capacity, incorporate sensors such as accelerometers, gyroscopes, magnetometers, light sensors, etc., which turn them into easily available measurement instruments for practical classes in an educational environment. In this study, the suitability of these devices for demonstrating Classical Mechanics, minimizing the use of resources and class time, has been assessed in two real classrooms (with 16 to 19 year-old students) by conducting experiments related to projectile motion (vertical free fall and parabolic motion). A simple methodology that only involves a mobile phone, a free burst camera application and open-source tools (GIMP and OpenOffice Calc) for data processing is presented. The results obtained in non-perfected conditions led to an estimate of the acceleration of gravity with an error lower than 2%. Further analyses and alternative procedures are also suggested in the discussion section. No major difficulties were encountered with the high school students or with the first year university ones, and a high degree of satisfaction was found.

*Keywords:* didactic use of computer; new technologies; physics; teaching practice.

### Resumen

Las nuevas tecnologías están llamadas a jugar un papel importante como herramientas beneficiosas para el aprendizaje significativo en el aula. En particular, los teléfonos inteligentes son verdaderos ordenadores de bolsillo que, además de una notable capacidad de memoria y de cómputo, incorporan sensores como acelerómetros, giroscopios, magnetómetros, sensores de luz, etc. que los convierten en instrumentos de medida fácilmente disponibles para prácticas en un entorno educativo. En el presente estudio, la idoneidad de estos dispositivos para explicar conceptos de Mecánica Clásica, minimizando el uso de recursos y tiempo de

clase, ha sido evaluada en dos clases reales (con estudiantes de edades comprendidas entre los 16 y los 19 años) mediante la ejecución de experimentos relacionados con el movimiento de proyectiles (caída libre y trayectoria parabólica). Se presenta una metodología sencilla, que únicamente hace uso de un teléfono móvil, una aplicación fotográfica gratuita para captura de imágenes en ráfaga y herramientas de código abierto (GIMP y OpenOffice Calc) para el procesamiento de los datos. Los resultados obtenidos en condiciones no optimizadas han conducido a una estimación de la aceleración de la gravedad con un error inferior al 2%. En la discusión de resultados se sugieren análisis más avanzados y otros procedimientos alternativos. No se encontraron problemas significativos en la ejecución de los experimentos ni con los alumnos de enseñanza secundaria ni con los de primer año de carrera, y el grado de satisfacción entre el alumnado fue alto.

*Palabras clave:* física; nuevas tecnologías; práctica pedagógica; uso didáctico del ordenador.

Physics, Chemistry, Biology or Geology are sciences that have been developed through experimental studies since the times of the ancient Greek civilization. Remember the episode of Archimedes discovering the law of buoyancy and the full bath overflowing when he lowered himself into it. Since then, thousands and thousands of other experiments have been conducted to establish the laws of Physics. Nowadays some of these experiments have even received worldwide coverage, such as the finding of Higgs boson in CERN – Switzerland (CMS collaboration, 2014). But why is the teaching of aforementioned subjects in high-school or in the first year of engineering degrees so theoretical? Why it is so difficult to do lab classes during the school year? The answer is complex, but the main cause is usually the lack of resources. The classroom has to be split at least into two groups, which demands more teachers and space, and an experiment requires equipment, reagents and such, which are expensive to buy and difficult to repair (Bennett, 2001; Great Britain Parliament. House of Commons. Science and Technology Committee, 2011; Hart, Mulhall, Berry, Loughran, & Gunstone, 2000; Heeralal, 2014).

In this paper we provide a way out when resources are scarce by showing that a smartphone can easily be used to study the Laws of Motion through the study of projectile motion. Most teenagers in developed-countries own a smartphone and bring it with them into the classroom, where the teacher either gathers them all before the class or repeatedly announces that they must be switched off during the entire class (Thomas, O'Bannon, & Britt, 2014). Nonetheless, smartphones are an excellent technological platform that may give a helping hand when performing experiments, reducing their cost to almost zero, and thus they should be incorporated in the classes instead of being banned from them (Baird, Secrest, Padgett, Johnson, & Hagrelius, 2016; Chevrier, Madani, Ledenmat, & Bsiesy, 2013; Forinash & Wisman, 2012, 2015; Hall, 2013; Kuhn & Vogt, 2013; MacIsaac, 2015; Mau, Insulla, Pickens, Ding, & Dudley, 2016; Monteiro, Stari, Cabeza, & Marti, 2015; Monteiro, Vogt, Stari, Cabeza, & Marti, 2016; Müller, Vogt, Kuhn, & Müller, 2015; Shakur & Kraft, 2016; Tornaría, Monteiro, & Marti, 2014; Vogt & Kuhn, 2012; Vogt, Kuhn, & Neuschwander, 2014).

Let us recall that the processing ability of any mid-tier smartphone exceeds by far that of the computer used in our early space missions to the Moon!

Herein we are presenting an example of an experiment to study projectile motion and the determination of the acceleration of gravity. And for that purpose we only need a smartphone with a free burst camera app and a common beach ball. To analyze the results we need a computer with a photo editor (or a printer and a ruler). A free and open source photo editor, such as GNU Image Manipulation Program (GIMP), is the recommended choice.

We are showing the results attained in a non-perfected attempt without adjusting the focus of the camera, repeating the takes or re-measuring the position of the ball, so that the easiness of the experiment can be readily perceived. The measurements involved in this experiment take less than 5 minutes.

Projectile motion is something that we get used to before we can even walk. The game of tossing a ball to a toddler is something that we all have done and, later on, we have all played soccer or watched the game on television. How many kicks and headers have we seen from our favorite players, with the ball describing beautiful parabolic trajectories?

The study of projectile motion is part of the high-school and Physics 101 curriculum all over the world. There are two main reasons beneath this fact: the mathematics involved are simple enough for 16 year-old students and two types of movement can be studied, exemplifying the main Laws of Mechanics: the Law of Inertia and the Fundamental Law of Dynamics (Feynman, Leighton, & Sands, 2011; Tipler & Mosca, 2004).

As it will be further described in the next sections, by performing the proposed experiment, students will deal with new technologies (smartphones and computers), they will learn Physics and they will enhance their logic skills.

We show one way of introducing technologies in the classroom to enhance the teaching/learning process. The use of technologies in the classroom, although often praised (Clements & Sarama, 2003; Glaubke, 2007; Stošić, 2015), sometimes even at the highest level (President Obama started a *Computer Science For All* initiative), has not yet taken place (Lowther, Inan, Strahl, & Ross, 2012), in spite of the fact that the technological and information society keeps challenging the education system. The system should be able to educate high-school graduates so that they become technologically literate and productive employees in any world-competitive company. The introduction of new technologies in the classroom may find some resistance from the teachers' point of view (Becker, 2000; Hermans, Tondeur, van Braak, & Valcke, 2008; Stosic & Stosic, 2013; Wang, Ertmer, & Newby, 2004), but it will be happily received by the students. This generation of students has been brought up surrounded by gadgets and they appreciate the use of technologies, feeling more engaged in learning, staying focused and learning faster (Ifenthaler & Schweinbenz, 2013).

## METHODOLOGY

We used an Android (v5.1.1, Lollipop) smartphone (Moto G 3<sup>rd</sup> gen, CPU Quad-core 1.4 GHz Cortex-A53, GPU Adreno 306, 8 GB internal storage, 1 GB RAM) with a 13 MP primary camera (f/2.0, autofocus, dual-LED flash), after having downloaded the free app Fast Burst Camera Lite from Google Play (Spritefish, 2016). We chose the no delay option in the app settings so that the phone would take a photo every 50 milliseconds approximately. The person tossing the ball stood near a white wall (standing on the seat of a chair to become taller) and threw the ball horizontally or vertically. The person taking the pictures stood facing the wall, at an approximate middle point, trying not to move during the brief data collection. Several pictures were taken, in an event lasting nearly 1 second, by synchronizing the beginning of the movement with tapping and holding the shutter button in the camera app.

Photos were downloaded to a computer using the Bluetooth connection (Figure 1). The 20-25 pictures were time stamped up to the millisecond, so the time of each ball position was known (see Figure 2). The height of the ball thrower was used to scale the position taken from the picture to the real distance covered by the ball.

Figure 1. Smartphone, computer and ball (*source*: taken by the authors)

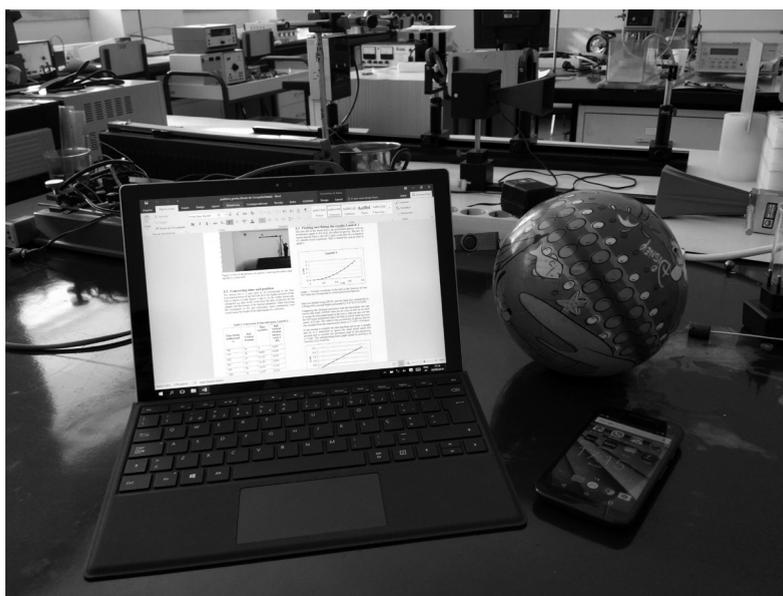
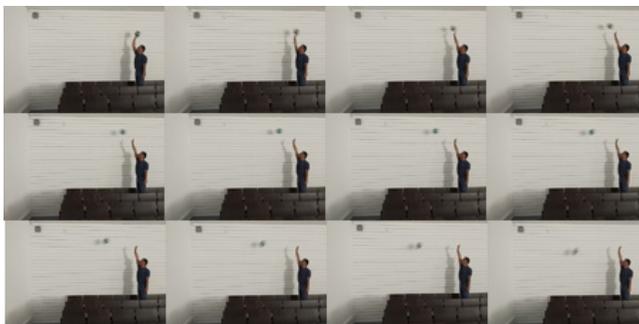


Figure 2. Some of the pictures taken during the flight of the ball (source: taken by the authors)



## EXPERIMENTAL RESULTS

### Photo editing, retrieving position and time

The pictures (Figure 3 and Figure 4) were opened in GIMP photo editor in a 100% size viewing option. Rulers were set and the position of the ball retrieved by positioning the cursor at the center of the ball or at the center of the ball blur (for pictures taken when the movement was very fast). Results were collected in Table 1.

Figure 3. One of the pictures of Launch 1 showing the editor ruler and the  $y$  axis used (source: taken by the authors)

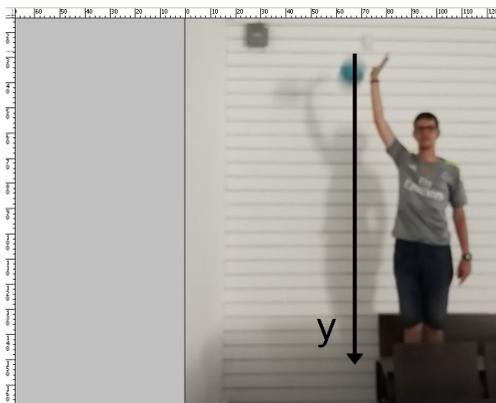


Figure 4. One of the pictures of Launch 2 showing the editor ruler and the  $x,y$  axes used  
 (source: taken by the authors)

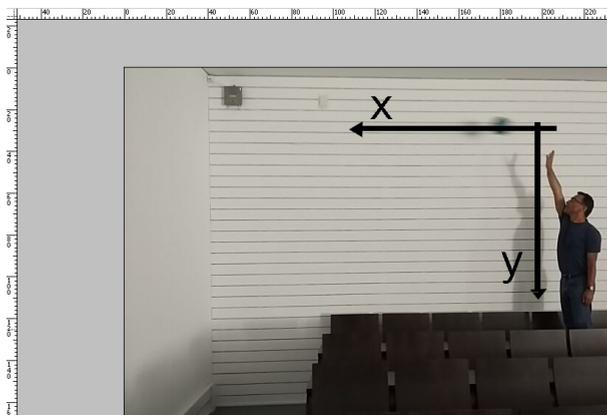


Table 1. Results of the Launch 1 (nearly vertical drop) and Launch 2 (nearly horizontal toss)

Timestamp (ms)	Vertical position	Timestamp (ms)	Horizontal position	Vertical position
708	26	359	208	41
777	26	407	201	36
832	27	457	194	31
891	31	508	188	29
950	36	560	181	28
1005	42	623	174	28
1061	54	678	166	29
1125	65	728	160	31
1180	79	776	152	36
1244	94	823	145	42
1299	110	878	138	48
1365	127	927	130	56
1408	147	978	122	63
		1024	116	75
		1074	110	86
		1123	103	98

Timestamp (ms)	Vertical position	Timestamp (ms)	Horizontal position	Vertical position
		1175	96	113
		1228	91	127
		1284	85	144
		1325	77	159

Source: research results.

## Converting time and position

We chose the  $x,y$  axes in such a way that  $x_0$  corresponded to the first horizontal position of the ball and  $y_0$  to the highest position of the ball, as shown in Figure 3 and Figure 4. As the reader knows, any orthogonal  $x,y$  axes system would work, since the Laws of Physics do not change with the change of the inertial referential. After converting the coordinates to the new referential, space coordinates were scaled using the height of the ball throwers as a reference.

Table 2. Conversion of time and space, Launch 1

Timestamp (ms)	Vertical position	Time (s)	Vertical position (m, scale $\times 1.83$ )
708	26	0.000	0.000
777	26	0.069	0.000
832	27	0.124	0.018
891	31	0.183	0.092
950	36	0.242	0.183
1005	42	0.297	0.293
1061	54	0.353	0.512
1125	65	0.417	0.714
1180	79	0.472	0.970
1244	94	0.536	1.244
1299	110	0.591	1.537
1365	127	0.657	1.848
1408	147	0.7	2.214

Source: research results.

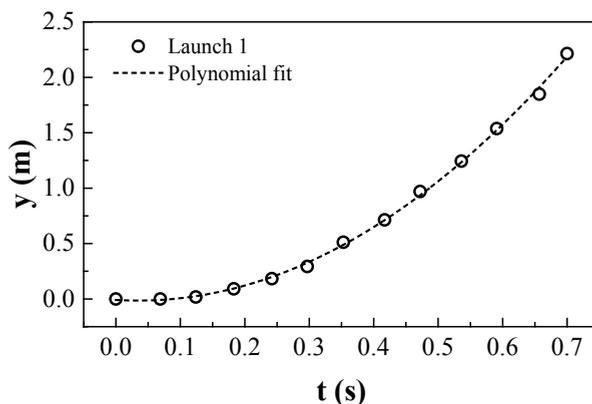
## Plotting and fitting the results - Launch 1

The free fall of the beach ball is an accelerated motion, with an acceleration equal to  $9.8 \text{ m/s}^2$ , due to the effect of gravity. The Law of Motion has the form  $y=y_0+v_0\cdot t+1/2\cdot g\cdot t^2$ , so the plot of  $y$  as a function of  $t$  should reveal a parabola. This was indeed the case, as depicted in Figure 5.

Data was plotted using Calc in OpenOffice and the dashed black line corresponded to a fitting with the second degree polynomial  $y=4.97\cdot t^2-0.35\cdot t-0.008$ .

Comparing the obtained expression with the theoretical one, one can retrieve the small  $-0.008 \text{ m}$  value for  $y_0$ , close to zero as we tried to assign the maximum height as the zero  $y$ . One can also see that the ball thrower accidentally gave the ball an initial small non-zero speed,  $-0.35 \text{ m/s}$ . The value of the acceleration of gravity that one can calculate from the experimental values is  $2\cdot 4.97=9.94 \text{ m/s}^2$ .

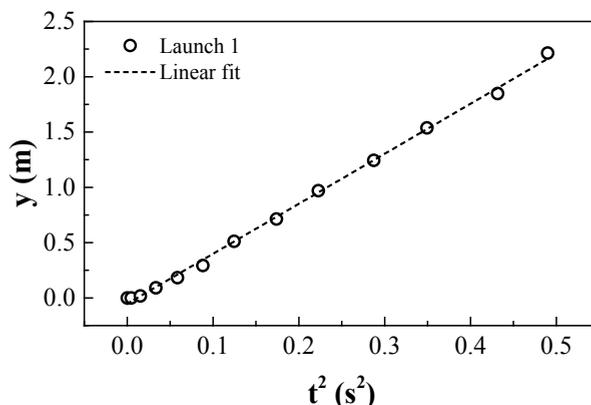
Figure 5. Vertical coordinate of the ball as a function of time. The dashed black line corresponds to a fitted polynomial function



Source: research results

If one intends to simplify the data handling and to use a straight line fit, it is admissible to ignore the small initial speed and position and to consider the movement ruled by the expression,  $y=1/2\cdot g\cdot t^2$ . The corresponding linear graph, plotting  $y$  as a function of  $t^2$ , is shown in Figure 6.

Figure 6. Vertical coordinate of the ball as a function of time squared. The dashed black line corresponds to a fitted straight line. *Source:* research results



With the equation of the best fitting straight line being and  $R^2=0.9985$ , the experimental  $g$  value equals  $9.86 \text{ m/s}^2$ . The standard error in the slope of the fitted straight line can be calculated using the formula  $\sigma = m \sqrt{\frac{1}{N-2} \cdot \frac{1-R^2}{R^2}}$  where  $m$  is the slope,  $R$  the Pearson coefficient and  $N$  the number of points (Ramos Silva, Martín-Ramos, & Pereira da Silva, 2016), to yield  $0.06$ , therefore  $g=9.86 \pm 0.06 \text{ m/s}^2$ .

## Plotting and fitting the results - Launch 2

The following table (Table 3) shows the ball positions as a function of time, as retrieved from the pictures taken at regular intervals. Space coordinates were transformed into real space dimensions using the scale factor of 2.07, calculated from the height of the ball thrower, and referred to the reference drawn in Figure 4.

Figure 7 shows a plot of the space coordinates of the ball as they changed with time of flight. It can be seen by the trajectory that the toss was not perfectly horizontal and that a small upward velocity component was given to the ball. The values on each axis were reversed to allow an easier comparison with Figure 4.

The ball had therefore two distinct and independent movements in the horizontal and vertical directions. Horizontally, without being acted by any significant force, the ball had a uniform motion with constant speed,  $x=v_{ox} \cdot t$  (Law of Inertia). A plot of  $x$  as a function of  $t$  should therefore appeared as a straight line, with the slope matching the constant speed, which is exactly what we see in Figure 8.

Table 3. Time and coordinates of the ball in Launch 2

Timestamp (ms)	Horizontal position (m)	Vertical position (m)
0	0.00	0.27
0.048	0.15	0.17
0.098	0.29	0.06
0.149	0.42	0.02
0.201	0.56	0.00
0.264	0.71	0.00
0.319	0.87	0.02
0.369	1.00	0.06
0.417	1.16	0.17
0.464	1.31	0.29
0.519	1.46	0.42
0.568	1.62	0.58
0.619	1.79	0.73
0.665	1.91	0.98
0.715	2.04	1.21
0.764	2.18	1.46
0.816	2.33	1.77
0.869	2.43	2.06

Source: research results.

Figure 7. Vertical coordinate of the ball as a function of the horizontal coordinate showing the ball trajectory. Source: research results

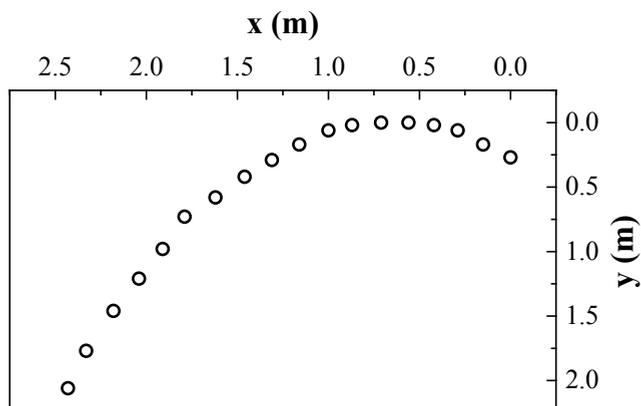
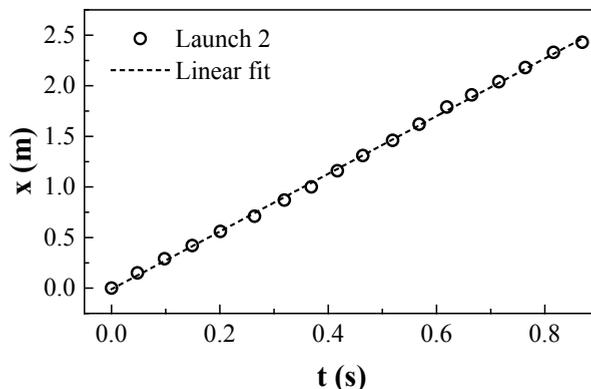


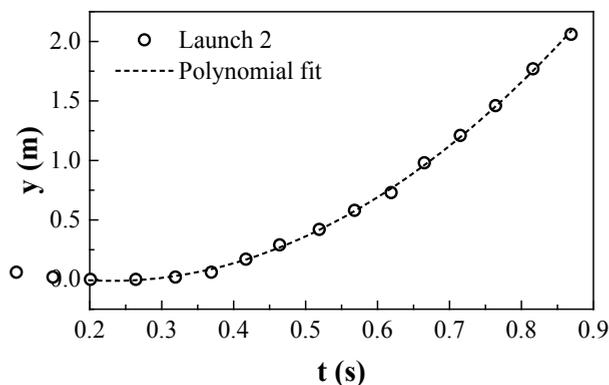
Figure 8. Horizontal position of the ball as a function of time. The dashed black line corresponds to a fitted straight line. *Source:* research results



The best fit to the experimental data yielded the equation  $x=2.82t$ .

On the vertical axis, the movement was uniformly accelerated with the acceleration of gravity pointing downwards in the positive direction of the  $y$  axis. Similarly to Launch 1, the plot of  $y$  as a function of  $t$  yielded a parabola (Figure 9).

Figure 9. Vertical position of the ball as a function of time. The dashed black line corresponds to a fitted polynomial function. *Source:* research results



The best fit corresponded to the quadratic expression  $y=4.87\cdot t^2-2.07\cdot t+0.19$ , so the experimental acceleration value was  $9.74\text{ m/s}^2$ . With this simple measurement, the Fundamental Law of Dynamics,  $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ , was tested. If the only force acting

on the ball is the vertical gravitational force, then the acceleration of the movement is  $\vec{a} = \vec{F}_g / m = m \cdot \vec{g} / m = \vec{g}$ .

## Further analysis and alternative procedures

For a more advanced classroom, there are more aspects that can be explored with similar data collections, such as the small difference in ball acceleration in the upward and downward movement, caused by air resistance. It is also possible to experimentally calculate the initial ball velocity and compare between students' strengths. Moreover, one can even reproduce Galileo's experiment from the top of the Leaning Tower of Pisa, and determine if different balls left to fall at the same time hit the ground at the same instant.

It is also possible to direct the experiment to the comparison between smartphone performances (using several smartphones to shoot the same projectile motion) and give the students a first exercise on Metrology science.

If a laptop/desktop is not available, the printed photos (all in the same scale) can also be analyzed using a common ruler and a graph of  $y(t^2)$  can be plotted in millimetric paper. A straight line can be drawn by hand.

## The real classroom - Troubleshooting

The activity was conducted at two distinct educational levels: in a high-school (11<sup>th</sup> grade) class where the vertical movement of a projectile was being studied and in a first-year Physics Engineering class, both in the city of Coimbra (Portugal).

For the high-school class, the activity had been previously announced and all the students brought to class their smartphones with the Fast Burst Camera Lite app already installed. Some of the students also brought, without being asked to, their laptop computers. The Physics lab was equipped with some old-fashioned desktop computers with internet access. The class was split into two, so that a group of fifteen students were at the lab at a time, further split into four subgroups. Balls were borrowed from the gym teacher on the spot. Each group collected their own data separately. For data collection, groups were instructed to place one of the students with the ball against a uniform wall, outside the classroom. The student that took the pictures was advised to keep a firm hand, to use a 960×720 resolution in the app preferences and to choose a 1/20 second delay between shots. The data collection for the entire group, taking into account the time required to get in and out the classroom, took less than 15 minutes.

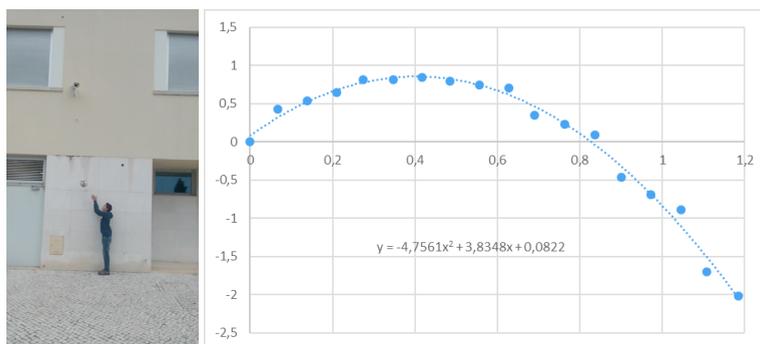
Transferring the pictures to the computer was the most time-demanding step of the activity. The school's WiFi connection was slow and the students wanted to transfer all the photos (even those taken when the ball was at rest). Photos were analyzed with Microsoft Paint, a very simple image editing application, and the

students very quickly figured out how to extract the ball coordinates from the figures. At this point we could see the students dealing with some issues and discussing within the group: ‘*should we consider the position of the ball while it is still in students’ hands?*’, ‘*why is the position of the ball almost the same in some pictures?*’, ‘*has the ball already hit the floor in this picture?*’, and so forth.

Students were alerted that the instant in which the picture was taken (in milliseconds) was part of the picture label. Students using an iPhone and the associated built-in camera burst feature had to calculate the time in which the picture was taken by considering a 0.1 s delay between shots. Data analysis and plotting followed next, and students filled two Excel columns with the time and ball vertical position (Microsoft Excel was used in this case instead of Calc, provided it is the most popular spreadsheet program and it was already installed in all lab computers and students’ laptops).

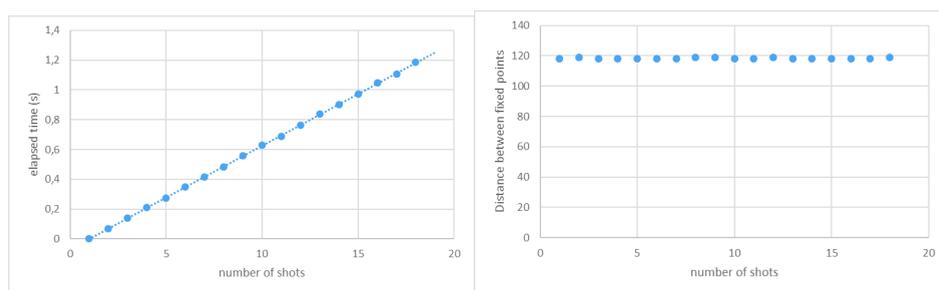
As regards data manipulation, some instructions had to be given to the students on how to convert the measured time from milliseconds to seconds and on how to reset the time so that the first picture with ball movement would correspond to the  $t=0$  s. The ball coordinates also had to be converted from pixels to meters, using the height of the student as the scale factor, and the  $y$  axis was set pointing upwards, as it was the students’ preferred orientation. No help was required for  $y(t)$  plotting and for fitting the data with a 2<sup>nd</sup> degree polynomial, since the students found these steps easy. One of the groups achieved a perfect value of  $9.8 \text{ m/s}^2$ , while the others showed a small spread around the ideal value. The graph of one of the groups showed the points grouped in bursts of 3 (see Figure 10), a situation that occurred again in the University-level class, and that is worth discussing in further detail.

Figure 10. One of the pictures taken in the high-school class (*left*) and vertical position of the ball as a function of time plotted by one of the groups (*right*). The dotted line corresponds to the polynomial function fit. *Source:* photograph taken by the authors and graph from research results



Having used the same app in all the mobile phones, the first explanation would be the unsteady hand of the student who took the pictures or the automatic zoom procedures of the camera, but a graph plotting the distance between two fixed points showed a constant value (see Figure 11). The difference in the pixel coordinates of a fixed point between the first and the last picture did not differ by more than 4 pixels ( $\sim 8$  cm).

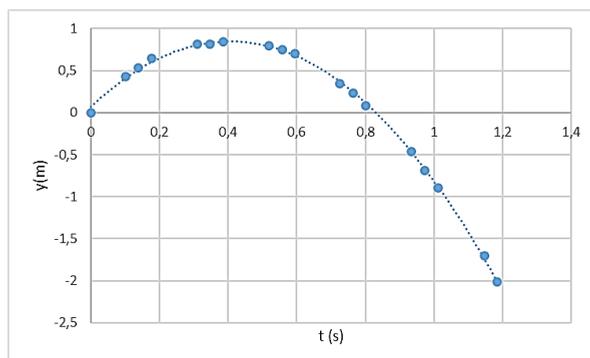
Figure 11. Timestamps in the saved pictures (*left*) and distance between fixed points (*right*)



Source: research results.

Although there is no easy way of correcting the experimental data, since both graphs in Figure 11 seem to point to a correct functioning of the smartphone, the positions of the ball cannot correspond to those of a body moving just under the influence of gravity for those particular instants. If one chooses the middle point of the trio burst and corrects the other points to be taken  $\sim 40$  ms before and after the middle point, the positions start to fall under a parabolic line (see Figure 12).

Figure 12. Vertical position of the ball in function of the time, with time corrected, see text for details



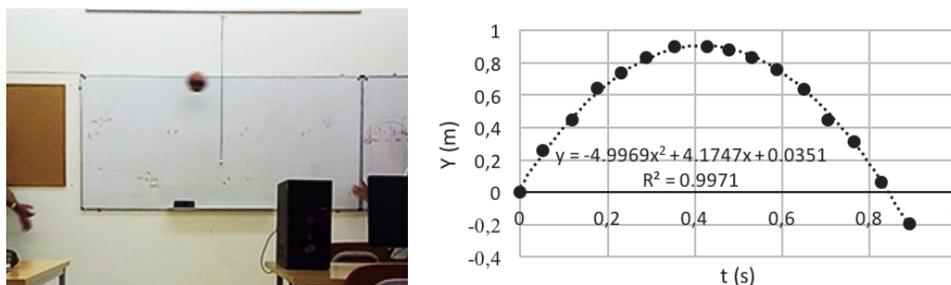
Source: research results.

For the university freshman class, no warnings were given before class, so the students could not prepare or anticipate any of steps of the activity. They all had smartphones with them, mostly running Android. Some of them were carrying a laptop computer too. The classroom was equipped with 28 desktop computers running Windows 8 with Microsoft Office suite installed. A beach ball was taken into the class by the teacher. Students were briefly explained the activity (throwing a ball between two students within the classroom while taking periodic photos that had to be analyzed to retrieve the value of the acceleration of gravity), and what app to download and install. Being left alone, they tended to throw the ball at close proximity, therefore with few shots for each movement.

Most of them managed easily with Paint and with Excel. They were explained how to change the position units from pixel to meter by using the height of the board hanging on the wall. Results for the value of  $g$  were just slightly above and below  $10 \text{ m/s}^2$ . One of the groups obtained a graph with the burst pictures grouped in sets of 3 just like the one plotted in Figure 10.

Figure 13 shows one of the university-level students data sets.

Figure 13. One of the pictures taken in class (*left*) and (*right*) vertical position of the ball as a function of time. The dashed black line corresponds to a fitted polynomial function



Source: photograph taken by the authors and graph from research results.

## Feedback from the students

A short survey was sent to the high school students after the experiment, using Google Forms, consisting of three questions: (i) if they enjoyed doing the experiment (rating it from 0 to 10); (ii) if they thought that their colleagues in other classes of the same school year would enjoy doing it also; and (iii) if it should be repeated the next academic year with the incoming students. Answering it was entirely voluntary and anonymous. 16 students responded, resulting in an average 8.81/10 rating in terms of satisfaction, and 100% agreement regarding the convenience of repeating the experiment in other classes and in the future.

## CONCLUSIONS

In this article, we have shown that the lack of resources in a classroom can be easily overcome by the use of new technologies that are widespread amongst teenagers, such as smartphones and laptops. The applicability of a smartphone has been exemplified by the study of projectile motion with data collected in a first, non-perfected attempt, as it would be in a real classroom. A set of periodic pictures was taken following a ball toss, allowing the  $x,y$  coordinates of the ball to be tracked as a function of time. The uniform motion in the horizontal axis and the gravity accelerated vertical motion could be easily retrieved from the experimental data. The values for the acceleration of gravity calculated from the two independent launches were  $9.94$  and  $9.74$   $\text{m/s}^2$ , with less than 2% difference from the known value of  $9.8$   $\text{m/s}^2$ .

The activity was tested in two real classrooms, one for students aged 16-17 and the other with students aged 18-19. The same proliferation of smartphones amongst students was found (100%) and the willingness of the students to use them in class was very high. The activity can be implemented without previous preparation and the results are not deceiving. It was possible to see the students thinking about the characteristics of the ball movement while retrieving the ball coordinates from the pictures taken. Their degree of satisfaction after the conclusion of the activity was very high, with an 8.8/10 average rating in terms of satisfaction and 100% agreement concerning the convenience of extending it to other classes and future school years.

## REFERENCES

- Baird, W., Secrest, J., Padgett, C., Johnson, W., & Hagrelius, C. (2016). Smartphones and Time Zones. *The Physics Teacher*, 54(6), 351-353. doi: 10.1119/1.4961177.
- Baird, W., Secrest, J., Padgett, C., Johnson, W., & Hagrelius, C. (2016). Smartphones and Time Zones. *The Physics Teacher*, 54(6), 351-353. doi: 10.1119/1.4961177.
- Becker, H. J. (2000). Access to classroom computers. *Communications of the ACM*, 43(6), 24-24.
- Bennett, J. (2001). Practical work at the upper high school level: the evaluation of a new model of assessment. *International Journal of Science Education*, 23(1), 97-110.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2003). Strip mining for gold: Research and policy in educational technology—A response to “Fool’s Gold”. *Educational Technology Review*, 11(1), 7-69.
- CMS collaboration. (2014). Evidence for the direct decay of the 125 GeV Higgs boson to fermions. *Nature Physics*, 10(8), 557-560.
- Chevrier, J., Madani, L., Ledenmat, S., & Bsiesy, A. (2013). Teaching classical mechanics using smartphones. *The Physics Teacher*, 51(6), 376-377. doi: 10.1119/1.4818381.
- Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. L. (2011). *The Feynman lectures on Physics. The New Millennium Edition* (New millennium ed.). New York, USA: Basic Books.
- Forinash, K., & Wisman, R. F. (2012). Smartphones as portable oscilloscopes for physics labs. *The Physics Teacher*, 50(4), 242. doi:10.1119/1.3694081.

- Forinash, K., & Wisman, R. F. (2015). Photogate Timing with a Smartphone. *The Physics Teacher*, 53(4), 234-235. doi: 10.1119/1.4914566.
- Glaubke, C. (2007). *The effects of interactive media on preschoolers' learning: A review of the research and recommendations for the future*. Oakland, CA: Children Now. Retrieved from [www.childrennow.org/uploads/documents/prek\\_interactive\\_learning\\_2007.pdf](http://www.childrennow.org/uploads/documents/prek_interactive_learning_2007.pdf)
- Great Britain Parliament. House of Commons. Science and Technology Committee. (2011). *Practical experiments in school science lessons and science field trips*. London, England, UK: The Stationery Office.
- Hall, J. (2013). More smartphone acceleration. *The Physics Teacher*, 51(1), 6. doi: 10.1119/1.4772022.
- Hart, C., Mulhall, P., Berry, A., Loughran, J., & Gunstone, R. (2000). What is the purpose of this experiment? Or can students learn something from doing experiments? *Journal of research in science teaching*, 37(7), 655-675.
- Heeralal, P. (2014). Barriers experienced by natural science teachers in doing practical work in primary schools in Gauteng. *International Journal of Educational Sciences*, 7(3), 795-800.
- Hermans, R., Tondeur, J., van Braak, J., & Valcke, M. (2008). The impact of primary school teachers' educational beliefs on the classroom use of computers. *Computers & Education*, 51(4), 1499-1509.
- Ifenthaler, D., & Schweinbenz, V. (2013). *Students' acceptance of tablet-PCs in the classroom*. Paper presented at the AERA 2013: Education and poverty: theory, research, policy, and praxis: Proceedings of the American Education Research Association 2013 annual meeting, San Francisco, CA, USA.
- Kuhn, J., & Vogt, P. (2013). Analyzing acoustic phenomena with a smartphone microphone. *The Physics Teacher*, 51(2), 118. doi:10.1119/1.4775539.
- Lowther, D. L., Inan, F. A., Strahl, J. D., & Ross, S. M. (2012). Do one-to-one initiatives bridge the way to 21st century knowledge and skills? *Journal of Educational Computing Research*, 46(1), 1-30.
- MacIsaac, D. (2015). Smartphones in a guitar redux. *The Physics Teacher*, 53(3), 190-190. doi:10.1119/1.4908097.
- Mau, S., Insulla, F., Pickens, E. E., Ding, Z., & Dudley, S. C. (2016). Locating a smartphone's accelerometer. *The Physics Teacher*, 54(4), 246-247. doi: 10.1119/1.4944372.
- Monteiro, M., Stari, C., Cabeza, C., & Marti, A. C. (2015). The Atwood machine revisited using smartphones. *The Physics Teacher*, 53(6), 373-374. doi: 10.1119/1.4928357.
- Monteiro, M., Vogt, P., Stari, C., Cabeza, C., & Marti, A. C. (2016). Exploring the atmosphere using smartphones. *The Physics Teacher*, 54(5), 308-309. doi: 10.1119/1.4947163.
- Müller, A., Vogt, P., Kuhn, J., & Müller, M. (2015). Cracking knuckles — A smartphone inquiry on bioacoustics. *The Physics Teacher*, 53(5), 307-308. doi: 10.1119/1.4917442.
- Ramos Silva, M., Martín-Ramos, P., & Pereira da Silva, P. S. (2016). Como estimar a incerteza no declive a partir do coeficiente de Pearson? *Gazeta de Física*, 39(3), 11-14.
- Shakur, A., & Kraft, J. (2016). Measurement of Coriolis Acceleration with a Smartphone. *The Physics Teacher*, 54(5), 288-290. doi: 10.1119/1.4947157.
- Spritefish. (2016). Fast Burst Camera Lite v.6.2.0. *Google Play*. Retrieved from <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.spritefish.fastburstcameralite>
- Stošić, L. (2015). The importance of educational technology in teaching. *International Journal of Cognitive*

- Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE)*, 3(1), 111-114.
- Stosic, L., & Stosic, I. (2013). Diffusion of innovation in modern school. *International Journal Of Cognitive Research In Science, Engineering And Education (IJCRSEE)*, 1(1), 5-13.
- Thomas, K. M., O'Bannon, B. W., & Britt, V. G. (2014). Standing in the schoolhouse door: Teacher perceptions of mobile phones in the classroom. *Journal of Research on Technology in education*, 46(4), 373-395.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2004). *Physics for scientists and engineers* (5th ed.). New York, USA: W. H. Freeman.
- Tornaría, F., Monteiro, M., & Marti, A. C. (2014). Understanding coffee spills using a smartphone. *The Physics Teacher*, 52(8), 502-503. doi: 10.1119/1.4897595.
- Vogt, P., & Kuhn, J. (2012). Analyzing simple pendulum phenomena with a smartphone acceleration sensor. *The Physics Teacher*, 50(7), 439. doi: 10.1119/1.4752056.
- Vogt, P., Kuhn, J., & Neuschwander, D. (2014). Determining ball velocities with smartphones. *The Physics Teacher*, 52(6), 376-377. doi: 10.1119/1.4893100.
- Wang, L., Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (2004). Increasing preservice teachers' self-efficacy beliefs for technology integration. *Journal of Research on Technology in Education*, 36(3), 231-250.

## ACADEMIC AND PROFESSIONAL PROFILE OF THE AUTHORS

**Pablo Martín-Ramos.** PhD in Telecommunications Engineering. Associate Professor at the Department of Agricultural and Environmental Sciences, University of Zaragoza, Spain. His main areas of interest include organic electronics, light-driven water-splitting on particulate inorganic photocatalyst systems and carbon nitride materials.

E-mail: [pmr@unizar.es](mailto:pmr@unizar.es)

### AUTHOR' ADDRESS

Higher Polytechnic School  
University of Zaragoza  
Carretera de Cuarte s/n  
22071 Huesca (Spain)

**Manuela Ramos Silva.** PhD in Solid State Physics. Professor at the Department of Physics, University of Coimbra, Portugal. She is interested in studying molecular compounds with interesting physical properties such as: molecular magnets; organic light-emitting diodes, multifunctional lanthanide based materials; organic non-linear optical materials.

E-mail: [manuela@pollux.fis.uc.pt](mailto:manuela@pollux.fis.uc.pt)

**Pedro S. Pereira da Silva.** PhD in Solid State Physics. Researcher at Tail-UC Laboratory, University of Coimbra, Portugal. Research lines: nonlinear optics; *ab-initio* studies of nonlinear optical properties; chiral molecular crystals; structural and physicochemical characterization of novel materials with applications in optoelectronics.

E-mail: [psidonio@pollux.fis.uc.pt](mailto:psidonio@pollux.fis.uc.pt)

#### AUTHORS' ADDRESS

CFisUC, Department of Physics  
University of Coimbra  
Rua Larga, P-3004-516  
Coimbra (Portugal)

**Date of receipt:** 07/12/2016

**Date of acceptance:** 07/02/2017

#### How to cite this article:

Martín-Ramos, P., Ramos Silva, M., y Pereira da Silva, P. S. (2017). Smartphones in the teaching of Physics Laws: Projectile motion. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp. 213-231. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17663>



# Implementação de mídias em dispositivos móveis: um framework de aplicação em grande escala na educação a distância

## Implementation of media in mobile devices: a framework for a large-scale application in distance education

Ana Luisa Mulbert

*Universidade do Sul de Santa Catarina (Brasil)*

Alice T. Cybis Pereira

*Universidade Federal de Santa Catarina (Brasil)*

### Resumo

O uso intensivo das tecnologias da informação têm criado condições para o desenvolvimento de um novo modo de mediação educacional chamado de *mobile learning* (*m-learning*). Dado que há ainda pouco conhecimento sobre as práticas de *m-learning* em larga escala e em nível institucional, esse trabalho teve por objetivo desenvolver um *framework* para apoiar a implementação de mídias para dispositivos móveis no ensino formal, integrado à educação superior a distância e com requisitos de escalabilidade e sustentabilidade. Para a execução desse estudo adotou-se um processo de pesquisa baseado na abordagem da *Design-Based Research*, que é um tipo de pesquisa que se desenvolve em contextos reais e concentra-se no desenho e teste de intervenções educacionais em parceria com profissionais da área de aplicação. Na fase de desenvolvimento do processo de pesquisa tomou-se um conjunto de decisões que estabeleceram o delineamento da iniciativa, desenvolveu-se uma mídia e avaliou-se o processo de sua implementação. Em seguida, adotou-se a mídia em um contexto real de aprendizagem e avaliou-se a iniciativa na perspectiva dos estudantes. O *framework* formulado a partir da experimentação realizada é apresentado por meio de um diagrama representativo das principais fases e atividades de implementação e de um conjunto de princípios de *design* que orientam a execução do processo de implementação de mídias educacionais móveis. As fases de implementação e seus respectivos princípios versam sobre: (a) o delineamento e delimitação da implementação, (b) o desenho e produção da mídia e (c) a entrega e disseminação da mídia no ambiente de aprendizagem.

*Palavras chave:* tecnologia da informação; educação a distância; educação tecnológica; *m-learning*; livro digital; ebook.

## Abstract

The intensive use of information Technologies has created conditions for the development of a new mode of educational mediation called mobile learning. Considering that there is still little knowledge about the practices and experiences of mobile learning on a large scale and at na institutional level, this study aimed to develop a framework to support the implementation of mobile media in formal teaching, integrated in to distance education programs and with scalability and sustainability requirements. A research process was adopted, based on the Design-Based Research approach, which is a type of research that is developed in real contexts and focused on the design and tests of educational interventions in partnership with professionals of the application area. At the development phase of the research process, a series of decisions were made that established the outline of the initiative, developed a mobile media and evaluated the process. Then the mobile media was applied in a real learning context and the initiative was evaluated from the students' perspective. The framework is presented through a representative diagram of the main stages and implementation activities, as well as a set of design principles that guide the implementation process of the educational mobile media. Implementation stages and their principles deal with: (a) implementation outline and demarcation, (b) design and production of the media and (c) delivery and dissemination of the media in the learning environment.

*Keywords:* information technology; distance learning; technological education; m-learning; digital book; ebook.

As atividades humanas e a interação social dos indivíduos têm sido significativamente afetadas por um ambiente de computação ubíqua e sem fio, proporcionando novos hábitos e ritmos à vida social, marcados pela mobilidade, novas formas de usar os espaços públicos e novas possibilidades de explorar fontes de informação e comunicação (New Media Consortium, 2016). Segundo Santaella (2013), essas práticas estão construindo um novo espaço de misturas inextricáveis entre o virtual (ciberespaço) e os ambientes físicos que nossos corpos habitam, formando assim espaços híbridos. Tais espaços são também móveis, se constituem em múltiplos espaços em um mesmo espaço e desafiam os sentidos de localização, permanência e duração.

Ao mesmo tempo, emerge nova geração de nativos digitais, que se caracteriza pela conectividade frequente, possui hábito de obter imediata resposta às suas demandas e está acostumada ao imediato acesso à informação em qualquer lugar e a qualquer momento (Akçayir, Dündar e Akçayir, 2016; Hutchison e Tine Cao, 2008; Jones, Ramanau, Crosse e Healing, 2010). Os atributos dessa geração evidenciam um perfil de estudante com novos hábitos de aprendizagem, que demandam por novas formas de construir conhecimento.

Segundo o New Media Consortium (2016), o acesso a recursos, redes de comunicação e mídias sociais tem contribuído para aumentar expectativas dos indivíduos de usufruir de oportunidades de aprendizagem baseadas na mobilidade, com a possibilidade de trabalhar, aprender e estudar quando e onde desejar.

Em tal cenário criam-se condições para o desenvolvimento de *mobile learning* (*m-learning*), que se refere ao uso educacional de dispositivos móveis e portáteis, como *tablets*, *smartphones*, consoles de jogos e outros que viabilizam práticas de compartilhamento da informação e do conhecimento em variadas mídias, em qualquer lugar e a qualquer momento (Traxler e Vosloo, 2014).

Está evidente que o desenvolvimento de práticas pedagógicas que exploram a mobilidade é assunto de relevância para as instituições de ensino que pretendem manter-se em sintonia com as novas possibilidades viabilizadas pelas tecnologias educacionais emergentes. Por outro lado, a incorporação de tecnologias inovadoras não é um processo simples para as instituições de ensino. Segundo o New Media Consortium (2016), fatores como resistência à mudança ou percepções equivocadas limitam a implementação da inovação em contextos escolares. Então, iniciativas de *m-learning*, apesar de se apresentarem como tendência e de haver um público aparentemente receptivo à sua adoção, têm obstáculos a serem superados no ambiente escolar formal.

Na literatura científica existem variadas experiências publicadas sobre o uso de mídias educacionais para dispositivos móveis, mas a maioria delas é de alcance limitado a pequenos grupos. Em relação à implementação em larga escala, Wingkvist e Ericsson (2009) apontam que é necessário ainda compreender melhor as ferramentas e recursos necessários para a adoção massiva de *m-learning* em âmbito institucional. Segundo eles, a adoção massiva por parte das instituições de ensino precisa conjugar requisitos de sustentabilidade e escalabilidade, que garantam a manutenção das iniciativas no longo prazo.

Nesse contexto, o presente trabalho apresenta os resultados de uma iniciativa de implementação de mídias educacionais para dispositivos móveis (que denominamos de mídia móvel), no contexto da educação superior a distância, em larga escala e com requisitos de sustentabilidade de longo prazo. Nessa iniciativa desenvolveu-se o livro didático eletrônico em formato EPUB<sup>1</sup>, adaptado para uso em dispositivos móveis. A partir dessa iniciativa extraiu-se o conhecimento alcançado para propor um *framework* de apoio a implementação de iniciativas similares. Esse *framework* representa um conjunto de recomendações, organizadas na forma de um diagrama, com fases e atividades de implementação das mídias, e de um conjunto de princípios de *design* para a iniciativa. O desenvolvimento da pesquisa segue os pressupostos da *Design-Based Research*, explicados a seguir.

## ABORDAGEM METODOLÓGICA E O PROCESSO DE PESQUISA

A *Design-Based Research* (DBR) é um paradigma de pesquisa emergente que se desenvolve em contextos reais e concentra-se no desenho e teste de intervenções educacionais significativas e práticas (Anderson e Shattuck, 2012). Esse tipo de pesquisa busca atender a necessidade de desenvolver contextos, *frameworks*, ferramentas e modelos pedagógicos consistentes e comprometidos com teorias

pedagógicas emergentes (Barab e Squire, 2004). Nesse contexto, Anderson e Shattuck (2012) destacam que a DBR é um paradigma de pesquisa capaz de apoiar criação de conhecimentos sobre o desenvolvimento, organização e suporte de ambientes de aprendizagem inovadores.

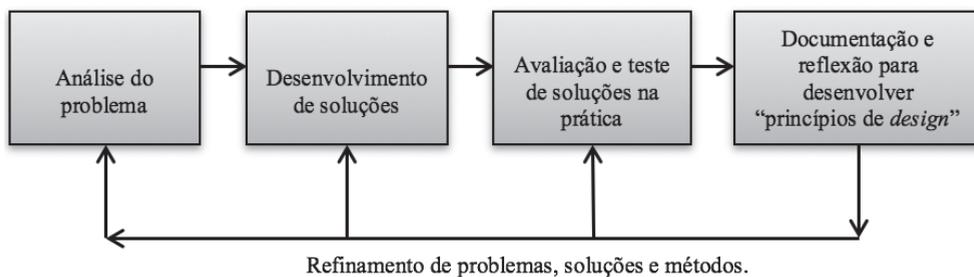
Wang e Hannafin (2005) definem a DBR como uma abordagem metodológica sistemática e flexível que busca aperfeiçoar as práticas de ensino através da análise, *design*, desenvolvimento e implementação iterativa, baseada na colaboração, em contextos reais, entre pesquisadores e praticantes, capaz de levar à construção de teorias e princípios de *design* sensíveis ao contexto. O pragmatismo da DBR é característica fundamental que revela seu compromisso com a solução de problemas concretos. Mas a DBR não está somente preocupada com a investigação dos resultados de uma intervenção, está também, e principalmente, interessada na compreensão do *design* da iniciativa, na compreensão de seus desafios de implementação e dos processos de criação e gerenciamento da intervenção (Anderson e Shattuck, 2012). A intenção da DBR, mais do que gerar artefatos ou programas específicos, é gerar modelos que apoiem a inovação em contextos educacionais. Isso é obtido pela colaboração entre pesquisadores e participantes ligados à implementação que, juntos, desenvolvem a compreensão do problema, estabelecem o *design* da solução e a implementam, seguindo juntos ao longo da iniciativa (Wang e Hannafin, 2005).

O processo de desenvolvimento da pesquisa compreende múltiplas iterações em ciclos de aperfeiçoamento da solução proposta. Segundo Matta, Silvae Boaventura (2014), a abordagem iterativa e de refinamento de soluções práticas talvez seja a característica mais marcante da DBR. À medida que as iterações acontecem há a possibilidade de adaptar a proposta de solução anteriormente encontrada, promovendo seu refinamento.

Barab e Squire (2004) apontam como atributos próprios da DBR: (a) a flexibilidade existe ao longo de toda a intervenção, pois a revisão do *design* pode acontecer em qualquer etapa; (b) o contexto é considerado como parte integrante da iniciativa e não mera variável externa, e (c) os participantes são concebidos como cointegrantes da investigação e não apenas como sujeitos investigados.

Seguindo os princípios da DBR, vários autores fizeram propostas de processos de pesquisa que partilham a mesma lógica. O processo inicia pela análise de problemas práticos seguida pelo desenvolvimento de soluções e pela avaliação da solução proposta, que se desenvolve e refina repetidamente em várias iterações. A fase final do processo culmina com a elaboração de “princípios de *design*”, resultantes da reflexão sobre o desenho da solução e da explicitação dos princípios que embasaram a iniciativa. Esses princípios podem servir como guia para outros praticantes que, em iniciativas similares, podem reiniciar o processo e promover seu refinamento (Reeves, 2000). A Figura 1 sintetiza esse processo.

Figura 1. Processo de desenvolvimento da *Design-Based Research*



Fonte: Reeves (2000)

Nota-se que nesse processo não há previsão de fim, já que pode ter vários ciclos de refinamento. Segundo Anderson e Shattuck (2012), o desafio do pesquisador está em identificar quando finalizar e dar-se por satisfeito com o ciclo evolutivo da iniciativa. Caberá ao pesquisador consolidar resultados quando considerar que são suficientemente significativos para serem compartilhados.

## DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Para alcançar os objetivos desse estudo adotou-se uma abordagem de métodos mistos de pesquisa. Segundo Creswell (2007), a abordagem por métodos mistos é aquela que reúne dados quantitativos e qualitativos que, em alguma das fases da pesquisa, são integrados entre si. A abordagem qualitativa foi utilizada na fase de desenvolvimento de soluções, em que os pesquisadores associaram-se aos especialistas educacionais para tomar decisões sobre a iniciativa e também para avaliar seu processo de desenvolvimento. As abordagens quantitativa e qualitativa foram utilizadas, juntas, na fase de avaliação e testes, em que se fez a entrega da mídia móvel ao estudante e na qual aplicou-se um questionário com questões fechadas e abertas.

Os dados qualitativos de todas as fases do estudo foram tratados por meio de análise de conteúdo, com apoio do software Atlas.ti. Essa ferramenta oferece recursos para sistematizar dados pouco estruturados. Possui um ambiente intuitivo com recursos para gerenciar, extrair, comparar, explorar e reorganizar partes dos dados consideradas significativas por meio de processos de codificação (Frieze, 2013). Dados quantitativos e qualitativos foram articulados entre si, em uma análise interpretativa, para extrair o sentido do fenômeno estudado, visando descrever e interpretar a experiência dos estudantes com a mídia móvel e identificar aspectos que podem contribuir para a formulação dos princípios de *design* de iniciativas similares.

Dado o grande volume de dados coletados na pesquisa e da falta de espaço nesse artigo para sua detalhada descrição, apresenta-se aqui os resultados sintetizados. A análise completa dos dados, bem como a descrição pormenorizada da iniciativa e de seus artefatos podem ser obtidos em Mulbert (2014).

Tomando o processo de pesquisa anteriormente descrito, executou-se cada uma de suas fases, conforme Quadro 1, descritas na sequência.

Quadro 1. Síntese das fases de investigação conforme o processo de pesquisa adotado

FASES DO PROCESSO DE PESQUISA		ATIVIDADE DESENVOLVIDA
<b>Análise do problema de pesquisa</b>		Estudo dos fundamentos teóricos-científicos e levantamento das características do contexto ambiental que moldam a iniciativa.
<b>Desenvolvimento de soluções</b>	<b>1º. Ciclo</b>	Delimitação da iniciativa por um grupo de especialistas, com primeiras decisões sobre requisitos e direcionamentos para alcançar larga escala.
	<b>2º. Ciclo</b>	Desenvolvimento da mídia móvel, dos artefatos e processos complementares para entrega aos estudantes.
<b>Avaliação e teste de soluções</b>		Aplicação da mídia em contexto real de aprendizagem e avaliação pela ótica dos estudantes.
<b>Documentação e reflexão para desenvolver os “princípios de design”</b>		Consolidação dos resultados intermediários em um <i>framework</i> e redação de princípios de <i>design</i> da iniciativa.

## Análise do problema de pesquisa

Na análise do problema realizou-se a pesquisa bibliográfica sobre o tema *m-learning* e do levantamento de iniciativas publicadas de implementação em larga escala. Os estudos teóricos propiciaram melhor entendimento do tema e do problema e subsidiaram a elaboração das próximas atividades da pesquisa. Nessa fase também estudou-se as características da instituição pesquisada.

A pesquisa foi desenvolvida em uma universidade comunitária brasileira – a Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), que atua nas modalidades presencial e a distância. Suas atividades de EAD são desenvolvidas desde 2005 e contam com uma rede de 77 polos presenciais distribuídos em todas as regiões do Brasil. A Tabela 1 apresenta indicadores que caracterizam o contexto da iniciativa e a escala das operações institucionais.

Tabela 1. Indicadores de EAD da instituição pesquisada

Indicador	Nr.
Total de cursos de graduação em EAD	32
Total de cursos de pós-graduação em EAD	24
Total de disciplinas de graduação ofertadas a distância semestralmente	540
Total de turmas de graduação ofertadas a distância semestralmente	1.094
Total de alunos atendidos semestralmente	24.096
Total de alunos atendidos em cursos EAD semestralmente	10.257

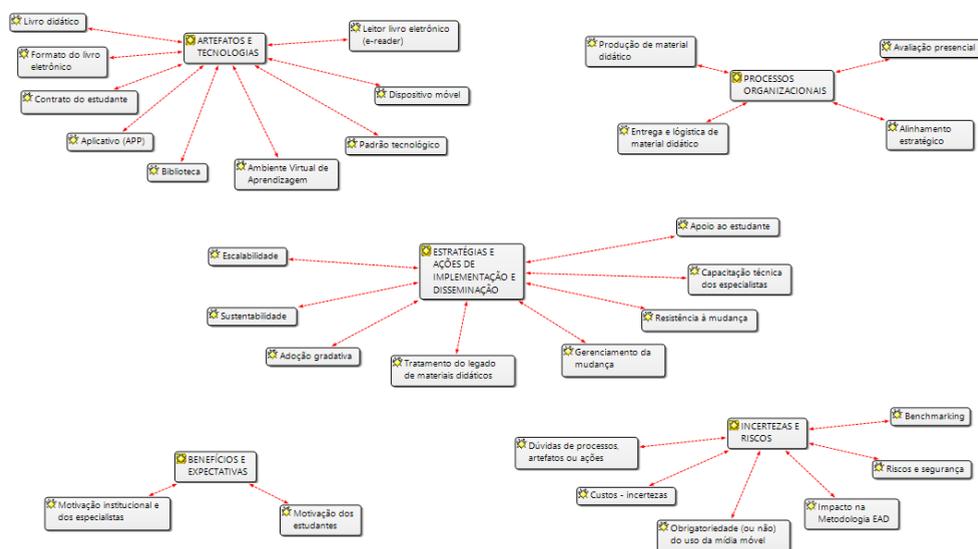
Fonte: Sistema acadêmico institucional

A fase seguinte da pesquisa, de desenvolvimento de soluções, foi dividida em dois ciclos, descritos a seguir.

### **1º ciclo de desenvolvimento da solução: primeiras decisões dos especialistas**

No princípio da iniciativa um grupo de oito especialistas realizou diversas reuniões, de caráter exploratório, com a finalidade de estudar o potencial das tecnologias móveis aplicadas à EAD e avaliar como elas poderiam ser utilizadas em larga escala nas operações da instituição. Nesse período foram realizadas e gravadas seis reuniões, que totalizaram 8 horas e 39 minutos. O grupo de especialistas foi formado por professores, *designers* instrucionais, *designers* visuais e técnicos em produção de materiais didáticos. As gravações foram transcritas e tratadas por meio do software Atlas.ti, que possibilitou a sistematização e codificação das falas. Esse processo resultou na criação de um mapa (Figura 2), que representa visualmente o agrupamento dos temas identificados como importantes e que possibilitou a navegação pelos dados conforme seu conteúdo. Assim, dentro de um conjunto de dados complexos, volumosos e inicialmente confusos, foi possível identificar as primeiras decisões que delinearam a iniciativa, estruturadas em diferentes temas. Nesses dados identificou-se também as expectativas em relação à iniciativa, bem como incertezas e riscos associados.

Figura 2. Mapeamento dos dados qualitativos no 1º ciclo de desenvolvimento



Sobre a mídia móvel decidiu-se que o artefato a ser implementado é o livro didático em formato EPUB (denominado como livro didático eletrônico) e que esse exige também como artefato complementar um software leitor para abrir a mídia no dispositivo. A nova mídia não deve substituir o livro impresso já costumeiramente ofertado aos estudantes. Além disso, para alcançar larga escala, a mídia móvel deve ser leve e operável em ampla gama de dispositivos de propriedade do próprio estudante. O uso da mídia móvel não deve ser obrigatório, mas deve ser estimulado por ações complementares de encorajamento.

Quanto aos processos organizacionais, concluiu-se que a adoção de uma mídia móvel deve gerar impacto significativo sobre os processos de produção dos materiais didáticos. A lógica do processo atual está orientada para a elaboração de livros impressos, de modo que atividades de diagramação, padrões visuais e recursos tecnológicos necessários precisam ser adaptados. Além disso, considerou-se que o mesmo processo deve contemplar a produção do livro impresso e de sua versão para dispositivo móvel, pois a interrupção da oferta do livro impresso foi considerada indesejável pelos prováveis impactos negativos decorrentes de rupturas com hábitos preestabelecidos. Os especialistas destacaram também que a convivência dos vários formatos de livro deve gerar limitações no desenho da versão móvel, pois se este também tem que ser imprimível, não será possível nele embarcar recursos multimídia. O grupo de especialistas concordou que a entrega da mídia móvel deve se dar pelo ambiente virtual de aprendizagem (AVA) institucional, pois esse é um mecanismo já consolidado para entrega de conteúdos digitais.

Quanto às estratégias para alcançar larga escala, decidiu-se que as mídias móveis devem ser de fácil desenvolvimento para que processos organizacionais possam contemplar a conversão de um acervo de mais de 500 livros didáticos preexistentes na versão impressa. Concluiu-se também que a complexidade da iniciativa deriva-se mais da necessidade de escala e sustentabilidade do que de desafios tecnológicos. Isso porque as ações de desenvolvimento de livros eletrônicos, vistas individualmente, não se caracterizam com um processo de difícil domínio técnico. É o volume de trabalho envolvido que traz maior complexidade.

Para dar conta da escalabilidade os especialistas identificaram que a implementação deve ser gradativa, contemplando concomitantemente tanto a produção de novos materiais como também a conversão do acervo de materiais preexistentes. Também concluíram que a iniciativa exige mudanças organizacionais e traz maior complexidade aos processos, até que as mudanças sejam incorporadas à rotina. A fase de transição, até que todo o acervo seja convertido, exige esforço adicional de enfrentamento de prováveis resistências dos estudantes.

Nesse primeiro ciclo observou-se que o delineamento da iniciativa envolve um conjunto de decisões de natureza tecnológica, instrucional e organizacional. Que o avanço da iniciativa, até que alcance larga escala, depende de decisões críticas, que ao serem tomadas determinam caminhos e desdobramentos que estabelecem o perfil particular da iniciativa. Tais decisões são como encruzilhadas que estabelecem contornos únicos da iniciativa. Um exemplo disso é a decisão sobre a obrigatoriedade ou não de uso da mídia móvel pelo estudante, pois caso a mídia fosse de uso obrigatório o desenho dos próximos passos teria que ser diferente daquele adotado.

Nesse ciclo caracterizou-se também que dúvidas e incertezas são significativas no estágio inicial da implementação. A superação das incertezas depende da experimentação, que possibilitará a avaliação mais aprofundada dos impactos, da escalabilidade e sustentabilidade.

## **2º ciclo de desenvolvimento da solução: a construção da mídia e dos recursos complementares**

No segundo ciclo de desenvolvimento os pesquisadores e especialistas elaboraram a mídia e desenharam a estratégia de entrega ao estudante. Nele buscou-se o detalhamento e operacionalização das decisões estratégicas tomadas no primeiro ciclo. A partir da vivência de construção da mídia pelos *designers*, buscou-se compreender seu processo de desenvolvimento e avaliar impactos decorrentes sobre os processos organizacionais preexistentes. Com as reflexões e a aprendizagem alcançada nesse ciclo, colheu-se subsídios importantes para compor o *framework* almejado.

A implementação da mídia foi realizada por um grupo formado por um *designer* instrucional, um *designer* gráfico, um coordenador de *design* e os pesquisadores, que periodicamente tomaram decisões conjuntas e compartilharam atividades

executadas individualmente. O *designer* instrucional fez a revisão do conteúdo do livro selecionado como alvo de implementação (já existente em impresso) de modo a adaptá-lo para a nova mídia. O *designer* gráfico fez o projeto visual e a diagramação para o formato EPUB. O coordenador de *design* contribuiu na tomada de decisões e suporte às tarefas individuais. Os pesquisadores contribuíram com as decisões e encarregaram-se da preparação da comunicação da mídia aos estudantes. Ao final desse ciclo procedeu-se sua avaliação em encontros com os envolvidos, que foram gravados, transcritos e seus resultados submetidos a procedimentos de análise de conteúdo, conforme já descrito.

Nesse segundo ciclo obteve-se, portanto, o livro didático de uma disciplina em formato EPUB e um vídeo de orientações de uso da nova mídia. Nas orientações aos estudantes destacou-se a necessidade de um programa leitor para manipular a mídia, os modos de carrega-la no dispositivo, além de uma mensagem motivadora de estímulo ao uso.

Na avaliação dos *designers* considerou-se que o padrão EPUB é apropriado para uso em variados dispositivos que, associado ao leitor, pode trazer ferramentas complementares de interação inexistentes na versão impressa (marcação, anotação e pesquisa, etc.). Outra descoberta importante é que a escolha do programa leitor pode interferir significativamente na qualidade da experiência de uso da mídia.

De modo geral, verificou-se que as decisões sobre os atributos da mídia envolvem dois desejos concorrentes entre si: a universalização da mídia para amplo grupo de estudantes *versus* o enriquecimento da mídia para torná-la mais atrativa. Para tornar a mídia atraente pode-se enriquecê-la com recursos variados (como vídeos e conteúdos interativos embarcados), mas quanto mais recursos forem inseridos, mais difícil se torna utilizar a mídia em dispositivos de menor capacidade de processamento e conectividade. Assim, decisões relacionadas ao desenho da mídia exigem harmonizar interesses concorrentes entre seu enriquecimento e seu uso mais universalizado por amplo grupo de estudantes. No caso da mídia implementada, os *designers* valorizaram mais sua simplificação e universalização, priorizando a escalabilidade esperada da iniciativa.

Quanto ao processo de desenvolvimento da mídia, os *designers* reforçaram sua percepção diagnosticada no primeiro ciclo de desenvolvimento, de que o processo de produção deve sofrer impactos devido à larga escala da produção. Contudo, concluiu-se que, à medida que as equipes técnicas se adaptarem a um novo processo, os impactos tendem a ser contornados.

Outra conclusão importante dos *designers* foi de que a adoção em larga escala exige novas competências e que é preciso promover a aprendizagem e capacitação das equipes de *design* para o novo contexto.

## Avaliação e teste de soluções

A entrega do livro eletrônico foi desenhada com a expectativa de promover seu uso espontâneo e não obrigatório, no próprio dispositivo do estudante. Mediante convite, buscou-se sensibilizar os estudantes para explorar o livro. Sua entrega foi previamente preparada no segundo ciclo de desenvolvimento, no qual decidiu-se inseri-lo no roteiro de estudos da disciplina e no repositório de recursos do AVA. Antes e durante a oferta foram desenvolvidas duas ações complementares para apoiar o uso do livro eletrônico: a) capacitação e acompanhamento dos tutores e b) publicação de vídeo de orientações para uso da mídia.

Na disciplina alvo cursaram 1.836 estudantes, dos quais 223 responderam ao questionário de avaliação, no qual coletou-se dados quantitativos e qualitativos. Essa coleta ocorreu após a oferta da disciplina, no período entre abril e junho de 2014. Entre os respondentes estavam tanto aqueles que utilizaram a mídia móvel (73 respondentes) quanto outros que optaram por não utilizá-la (150 respondentes). Os dados qualitativos foram submetidos aos mesmos procedimentos de análise de conteúdo já descritos anteriormente e os dados quantitativos foram tabulados e representados graficamente.

Destaca-se que o tamanho das amostras dos dados quantitativos é insuficiente para generalizar resultados baseando-se em procedimentos de validação estatística. Por isso, esses dados foram tomados como elementos contribuintes para a análise qualitativa, em uma estratégia interpretativa que tem por função mais levar à compreensão de características presentes no fenômeno em estudo do que a propor generalizações. Creswel (2007) chama esse processo de integração de tipos de dados, que corresponde à articulação de dados mistos (quantitativos e qualitativos) que, quando utilizados em conjunto, podem enriquecer a análise interpretativa e contribuir para demonstrar a convergência dos resultados.

Observou-se, entre todos os respondentes, diferentes posicionamentos em relação à iniciativa. Há os que a aplaudem, mas há também aqueles que apesar de apreciá-la preferem não mudar seus hábitos de estudo baseados nas mídias tradicionais (o livro impresso). As falas a seguir ilustram esses aspectos:

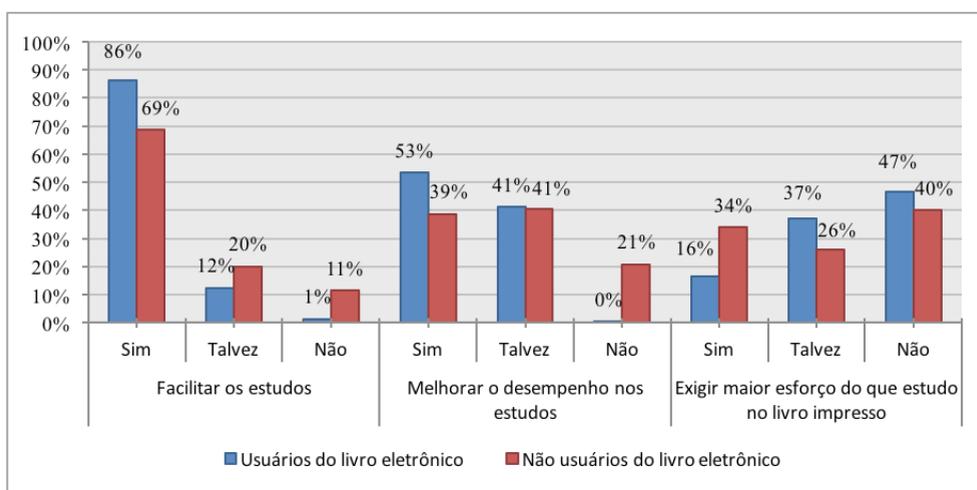
- Acredito que os dispositivos móveis só venham a acrescentar nos estudos.
- Ele [o livro eletrônico] ajuda bastante, mas acho ainda o livro impresso fundamental.
- Sugiro se possível que tenha a opção de imprimir caso haja necessidade.

Quanto aos benefícios do uso da mídia identificou-se manifestações que revelam a percepção de que o livro eletrônico é um recurso útil e que pode contribuir com o estudante:

- Facilitam a vida do estudante, que durante as horas vagas, pode fazer uso destes em qualquer lugar.
- Acho uma boa ideia, principalmente se a pessoa está longe, consegue ficar conectada e estudando.

Nos dados quantitativos também pode-se observar indicadores dos benefícios. Entre os respondentes que utilizaram a mídia ofertada, 86% consideraram que ela pode trazer facilidades aos estudos e 53% que ela pode promover a melhoria de seu desempenho. Mas nota-se também a presença de indivíduos que têm dúvidas sobre o aumento de esforços para usá-la (Figura 3).

Figura 3. Benefícios percebidos no uso do livro eletrônico



Diagnosticou-se também que há estudantes que são inexperientes no uso de livros para dispositivos móveis, conforme as falas:

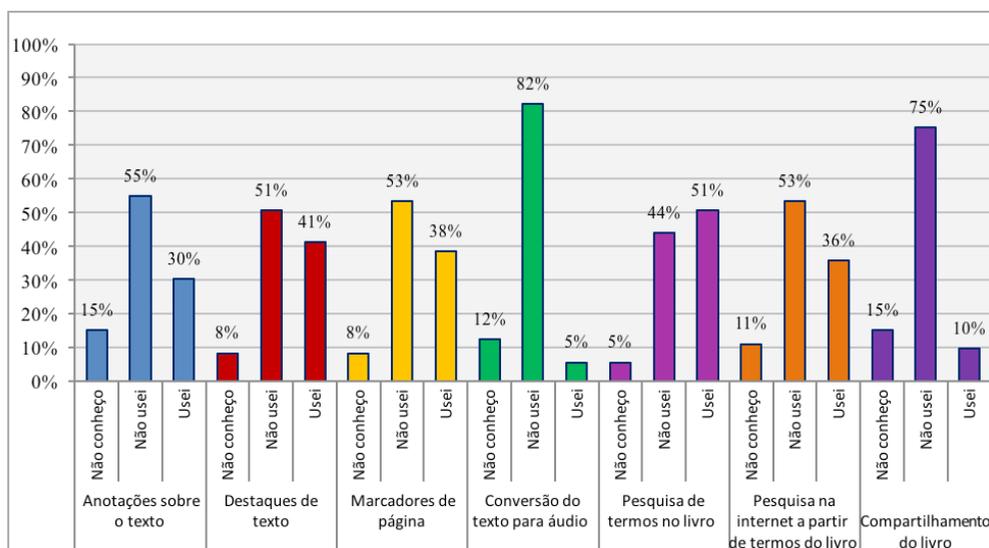
- Nunca tinha lido qualquer livro utilizando esta ferramenta.
- A falta na verdade, se deve a minha pouca experiência com esse formato de estudo.
- Este dispositivo trás vantagens porém não costumo fazer uso desta ferramenta.

Em relação aos recursos do programa leitor, percebeu-se que há estudantes que o conhecem pouco. Observou-se depoimentos sobre ações consideradas impossíveis, mas que de fato estavam disponíveis, denotando desconhecimento de recursos do programa leitor:

- Gosto muito de grifar nos livros e acrescentar alguma ideia, no dispositivo móvel não teria essa possibilidade.
- Impossibilidade de anotar.
- Gosto de iluminar as palavras chaves para melhor poder memorizar o conteúdo da disciplina.

Nos dados quantitativos (Figura 4) percebeu-se a pouca utilização dos recursos do programa leitor, corroborando os achados obtidos nos dados qualitativos que apontam a inexperiência de estudantes no uso de *ebooks*.

Figura 4. Uso dos recursos do programa leitor pelos estudantes que utilizaram a mídia móvel



Do relato dos estudantes, nos dados qualitativos, extraiu-se suas dificuldades em relação à iniciativa, conforme o Quadro 2.

Quadro 2. Principais dificuldades dos estudantes no uso da mídia móvel

Dificuldades dos estudantes
Conectividade do dispositivo é limitada
Interface limitada causa desconforto
Anotações no livro são difíceis
Estudar pelo dispositivo móvel causa dispersão da atenção
Dispositivo possui recursos de hardware limitados
Desconhecimento no uso dos recursos do programa leitor
Desigualdade entre recursos dos estudantes
Dispositivos não são percebidos como recurso útil para estudar
Custo de propriedade do dispositivo é alto

Entre as dificuldades pode-se identificar os três tipos de barreiras no uso de *ebooks* apresentadas por Girard (2014), que se referem às barreiras físicas do dispositivo, às barreiras cognitivas e às barreiras socioculturais decorrentes da falta de hábitos de estudar com esse tipo de recurso. Percebe-se que a variedade de dificuldades exige que a estratégia de implementação proponha caminhos de contorno dos obstáculos para que se possa promover a expansão da iniciativa. Parece igualmente importante promover mecanismos de apoio aos estudantes para que possam melhor incorporar as mídias móveis em seus estudos. Essas constatações reforçam o posicionamento dos especialistas, diagnosticados na primeira fase de desenvolvimento, de que a iniciativa pode enfrentar resistências.

## **SOBRE RESULTADOS ENCONTRADOS E A ESCALABILIDADE**

Os resultados alcançados na pesquisa demonstram que a escalabilidade é fator determinante nas decisões da iniciativa. Para dar conta da expansão escalável, Wingkvist e Ericsson (2009) orientam que iniciativas de *m-learning* devem ser implementadas em estágios gradativos e sucessivos, em que o avanço para um próximo estágio só acontece quando houver resultados positivos e consolidados no estágio anterior. Dessa forma, segue-se um ciclo de vida de progressivo amadurecimento, que permite alcançar equilíbrio entre esforço demandado e resultados alcançados.

Nos resultados obtidos verificou-se também a presença de variados fatores organizacionais, educacionais e tecnológicos envolvidos. Segundo Passey (2010) a implementação em larga escala de *m-learning* passa por variados caminhos de implementação que se desenvolvem em paralelo. Por isso, sugere uma abordagem sistêmica, em que múltiplas ações, de variada natureza, aconteçam concomitantemente. Sugere também que as estratégias de implementação focalizem tanto os aspectos da aprendizagem quanto outros de natureza tecnológica, política e cultural.

Nota-se, nos resultados, que há obstáculos e riscos a serem gerenciados, sobretudo as dificuldades dos estudantes. Sobre isso Passey (2010) orienta que é preciso prover em paralelo um suporte adequado e bem preparado, e que obstáculos podem ser superados por meio de uma liderança institucional positiva perante os estudantes para demonstrar os dispositivos como recursos legítimos para aprendizagem. Este direcionamento favorece a construção de uma nova cultura e promove comportamentos de aceitação de novos modos de aprender.

Essas orientações encontradas na literatura reforçam algumas das proposições obtidas dos especialistas e foram incorporadas aos princípios de *design* apresentados a seguir.

## O FRAMEWORK E OS PRINCÍPIOS DE DESIGN DESENVOLVIDOS

A partir do processo de implementação vivenciado formulou-se o *framework* e os princípios de *design*. Segundo Reeves et al. (2005), é a reflexão sobre o processo de implementação que proporciona a revelação de princípios de *design* que podem subsidiar outros praticantes em futuros projetos. Na formulação dos princípios seguiu-se a orientação de Sandoval (2004), que sugere que esses sejam apresentados de modo genérico para que, quando utilizados, sejam interpretados e aplicados ao contexto particular de quem os utiliza. Desse modo, os princípios formulados referem-se às mídias móveis em geral.

Elaborou-se também um diagrama que representa as 'fases de implementação' e as 'perguntas direcionadoras' da iniciativa (Figura 5). As fases de implementação representam um possível caminho para a iniciativa. As perguntas direcionadoras correspondem a um conjunto de questionamentos que visam estimular a reflexão dos usuários do *framework* sobre aspectos importantes da implementação.

O *framework* é composto por três fases sequenciais, denominadas de: (a) delineamento e delimitação da implementação, (b) desenho e produção da mídia e (c) entrega e disseminação da mídia. Ao final da terceira fase setas retornam para as fases iniciais representando o desenvolvimento incremental da iniciativa. Fases e atividades são descritas a seguir.

Figura 5. Diagrama do *framework* de implementação de mídias móveis em larga escala na EAD



Fonte: Mulbert (2014)

## Fase 1: Delineamento e delimitação da implementação

A primeira fase consiste nas primeiras decisões, por vezes críticas, que definem os contornos da iniciativa. Essas decisões dependem de interesses institucionais, dos benefícios e objetivos esperados e estão diretamente relacionadas ao contexto institucional e tecnológico da iniciativa. Outra ação importante dessa fase é identificar quais serão os processos organizacionais afetados e os artefatos tecnológicos envolvidos. Nessa fase pode haver várias incertezas que, ao serem reconhecidas, possibilitam o entendimento dos desafios e riscos a serem enfrentados posteriormente.

Alguns dos princípios de *design* formulados para essa primeira fase são sintetizados no Quadro 3.

Quadro 3. Princípios de *design* para delineamento e delimitação da implementação de mídias móveis em larga escala - fase 1

<b>Princípios de <i>design</i> da fase 1</b>
A implementação de mídias móveis em larga escala é complexa devido ao amplo alcance que pretende atingir. Em pequena escala é um problema técnico de mais fácil domínio, em larga escala exige mudanças expressivas no entorno, ou seja, nos processos organizacionais, nas competências dos <i>stakeholders</i> e nos hábitos e rotinas dos estudantes. Essas ações exigem esforço e investimentos organizacionais proporcionais à escala almejada.
A delimitação da iniciativa envolve uma análise abrangente das possibilidades de implementação das mídias móveis no contexto institucional. Essa análise abrange a identificação de artefatos e tecnologias envolvidos, de processos organizacionais afetados e de ações e estratégias necessárias para implementação e disseminação da mídia.

## Fase 2: Desenho e produção da mídia

Essa fase corresponde ao efetivo desenho dos atributos e limitações da mídia escolhida e de sua operacionalização e construção. As decisões de desenho da mídia móvel exigem reflexão para encontrar um desenho da mídia apropriado ao contexto da iniciativa. Concomitantemente é necessário definir como a mídia será entregue e quais são os mecanismos complementares necessários para alcançar o estudante. Além disso, a produção de uma nova mídia pode exigir reformulação ou criação de novos processos organizacionais. Essa fase envolve significativa aprendizagem dos profissionais envolvidos, que ao se mobilizarem para a construção da nova mídia amadurecem ideias, fazem experimentações e refletem sobre impactos em processos de trabalho.

Alguns dos princípios de *design* formulados para a segunda fase são sintetizados no Quadro 4.

Quadro 4. Princípios de *design* para desenho e produção de mídias móveis em larga escala - fase 2

<b>Princípios de <i>design</i> da fase 2</b>
A implementação gradativa e incremental de mídias móveis tende a trazer maior segurança e controle às ações de implementação, pois facilita o tratamento progressivo de incertezas em direção à construção de bases sólidas e sustentáveis para alcançar larga escala.
O processo incremental de implementação em larga escala exige o gerenciamento de um período de transição em que a nova mídia vai sendo gradativamente ofertada até que alcance a escala esperada. A transição é necessária para que a instituição dê conta do alto volume de produção das novas mídias e para que a iniciativa se dissemine e supere gradativamente barreiras culturais.

### Princípios de *design* da fase 2

Decisões sobre o desenho da mídia envolvem o balanceamento de dois interesses concorrentes entre si: a universalização da mídia para amplo grupo de estudantes *versus* o enriquecimento da mídia para torná-la mais atrativa. Para tornar a mídia mais rica pode-se embarcar nela recursos variados, mas quanto mais recursos forem inseridos mais difícil pode se tornar seu uso em dispositivos de menor capacidade. Nesse caso, se os estudantes possuem dispositivos com potenciais variados, há o risco de perder a capacidade de atendê-los com equidade.

O uso da mídia móvel pode depender de outros artefatos ou recursos tecnológicos complementares que também precisam ser providos.

A adoção de mídias móveis em larga escala pode provocar impactos expressivos em processos organizacionais de suporte. Quando isso ocorre, torna-se necessário repensar a lógica de construção e distribuição dos conteúdos didáticos e buscar soluções que promovam a produtividade dos processos afetados.

### Fase 3: Entrega e disseminação da mídia

A entrega da mídia consiste em sua inserção no ambiente de aprendizagem e no estímulo e apoio ao uso. Além da disponibilização da mídia, é necessário fazer sua disseminação por meio da orientação aos estudantes, assim como apoiá-los em caso de dificuldades. Esforços de disseminação devem promover a inserção de estímulos variados para mobilizar o estudante a incorporar a mídia em sua rotina de estudos. Assim, orientação e suporte ao estudante são atividades importantes a serem executadas ativamente pela instituição.

A avaliação da experiência dos estudantes é atividade potencialmente útil para orientar o enriquecimento da iniciativa. Compreender sua visão é fonte rica de subsídios para entender como o estudante se apropria da mídia, quais os benefícios que espera obter dela assim como os obstáculos que vivencia.

Alguns dos princípios de *design* formulados para essa terceira fase são sintetizados no Quadro 5.

Quadro 5. Princípios de *design* para a entrega e disseminação de mídias móveis em larga escala – fase 3

### Princípios de *design* da fase 3

Os estudantes tendem a reconhecer que as mídias móveis podem ser um recurso útil para sua aprendizagem, mas quando as mídias móveis alteram suas rotinas de estudo ou rearranjam os recursos didáticos já conhecidos, esses podem a resistir à sua adoção.

### Princípios de *design* da fase 3

Mesmo que os estudantes estejam acostumados a usar mídias móveis em seu cotidiano, o uso educacional delas ainda não é bem compreendido por muitos deles. Por isso, a implementação precisa ser complementada com ações intensivas de disseminação da iniciativa que orientem e desenvolvam as competências estudantis para o uso avançado de mídias móveis em contextos de aprendizagem.

Os estudantes vivenciam vários tipos de barreiras para adoção das mídias educacionais móveis. Ações para minimizá-las ou contorna-las podem favorecer a escalabilidade. As principais barreiras são:

limitações físicas de seus dispositivos;

recursos limitados de conectividade de seu dispositivo;

alto custo de aquisição de dispositivos móveis mais potentes;

dificuldades cognitivas de atenção e concentração no estudo mediado por dispositivo móvel;

falta de competências avançadas para uso das mídias móveis na aprendizagem;

modelos mentais e hábitos contrários ao uso de dispositivos móveis para atividades de aprendizagem.

Os estudantes são uma rica e importante fonte de subsídios para aperfeiçoar a iniciativa de implementação das mídias móveis. Por meio da compreensão de suas percepções e dificuldades pode-se identificar aspectos relevantes para o desenho e disseminação da iniciativa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo desenvolver um conjunto de recomendações e princípios para a implementação e adoção de tecnologias móveis na EAD. Para isso adotou-se um processo de pesquisa, alinhado aos pressupostos da *Design-Based Research*.

O *framework* foi apresentado na forma de um diagrama com principais fases e atividades de implementação e de um conjunto de princípios de *design* que orientam a execução dessas fases, tendo como pano de fundo requisitos de escalabilidade com sustentabilidade. Os princípios de *design* representam conhecimento extraído da prática e são apresentados de forma genérica para que, ao serem utilizados, sejam interpretados e aplicados ao contexto particular de quem os utiliza.

Destaca-se que os resultados dessa pesquisa estão fortemente vinculados ao contexto em que foi realizada, ou seja, uma universidade comunitária brasileira, que possui uma particular configuração ambiental, determinada pelo perfil de seus profissionais e estudantes, pela cultura organizacional, por um modelo de EAD adotado, entre outros fatores. Isso estabelece um contexto específico, que envolve inúmeras variáveis, em um complexo ambiente que molda a iniciativa. Em cenários como esse a generalização de resultados apresenta-se como um desafio.

Segundo o grupo Design-Based Research Collective (2003), os métodos de testagem aleatória não são os mais apropriados para os contextos complexos da

realidade educacional que a DBR pretende alcançar. Contextos educacionais reais costumam apresentar dezenas ou até centenas de variáveis interdependentes e isso faz com que estudos aleatórios não sejam apropriados para gerar generalizações. Segundo o grupo, a generalização nesse tipo de cenário pode ser obtida pela repetição de estudos em vários ambientes. Essa é a dinâmica preconizada pela *Design-Based Research*, de refinamento progressivo do conhecimento gerado por iniciativas fundadas no pragmatismo e na interação direta com o campo de investigação. Esse refinamento está, inclusive, previsto no processo de pesquisa da DBR adotado nesse estudo (Figura 1). Assim sendo, a continuidade natural para esse trabalho está em submeter o *framework* e os princípios de *design* formulados a novas intervenções, em busca de seu aperfeiçoamento e ampliação, em novos ciclos de investigação.

Destaca-se, por fim, que o caminho representado pelo *framework* proposto é um dos caminhos possíveis de implementação e não deve ser considerado como único.

## NOTAS

1. EPUB corresponde ao formato de arquivo digital para *ebooks*, que representa conteúdos web em arquivo único. Possibilita produção e distribuição de uma publicação operável em múltiplas plataformas de hardware/software.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akçayir, M., DüNDAR, H., e Akçayir, G. (2016). What makes you a digital native? Is it enough to be born after 1980? *Computers in Human Behavior*, 60, 435-440. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.chb.2016.02.089>
- Anderson, T., e Shattuck, J. (2012). Design-based research: a decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16-25. Recuperado de <http://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Mülberr, A. L. (2014). A implementação de mídias em dispositivos móveis: um framework para a aplicação em larga escala e com sustentabilidade em educação a distância. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina. Recuperado de <http://www.bu.ufsc.br/teses/PEGCo360-T.pdf>
- Barab, S., e Squire, K. (2004). Design-based research : putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14. Recuperado de [http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15327809jls1301\\_1](http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15327809jls1301_1)
- Creswell, J. W. (2007). *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Porto Alegre: Artmed.
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: an emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8. Recuperado de <http://www.designbasedresearch.org/reppubs/DBRC2003.pdf>
- Friese, S. (2013). *ATLAS.ti 7: User Guide and Reference*. Berlin: ATLAS.ti Scientific Software Development.
- Girard, A. (2014). Reader's block: a systematic review of barriers to adoption, access and use in e-book user studies. *Information Research*, 19(2). Recuperado de <http://informationr.net/ir/19-2/paper624.html>

- Hutchison, M., Tin, T., e Cao, Y. (2008). “In-your-pocket” and “on-the-fly”: meeting the needs of today’s new generation of online learners with mobile learning technology. In T. Anderson (Ed.), *The theory and practice of online learning* (pp. 201-20). Edmonton: Athabasca University. Recuperado de <http://www.aupress.ca/index.php/books/120146>
- Jones, C., Ramanau, R., Cross, S., e Healing, G. (2010). Net generation or digital natives: is there a distinct new generation entering university? *Computers & Education*, 54(3), 722-732. Recuperado de <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.09.022>
- Matta, A. E. R., Silva, F. P. S., e Boaventura, E. M. (2014). Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. *Revista da FAEEBA: Educação E Contemporaneidade*, 23(42), 23-36. Recuperado de <http://www.revistas.uneb.br/index.php/faeeba/article/view/1025>
- Mülbert, A. L. (2014). A implementação de mídias em dispositivos móveis: um framework para a aplicação em larga escala e com sustentabilidade em educação a distância. *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de Santa Catarina. Recuperado de <http://www.bu.ufsc.br/teses/PEGCo360-T.pdf>
- New Media Consortium. (2016). *Horizon Report 2016 Higher Education*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Recuperado de <http://cdn.nmc.org/media/2015-nmc-horizon-report-HE-EN.pdf>
- Passey, D. (2010). Mobile learning in school contexts: can teachers alone make it happen? *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 3(1), 68-81.
- Reeves, T. C. (2000). Enhancing the worth of instructional technology research through ‘design experiments’ and other development research strategies. In *International Perspectives on Instructional Technology Research for the 21st Century*. New Orleans: American Educational Research Association.
- Reeves, T. C., Herrington, J., e Oliver, R. (2005). Design research: a socially responsible approach to instructional technology research in higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 16(2), 96-115. Recuperado de <http://link.springer.com/article/10.1007/BF02961476>
- Sandoval, W. (2004). Developing Learning Theory by Refining Conjectures Embodied in Educational Designs. *Educational Psychologist*, 39(4), 213-223.
- Santaella, L. (2013). *A ecologia pluralista da comunicação: conectividade, mobilidade e ubiquidade*. São Paulo: Paulus.
- Traxler, J., e Vosloo, S. (2014). Introduction: the prospects for mobile learning. *Prospects*, 44(1), 13-28. Recuperado de <http://doi.org/10.1007/s11125-014-9296-z>
- Wang, F., e Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23.
- Wingkvist, A., e Ericsson, M. (2009). A meta-model describing the development process of mobile learning. In R. W. H. Spaniol, M. Li, Q. Klamma y R. Lau (Ed.), *Proceedings of the 8th International Conference on Web-Based Learning* (pp. 454-463). Aachen, Germany: Springer-Verlag.

## PERFIL ACADÊMICO E PROFESIONAL DOS AUTORES

**Ana Luisa Mulbert.** Doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Mestre em Administração, Graduada em Ciências da Computação e em Pedagogia. É professora na Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL). Pesquisa sobre Tecnologias Educacionais, Ambientes Virtuais de Aprendizagem e Educação a Distância.

E-mail: [amulbert@gmail.com](mailto:amulbert@gmail.com)

### ENDEREÇO DA AUTORA

Universidade do Sul de Santa Catarina - Campus Virtual  
Av. Pedra Branca, 25, Cidade Universitária  
Palhoça, SC – Brasil.

**Alice Theresinha Cybis Pereira.** Graduada em Arquitetura e Urbanismo, Doutora em Arquitetura. É professora da Universidade Federal de Santa Catarina. Atua nas áreas: Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Objetos Hiperemídia de Aprendizagem, Educação a Distância, entre outras. E-mail: [acybis@gmail.com](mailto:acybis@gmail.com)

### ENDEREÇO DA AUTORA

Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Comunicação e Expressão – sl. 127  
Florianópolis, SC - Brasil

**Data de recebimento do artigo:** 08/12/2016

**Data de aceitação do artigo:** 09/02/2017

### Como citar ese artigo:

Mulbert, A. L., y Pereira, A. T. C. (2017). Implementação de mídias em dispositivos móveis: um framework de aplicação em grande escala na educação a distância. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp. 233-254. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17673>

# Uso de la tableta digital en entornos universitarios de aprendizaje a distancia

## Using the tablet in Distance University learning environment

Martha Agila-Palacios

*Universidad Técnica Particular de Loja, UTPL (Ecuador)*

María Ramírez-Montoya

*Instituto Tecnológico Superior de Monterrey, ITESM (México)*

Ana García-Valcárcel

*Universidad de Salamanca, USAL (España)*

Jennifer Samaniego-Franco

*Universidad Técnica Particular de Loja, UTPL (Ecuador)*

### Resumen

Los dispositivos móviles, entre ellos las tabletas digitales, se han convertido en una herramienta de trabajo en el ámbito académico, tanto en entornos presenciales como a distancia y/o virtuales; de ahí la necesidad de investigar cómo utilizan estos dispositivos los estudiantes, con qué frecuencia, cuáles son los tipos de interacción más comunes, si modifican en algo sus habilidades previas, estrategias en el uso de tecnologías, etc. La presente investigación se enfoca en la identificación de tipos de interacción de los estudiantes que utilizan la tableta digital como material de aprendizaje en modalidad a distancia con soporte en un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) a través de técnicas de minería de datos (clusterización) siguiendo la metodología CRISP-DM. Los resultados obtenidos muestran que casi la totalidad de los estudiantes usan la tableta para la gestión de su material bibliográfico base y el 76% únicamente para la lectura de los mismos (interacción básica), solamente el 21% la utilizan para otras actividades relacionadas con la comunicación (interacción comunicativa-social) y un 10% para actividades orientadas a producir y compartir contenido (interacción productiva). Estos resultados no están directamente relacionados con la interacción en el EVA, pues no necesariamente aquellos que usan la tableta para comunicación y producción de contenidos son aquellos que tienen una interacción alta en el EVA.

*Palabras clave:* universidad a distancia; comportamiento del estudiante; aprendizaje móvil; estudiante universitario de primer ciclo; tableta digital.

## Abstract

Mobile devices, including tablets, have increasingly become a working tool in the academic field, both in face-to-face and distance and/or virtual environments; hence the need to investigate how often students use these devices, what for, what the most common types of interaction are, and if they modify their previous skills, and so forth. The present research focuses on the determination of types of interaction of students using the digital tablet as learning material in distance education with support in a Virtual Learning Environment (VLE) through data mining techniques (clustering) using the CRISP-DM methodology. The results show that almost all students use the tablet to manage their basic bibliographic material and 76% only use it to read their books (basic interaction), also only 21% of them use it for other activities related to communication (communicative and social interaction) and a 10 % for activities oriented to producing and sharing content (productive interaction). These results are not directly related to the interaction in the VLE, since those students who use the tablet for communication and content production are not necessarily the ones that have high interaction in the VLE.

*Keywords:* distance learning university; student behaviour; m-learning; undergraduate student; tablet.

Con el pasar del tiempo los dispositivos móviles se han ido incorporando cada vez más a diferentes ámbitos de la vida de las personas. Diferentes organismos muestran estadísticas de los cambios acelerados en relación a los dispositivos móviles. Según el informe de Cisco VNI, para el 2017 habrá 5.200 millones de usuarios móviles, desde los 4.300 millones contabilizados en 2012 (Barnett, Sumits, Jain, y Andra, 2015). Sin embargo, según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU por sus siglas en inglés) de la ONU en su informe de “medición de la sociedad de la información del 2016, indica que en los países desarrollados el 95% de las personas poseen un celular y, en los países en desarrollo, el 90% (ITU, 2016). Esto nos da una pauta de los retos de investigaciones en diferentes ámbitos relacionados con la penetración de los dispositivos móviles.

Uno de los ámbitos de estudio de los dispositivos móviles es la educación, de ahí el término de un ambiente de aprendizaje denominado “aprendizaje móvil” o más conocido como *m-learning* o *mobile learning* en inglés. Según Traxler (2007) dar una definición única de m-learning es complicado, pues es personal, contextual y situado. Hay definiciones de *m-learning* que contemplan 3 componentes fundamentales: hardware, interface y diseño pedagógico (Sánchez, Olmos y García-Peñalvo, 2013). Otras definiciones indican que *m-learning* es el uso de tecnología móvil en la educación (Ng, 2015) o, más específicamente, el uso de tecnología móvil para fomentar aprendizajes (Ramírez, 2012; Saleh y Bhat, 2015). En definitiva, *m-learning* es una modalidad o ambiente de aprendizaje que se da a través de dispositivos que permiten una movilidad tanto de contenido como de personas.

En este sentido, hay diversidad de investigaciones en torno al *m-learning*. Según Saleh y Bhat (2015), la mayoría de ellas se centra en la evaluación de estos

sistemas de enseñanza-aprendizaje así como en su diseño. En cuanto al diseño, hay investigaciones respecto a los recursos educativos para dispositivos móviles, puntualmente los libros electrónicos y la lectura móvil (Nwagwu y Okafor, 2014; West y Ei, 2014), así como también a los dispositivos electrónicos que facilitan la lectura, puntualmente las tabletas (San Martín, Peirats y López, 2015). En relación con la evaluación de los sistemas *m-learning*, hay diferentes perspectivas y una de ellas es el análisis de las interacciones de los estudiantes, aspecto en el que aporta luz la presente investigación.

Cuando los estudiantes utilizan dispositivos móviles, ya sea para aspectos sociales o académicos, las interacciones generadas muestran patrones de comportamiento que dan pautas para la implementación de *m-learning*. López y Silva (2014) determinaron que el 75% de los estudiantes usan sus dispositivos móviles para actividades académicas, pese a que no todas las aplicaciones institucionales están diseñadas para móviles. Márquez de Oliveira (2012), identificaron patrones en cuanto a preferencia de soportes de lectura, un 40% se orientaron por los ebooks y un 60% por los libros impresos. Así mismo, Shelburne (2013) estudió la aceptación de los ebooks en dos perfiles de estudiantes (pregrado y postgrado); en ambos casos su uso principal fue para la investigación. En esta investigación se muestran los diferentes tipos de interacciones de los estudiantes tanto con la tableta digital como en el entorno virtual de aprendizaje de forma independiente y cruzada.

## **LAS TABLETAS DIGITALES COMO APOYO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

Uno de los dispositivos móviles utilizados actualmente como herramienta de trabajo en el proceso de enseñanza aprendizaje es la tableta digital y en torno a ella han surgido en los últimos años interesantes investigaciones. Así, San Martín, Peirats, y López (2015) determinaron, entre otros resultados, que al sustituir los libros de texto por tabletas digitales se incrementa la autogestión del proceso de aprendizaje. Rossing, Miller, Cecil y Stamper (2012) afirman que al incluir *iPads* en el aula se tienen beneficios tales como acceso aparentemente ilimitado a la información y ventajas para el aprendizaje colaborativo, aunque también tienen el potencial de distraer a los estudiantes y crear frustración en el aula. Así mismo, Navarro, Molina, Redondo y Juárez-Ramírez (2015), como resultado de su revisión sistemática de literatura, detectaron que la investigación en *m-learning* con tabletas digitales y *smartphone*, se ha incrementado significativamente desde 2013. Las investigaciones realizadas muestran una gran diversidad de contextos y variables de estudio.

Uno de los contextos, con particularidades en cuanto a perfil de estudiantes, tipos de recursos o en métodos y estrategias de enseñanza aprendizaje, es la educación superior. Dyson (2016), enfoca su investigación en la implementación de estrategias de aprendizaje activo en el aula con dispositivos móviles a fin de garantizar la sostenibilidad del *m-learning*. En cambio, Shelburne (2013) se enfoca a buscar

actitudes y comportamientos de los estudiantes que utilizan libros electrónicos en una biblioteca de la Universidad de Illinois. En relación con las actitudes y comportamientos, Ramos, Herrera y Ramírez (2010) determinaron las habilidades cognitivas básicas (enfoque, búsqueda y recuperación de información, organización, análisis, evaluación y transformación) y habilidades cognitivas superiores (solución de problemas, toma de decisiones, pensamiento crítico, pensamiento creativo y “melioration”) que se desarrollan al utilizar recursos *m-learning* en un contexto universitario. Así mismo, Organista-Sandoval, Serrano-Santoyo, Mc-anally-Salas y Lavigne (2013) indican que aunque la mayoría de los estudiantes universitarios tienen dispositivos móviles, pocos son aquellos que los utilizan para actividades académicas, entre ellas comunicación, manejo de información y organización; de ahí la importancia de suscitar el desarrollo de alternativas que promuevan el uso académico de los dispositivos móviles.

En relación a los dispositivos móviles, la tableta digital ha ido tomando importancia en los procesos de aprendizaje. Chen y Denoyelles (2013) indican que las tabletas emergen como poderosos dispositivos de aprendizaje porque son pequeñas y portátiles y el tamaño de la pantalla permite a los estudiantes recuperar y componer la información más fácilmente que los pequeños dispositivos móviles. Así mismo, Mang y Wardley (2012) encontraron que las tabletas representaban una distracción mucho menor para los estudiantes que las computadoras portátiles, pues eran menos propensos que los usuarios de computadoras portátiles a participar en actividades fuera de la tarea como mensajería instantánea, uso de redes sociales y ver videos durante una conferencia; por ello, la necesidad de explorar y explotar las características de las tabletas con estrategias que promuevan un compromiso académico tanto en estudiantes como en docentes.

## CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en la Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador) que ofrece estudios de grado y postgrado tanto en modalidad abierta y a distancia como presencial. Actualmente cuenta con alrededor de 31.000 estudiantes en modalidad abierta de grado y posgrado; y, con 6.500 estudiantes en modalidad presencial de grado y postgrado. En modalidad abierta y a distancia ofrece 16 titulaciones y en modalidad presencial 28 titulaciones.

El objetivo de la investigación se enfoca en estudiantes de primer ciclo de modalidad abierta y a distancia (MAD) en 83 centros universitarios de diferentes provincias del país, con una población de estudio de 8.034 estudiantes. Se eligió a los estudiantes de la carrera de “Derecho” por ser una de las más numerosas y cumplía con los criterios de selección de la muestra.

En el modelo educativo de la modalidad abierta y a distancia de la Universidad, el material bibliográfico básico de estudio es una guía didáctica y un texto básico de alguna editorial, los mismos que desde el periodo académico octubre 2015 – febrero

2016, son entregados en formato digital, junto con el dispositivo de lectura (tableta digital) a todos los estudiantes de primer ciclo.

En cada tableta se dispone de un escritorio personalizado con acceso directo al gestor de material bibliográfico y a servicios principales de la Universidad, como por ejemplo: el Entorno Virtual de Aprendizaje, Biblioteca Virtual, entre otros. El gestor de material bibliográfico le permite visualizar los libros y guías de manera organizada por periodos académicos y por asignatura y acceder directamente al lector que es propio de la institución, lo que permite la recolección de las trazas de navegación por el libro.

## OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

La presente investigación tiene como objetivo determinar los perfiles de estudiantes que pueden surgir de acuerdo al uso de la tableta digital como recurso de aprendizaje en modalidad abierta y a distancia de la Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador), a fin de determinar un contexto base de implementación de un ambiente de aprendizaje *m-learning*.

Para el análisis de los datos se ejecutaron procesos de minería de datos a través de la metodología Crisp – DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining), que según un estudio de Kdnuggets, en comparación con otras metodologías, se convirtió en la más utilizada en proyectos de minería de datos (Kdnuggets, 2014). Las fases son: comprensión del negocio, comprensión de los datos, preparación de los datos, modelado y evaluación.

En la comprensión del negocio se logró afianzar los objetivos del proyecto de minería, supuestos, riesgos, restricciones y los criterios de éxito. Entre las restricciones algo importante que se determinó es la limitante de acceso a información de área de trabajo e ingresos económicos de los estudiantes, lo cual nos podía dar información adicional para determinar si estos valores influyen o no en la forma en que se usa la tableta digital; así mismo, no es posible obtener la información del comportamiento de los estudiantes en cada una de las aplicaciones que descarga, ya que no son propiedad de la institución.

En la fase de comprensión de los datos se definió el tipo de muestreo no probabilístico por criterios, estos son:

- Individuos que poseen tableta digital.
- Carrera/titulación con mayor número de estudiantes.
- Estudiantes de diferentes centros universitarios del país.

Para obtener el tamaño de la muestra, aplicando el primer criterio a la población total (8.034) se seleccionaron 7.196 estudiantes; de ellos, y como resultado de aplicar la fórmula para la muestra en poblaciones finitas con un nivel de confianza del 95%,

se obtuvo que el tamaño de la muestra es de 1.468, la misma que se la obtuvo de la carrera o titulación de Derecho que es la que posee mayor número de estudiantes.

Las bases de datos de donde se extrae la información de la muestra bajo los criterios antes mencionados, corresponden a los siguientes sistemas:

- Entorno Virtual de Aprendizaje: Plataforma donde se registra la interacción del estudiante con el contenido, actividades, compañeros y profesores; entre las actividades destacadas están el chat, foro y videocolaboración que son las que como mínimo deben estar presentes en cualquier aula virtual. Las variables a utilizar son:

Tabla 1. Campos de información del Entorno Virtual de Aprendizaje

Tabla	Campo	Descripción
mdl_user	User id	Código identificador del estudiante
	Id number	Número de cédula del estudiante
mdl_log	User id	Código identificador del estudiante
	Module	Actividad
	Action	Acción

*Elaboración propia*

- Sistema Académico Syllabus, donde se registra tanto la información personal al momento de la matrícula como los resultados de notas en cada una de las asignaturas. De este sistema se utilizaron las siguientes variables:

Tabla 2. Campos de información del sistema académico

Campo	Descripción
identificación	Número de cédula del estudiante
fecha_nacimiento	Fecha de nacimiento
genero	Género
estado_civil	Estado civil
centro	Centro Universitario en el que está matriculado

*Elaboración propia*

- Sistema de gestión de material bibliográfico: en este sistema se registra toda la interacción del estudiante con la tableta digital. Las variables que se obtuvieron son:

Tabla 3. Campos de información del Sistema de Gestión de material bibliográfico

Vista	Campo	Descripción
bi_usuario	id_usuario	Identificador del estudiante
	Cedula	Número de cédula del estudiante
Bidispositivo	id_dis_fisico	Número de identificación del dispositivo.
bidispositivousuario	id_dis_fisico	Número de identificación del dispositivo
	id_usuario	Identificador del estudiante
ihistoricoaplicacion	id_aplicacion	Identificador de la aplicación
	id_dis_fisico	Identificador del dispositivo
Biaplicacion	id	Número de identificación del dispositivo
	nombre	Nombre de las aplicaciones
	paquete	Nombre del paquete de la aplicación

*Elaboración propia*

Como resultado de esta fase se determinó que la mayoría de estudiantes tienen 18 años; en cuanto al estado civil, la mayoría son solteros con un 64%; y en relación al género, la distribución es equilibrada, con un 54% de hombres.

En la fase de **preparación de los datos** se analiza en cada variable, los datos que ofrecen información respecto al comportamiento de los estudiantes, datos erróneos o faltantes y se obtiene el conjunto de datos finales. En esta fase el mayor filtrado se realizó en los datos de las variables, *module* y *action* de la base de datos del EVA, ya que algunas de ellas estaban vacías y se enfocó en los módulos y acciones que mayormente han sido utilizadas. Así mismo, las variables estado civil y edad registraban valores inconsistentes, por lo que dichos registros fueron eliminados.

En la fase de **modelado** y por los objetivos planteados en la investigación se decidió usar la técnica de clusterización, tanto para la participación en el EVA como en la interacción con la tableta. Esta técnica tiene como objetivo la agrupación de datos que formen clústeres o conglomerados que sean homogéneos internamente y heterogéneos externamente. Previo a la implementación de esta técnica, es necesario realizar el análisis factorial para determinar si se requiere la reducción de variables para tener grupos homogéneos sin alterar información relevante.

En el caso de los datos de la tableta digital, puntualmente los nombres de las aplicaciones y juegos, antes de iniciar el análisis factorial en vista de la amplia diversidad de valores, fue necesario agruparlos manualmente por categorías teniendo los siguientes resultados en cuanto a distribución de frecuencias:

- Aplicaciones\_comunicacion con un 54.9%.
- Aplicaciones\_lector con un 75.3%.
- Aplicaciones\_mediosVideos con un 55.9%.

- Aplicaciones\_productividad con un 20.2%.
- Aplicaciones\_sociales con un 25.5%.

En el caso de los juegos, el 82,7% de estudiantes no utiliza juegos en la tableta, y el 17,3% utilizan muy diferentes tipos de juegos, el más frecuente es utilizado por el 3,7%, resultando un valor extremadamente bajo, lo que pone de manifiesto que se trata de una variable no homogénea dificultando su comparación.

Para tomar una decisión con respecto al análisis factorial se realizaron las siguientes pruebas:

- Matriz de correlación.- define el grado de relación entre variables y, dependiendo de su valor resultante (determinante), se decide si es pertinente ejecutar el análisis factorial. Mientras sea cercano a cero pero no necesariamente cero, es recomendable aplicar el análisis factorial.
- KMO (Kaiser-Meyer-Olkin).- es un índice que permite la comparación entre las magnitudes de los coeficientes de correlación observados y las magnitudes de los coeficientes de correlación parcial (Quintín y Paz, 2007).
- La prueba de esfericidad de Bartlett indica que si la correlación entre variables es menor a 0,05, es apropiado realizar el análisis factorial.
- Porcentaje de varianza.- este método se basa en “tomar como número de factores el número mínimo necesario para que el porcentaje acumulado de la varianza total explicada alcance un nivel satisfactorio (75%, 80%)” (De la Fuente Fernández, 2011c, p.13).

Los resultados obtenidos en las cuatro pruebas (Ver tabla 4) con los datos de interacción del EVA y de la tableta digital muestran, en su mayoría, que no es necesario realizar el análisis factorial; por ello, se concluye que las variables no están correlacionadas entre sí y se procede a realizar el análisis de clusterización.

Tabla 4. Resultados de pruebas previas al análisis factorial

Prueba	EVA		Tableta	
	Valor	Recomendable	Valor	Recomendable
<b>Matriz de correlación</b>	0,736	No	0,290	No
<b>KMO</b>	0,653	No	0,563	No
<b>Barlett</b>	0,000	Si	0,000	Si
<b>Varianza</b>	42,58%	No	50,839%	No

*Elaboración propia*

A continuación se realiza la clusterización mediante la herramienta Weka y SPSS para los datos del EVA y SPSS para los datos de la tableta digital; con ellas se obtienen los clústeres de estudiantes a los que se los ha categorizado por nivel de participación y perfil según las actividades que realizan.

En el caso del EVA, con las dos herramientas se testeó con 2, 3 y 4 clústeres y según la homogeneidad de la distribución en los clústeres, se elige trabajar con 3. La única diferencia es que en SPP permite visualizar el clúster asignado a cada uno de los estudiantes y es por ello que también se trabajó con esta para los datos de la tableta, a fin de poder establecer una relación de la interacción en las tabletas y en el EVA.

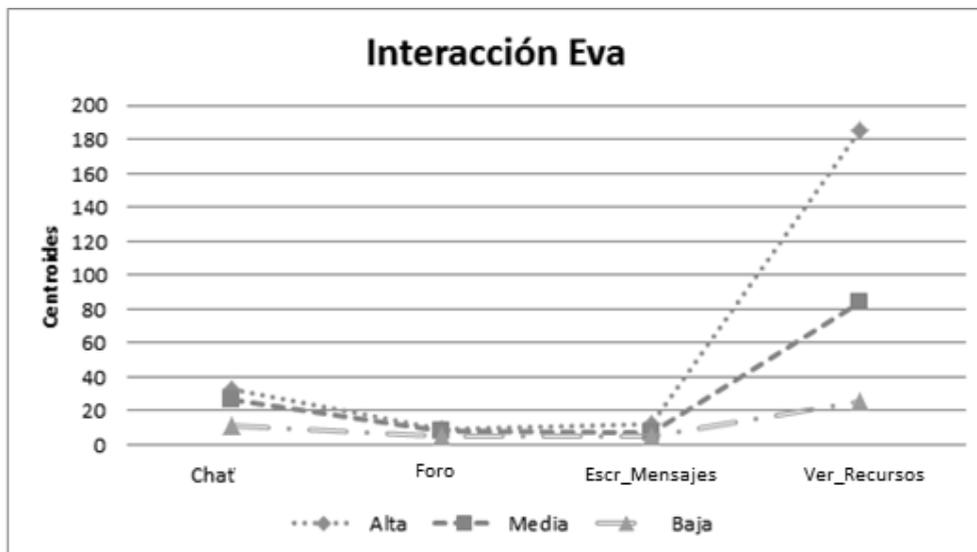
## RESULTADOS

### Interacción en el EVA

Según los clúster obtenidos, se clasifica a los estudiantes en las siguientes categorías:

- **Interacción baja.**- son estudiantes que mayoritariamente no tienen una participación en el chat, foro y mensajes aunque en la vista de recursos sí presentan una interactividad mayor a cero. Representan el 56% de los estudiantes.
- **Interacción media.**- su característica es la de interacción moderada, aspecto definitorio por la vista de recursos, ya que en las actividades de chat, postear en el foro y escribir mensajes la diferencia es mínima. Se incluyen en este grupo el 35% de los estudiantes.
- **Interacción alta.**- son estudiantes que presentan una interacción mayor en cuanto a vista de recursos y en el chat con un mínimo de diferencia en relación a los otras categorías. Está constituido por el 9% de los estudiantes.

Figura 1. Interacciones en el EVA



Elaboración propia

Como se observa en la figura 1, la variable que determina la diferenciación de los grupos es fundamentalmente *la visualización de recursos* y, en menor medida, la participación en el *chat*. En relación a la participación en foros y envío de mensajes los 3 grupos tienen valores muy bajos y similares entre sí.

Dentro de estos grupos, en relación a la edad, el estado civil y el género, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Del 9% de estudiantes que tienen una interacción alta, la mayoría son varones con estado civil soltero y su edad fluctúa entre 28 y 33 años.
- Del 35% de estudiantes que tienen una interacción media, el mayor porcentaje son mujeres con estado civil soltero entre 22 a 27 años.
- Finalmente, del 56% de estudiantes que tienen una interacción baja, la mayoría son hombres con estado civil soltero entre 16 a 21 años.

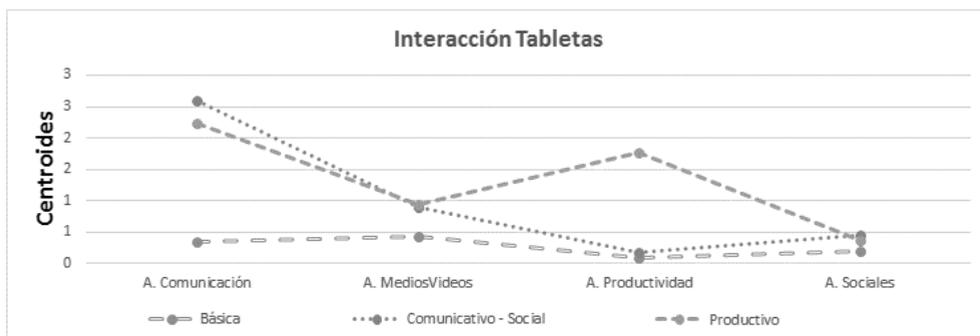
## Interacción en la Tableta Digital

A diferencia de la interacción en el EVA, aquí se encontró una característica general, pues la mayoría de estudiantes (99,9%) usan la tableta para acceder a la plataforma y descargar *e-books* mediante el aplicativo del escritorio UTPL y en un 75,3% para la lectura de sus *e-books*.

Con base en las diferencias de esta población, en cuanto a *interacción* con otras aplicaciones, se establecieron las siguientes categorías:

- **Interacción básica:** estudiantes que adicional a la descarga, lectura del *e-books* y acceso al EVA, utilizan muy poco o nada otro tipo de aplicaciones. Este grupo representa al 69% de la muestra.
- **Interacción comunicativa – social:** este grupo tiene el nivel más alto de uso de aplicaciones de comunicación como: correo electrónico, navegadores, *Skype*, *line*, redes sociales, entre otros, y un uso moderado en cuanto a aplicaciones de videos como: *youtube*, *vlc*, entre otros. Representa el 21% de la muestra.
- **Interacción productiva:** este grupo se diferencia de los demás ya que tiene el nivel más alto de uso de aplicaciones para producir y compartir contenido como: *Dropbox*, herramientas de ofimática, *Prezzi*, *Google Drive*, aunque también se caracteriza por usar aplicaciones de comunicación, sociales, medios y videos en menor medida que el grupo con interacción comunicativa. Representa el 10% de la muestra.

Figura 2. Tipos de interacción en la tableta digital



Elaboración propia

Dentro de estos grupos, en relación a la edad, el estado civil y el género, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Del 69% de estudiantes que tienen una interacción básica, la mayoría son hombres solteros entre 22 a 27 años.
- Del 21% de estudiantes que se caracterizan por tener una interacción comunicativo-social, la mayoría son mujeres solteras entre 16 a 21 años.
- Del 10% de estudiantes con interacción productiva, en su mayoría son mujeres solteras entre los 22 a 27 años.

## Relación entre la interacción en el EVA y en la tableta digital

Para analizar la relación entre las interacciones que tienen los estudiantes en la tableta digital y en el EVA, se realizó el cruce de datos, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 5. Interacción Tableta Digital -EVA

Interacción Tableta digital	Interacción EVA			Total
	Alto	Medio	Bajo	
Productivo	1%	4%	5%	10%
Comunicativo-social	3%	8%	10%	21%
Básica	5%	23%	41%	69%
<b>Total</b>	<b>9%</b>	<b>35%</b>	<b>56%</b>	<b>100%</b>

*Elaboración propia*

Estos resultados muestran que:

- Del 56% de estudiantes que tienen una interacción baja en el EVA:
  - La mayoría de estudiantes, de igual manera tienen un patrón de interacción básica en la tableta digital, es decir, la usan solo para descargar los libros y leerlos.
  - Un 10% de ellos posee un patrón comunicativo – social.
  - Un 5% presenta un patrón de productividad.
- Del 35% de estudiantes que tienen una interacción media en el EVA:
  - La mayoría de ellos tiene una interacción básica en la tableta.
  - El 8% son comunicativos – sociales.
  - Solo un 4% son productivos.
- Del 9% que tienen una interacción alta en el EVA:
  - La mayoría de los estudiantes usan la tableta en forma básica y tan solo un 3% son comunicativos - sociales y un 1% productivos.

Para validar la robustez del modelo resultante se utilizó la prueba de verosimilitud, la de bondad de ajuste y la de R-cuadrado, dando resultados positivos en relación a sí mismo; mientras que, cuando se analizó la relación entre la interacción en el EVA y la interacción en la tableta digital, los resultados muestran que no hay una relación de dependencia, pues el R-cuadrado obtenido es 0,20.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Al igual que en otros países de Latinoamérica, en Ecuador se observa un alto porcentaje de hogares con un teléfono celular. Según el Observatorio TIC del Ministerio de Telecomunicaciones del Ecuador (2016), el 90,1% de los hogares tiene al menos un teléfono celular en comparación con las computadoras de escritorio y laptop, que solo tienen el 26,7% y 27,6% de los hogares. Este porcentaje de posesión de teléfono celular está en relación con el informe de la UNESCO, que en el 2015 indica que de los 7 mil millones de habitantes, 6 mil millones tienen acceso a un teléfono celular, es decir, aproximadamente el 86% (West y Ei, 2015). Esto representa una situación (gran cantidad de población con dispositivos móviles) que puede ser aprovechada para la educación, aunque no necesariamente sean teléfonos inteligentes o tabletas digitales.

Cuando hablamos de teléfonos inteligentes el porcentaje disminuye, pero más aún cuando nos enfocamos a las tabletas digitales. En Ecuador, según el observatorio TIC del Ministerio de Telecomunicaciones, hasta el 2015 solo el 1,92% de los hogares usan la tableta para conectarse a Internet y el 8,43% el celular. Sin embargo, el crecimiento proyectado es elevado, pues según el informe de Cisco VNI, en el 2015 el número de tabletas conectadas aumentó 1,3 veces y cada tableta generó 2,8 veces más tráfico que el teléfono inteligente promedio; para el año 2020 las tabletas digitales generarán casi ocho veces más tráfico que el generado en 2015 (Barnett, Sumits, Jain, y Andra, 2015). De ahí que la movilidad y ubicuidad que promueven y promoverán los dispositivos móviles en cualquiera que sea su versión (*smartphone*, tableta digital, *phablets*, etc.) no deja de lado ningún lugar del mundo, aunque sus incrementos y velocidades de penetración sean diferentes en cada región.

En este caso puntual de estudio, los estudiantes, pese a tener un dispositivo móvil, hacen poco uso de él para otras actividades académicas salvo la lectura. Solamente la cuarta parte de los estudiantes utilizan herramientas de comunicación y muy pocos utilizan aplicaciones que facilitan la producción y edición de contenidos. En relación a estos resultados, Organista-Sandoval, Serrano-Santoyo, Mc-anally-Salas y Lavigne (2013) determinaron que el uso educativo del celular es mínimo y, por ello, es necesario ampliar las investigaciones para su adecuada integración al proceso educativo. De ahí la imperiosa necesidad de que en el diseño de las estrategias de enseñanza-aprendizaje los docentes promuevan el uso de los dispositivos móviles como instrumentos o herramientas de aprendizaje.

No existe una relación directa entre la interacción en la tableta digital y la interacción en el entorno virtual de aprendizaje, es decir, no necesariamente aquellos estudiantes que tienen interacción alta en el EVA son aquellos que utilizan la tableta para otras actividades académicas aparte de la lectura. El índice de relación obtenido es bajo, lo que indica que no hay una relación directa entre interacción en el EVA y en la tableta. López y Silva (2014) encontraron que del 25% de estudiantes que usan los dispositivos móviles para ingresar al Entorno Virtual de Aprendizaje, el 75%

los usa para fines académicos. Ello da lugar a profundizar en la investigación para determinar las razones de interacción en un sistema y otro, que podrían depender de las competencias digitales de los estudiantes, o de la facilidad de visualización de los recursos, o de la estrategia de enseñanza aplicada, entre otros.

Un patrón común que se encontró en la investigación es que casi la totalidad de estudiantes usan la tableta digital para la gestión de su material bibliográfico y lectura. Casi la totalidad de los estudiantes usan la tableta para acceder a la plataforma y descargar *e-books* mediante el aplicativo del escritorio UTPL y la gran mayoría para la lectura de sus libros. Esto confirma lo mencionado por San Martín, Peirats, y López (2015) cuando indican que, entre otros resultados, al sustituir los libros de texto por tabletas digitales, se incrementa la autogestión del proceso de aprendizaje. Este contexto puede ser explotado para ir más allá de la lectura de los libros base de cada asignatura y promover en los estudiantes el desarrollo de competencias enfocadas a la búsqueda y selección de información, así como también a la gestión de sus recursos.

## Reconocimientos

Este trabajo de investigación se ha realizado dentro del Programa de Doctorado en II Formación en la Sociedad del Conocimiento de la Universidad de Salamanca. Se agradece también a la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador por la beca otorgada para estudiar en este programa, así como también por acceso al contexto de investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barnett, T. J., Sumits, A., Jain, S., y Andra, U. (2015). Cisco Visual Networking Index (VNI) *Update Global Mobile Data Traffic Forecast*. Vni, 2015-2020.
- Chen, B., y Denoyelles, A. (2013). Exploring Students' Mobile Learning Practices in Higher Education. *Educause Review Online*, 1-11.
- Dyson, L. E. (2016). Achieving sustainable mobile learning through student-owned devices and student-generated multimedia content. In W. Ng y T. Cumming (Eds.), *Sustaining mobile learning: Theory, Research and Practice* (212-225). Routledge, UK.
- ITU-International Telecommunication Union. (2016). *Measuring the Information Society Report*. Recuperado de <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2016/MISR2016-w4.pdf>
- Kdnuggets. (2014). *What main methodology are you using for your analytics, data mining, or data science projects?* Poll. Recuperado de <http://www.kdnuggets.com/polls/2014/analytics-data-mining-data-science-methodology.html>
- López, F. A., y Silva, M. M. (2014). Patrones de m-learning en el aula virtual. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 11(1), 208-221. doi: <https://doi.org/10.7238/rusc.v11i1.1902>
- Marques de Oliveira, S. (2012). E-textbooks usage by students at Andrews University:

- A study of attitudes, perceptions, and behaviors. *Library Management*, 33(8/9), 536-560.
- Mang, C. F., y Wardley, L. J. (2012). Effective Adoption of Tablets in Post-Secondary Education: Recommendations Based on a Trial of iPads in University Classes. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 11, 17. Recuperado de <http://jite.org/documents/Vol11/JITEv11IIPp301-317Mang1138.pdf>
- Navarro, C. X., Molina, A. I., Redondo, M. A., y Juárez-Ramírez, R. (2015). Framework para Evaluar Sistemas M-learning: Un Enfoque Tecnológico y Pedagógico. *Vaep-Rita*, 3, 38-45. Recuperado de: <http://repositorio.grial.eu/handle/grial/399>
- Nwagwu, W. E., y Okafor, J.-L. (2014). Diffusion of ebooks among postgraduate students of the University of Ibadan, Nigeria. *Library Review*, 63(1), 86-109. doi: <http://doi.org/10.1108/LR-04-2013-0056>
- Ng, W., y Cumming, T. M. (Eds.). (2015). *Sustaining Mobile Learning: Theory, Research and Practice*. Routledge, UK.
- Observatorio tic del Ministerio de Telecomunicaciones del Ecuador (2015). *Indicadores y estadística*. Recuperado de <http://www.observatoriotic.mintel.gob.ec/estadistica/>
- Organista-Sandoval, J., Serrano-Santoyo, A., McAnally-Salas, L., y Lavigne, G. (2013). Apropiación y usos educativos del celular por estudiantes y docentes universitarios. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 15(3), 138-156. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/vol15no3/contenido-organistaetal.html>
- Ramos, a. I., Herrera, J. a., y Ramírez, M. S. (2010). Desarrollo de habilidades cognitivas con aprendizaje móvil: Un estudio de casos. *Comunicar*, 17, 201-209. doi: <https://doi.org/10.3916/C34-2010-03-20>
- Ramírez, M. S. (2012). *Métodos y estrategias de enseñanza para ambientes innovadores*. Monterrey, México: Editorial digital del Tecnológico de Monterrey.
- Rossing, J. P., Miller, W. M., Cecil, A. K., y Stamper, S. E. (2012). iLearning: The future of higher education? Student perceptions on learning with mobile tablets. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 12(2), 1-26. Recuperado de <http://josotl.indiana.edu/article/view/2023>
- Sanchez Sanchez, J. C., Olmos Migueláñez, S., y García-Peñalvo, F. J. (2013). Mobile learning: Tendencias and lines of research. *ACM International Conference Proceeding Series*, 473-480. doi: <http://doi.org/10.1145/2536536.2536609>
- San Martín, Á., Peirats, J., y López, M. (2015). Las tabletas y la gestión de los contenidos digitales en los centros escolares. *Revista Iberoamericana de Educación*, 67, 139-158.
- Saleh, S. A., y Bhat, S. A. (2015). Mobile Learning: A Systematic Review. *International Journal of Computer Applications*, 114(11), 1-5.
- Shelburne, W. A. (2013). E-book usage in an academic library: User attitudes and behaviors. *Library Collections, Acquisitions, & Technical Services*, 33(2-3), 59-72.
- Traxler, J. (2007). Defining, discussing, and evaluating mobile learning: The moving finger writes and having writ... *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 8(2).
- West, M., y Ei, H. C. (2014). *Reading in the mobile era*. Paris: Unesco Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002274/227436e.pdf>

## PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LAS AUTORAS

**Martha Agila-Palacios.** Ingeniera en Sistemas Informáticos, Magister en Educación a Distancia (UTPL- Ecuador). Cursando doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento de la Universidad de Salamanca (España). Docente bimodal y directora de Tecnologías para la Educación del Vicerrectorado de MAD-UTPL. Líneas de investigación: e-learning, m-learning., competencias digitales, aprendizaje activo.

E-mail: [mvagila@utpl.edu.ec](mailto:mvagila@utpl.edu.ec)

### DIRECCIÓN DE LA AUTORA

Departamento de Ciencias de la Computación y electrónica  
Universidad Técnica Particular de Loja  
San Cayetano Alto, Marcelino Champagnat  
Loja (Ecuador)

**María Ramírez-Montoya.** Profesora investigadora titular de la Escuela de Educación, Humanidades y Ciencias Sociales del ITESM (México) en los programas de maestría y doctorado de educación. Es directora de la Cátedra UNESCO: “Movimiento educativo abierto para América Latina”, directora de la oficina del International Council for Open of Distance Education (ICDE): OER Latin America y coordinadora del grupo de investigación de “Innovación de Modelos Educativos” del ITESM. Es doctora en Filosofía y Ciencias de la Educación por la Universidad de Salamanca. Líneas de investigación: estrategias de enseñanza, recursos tecnológicos para la educación, formación de investigadores educativos y movimiento educativo abierto.

E-mail: [solramirez@itesm.mx](mailto:solramirez@itesm.mx)

### DIRECCIÓN DE LA AUTORA

Instituto Tecnológico Superior de Monterrey  
Av. Eugenio Garza Sada 2501 Sur, Tecnológico, 64849  
Monterrey, N. L. (México)

**Ana García-Valcárcel.** Licenciada y Doctora en Ciencias de la Educación por la Universidad de Comillas (Madrid). Catedrática de Tecnología Educativa (Área de Didáctica y Organización Escolar) en la Facultad de Educación de la Universidad de Salamanca. Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación. Co-directora del Grupo de Investigación de Excelencia GITE-USAL: <http://gite213.usal.es>

E-mail: [anagy@usal.es](mailto:anagy@usal.es)

## DIRECCIÓN DE LA AUTORA

Facultad de Educación.  
Universidad de Salamanca  
Paseo de Canalejas, 169. 37008  
Salamanca (España)

**Jennifer Samaniego-Franco.** Ingeniera en Sistemas Informáticos y Computación. Trabaja como analista de innovación educativa para la Universidad Técnica Particular de Loja. Sus líneas de investigación y proyectos se centran en e-Learning, comunidades virtuales, perfiles de aprendizaje, tecnologías educativas y minería de datos.

E-mail: [jbsamaniego@utpl.edu.ec](mailto:jbsamaniego@utpl.edu.ec)

## DIRECCIÓN DE LA AUTORA

Dirección de Tecnologías para la Educación  
Universidad Técnica Particular de Loja  
San Cayetano Alto, Marcelino Champagnat  
Loja (Ecuador)

**Fecha de recepción del artículo:** 15/12/2016

**Fecha de aceptación del artículo:** 24/02/2017

## Como citar este artículo:

Agila-Palacios, M., Ramírez-Montoya, M., García-Valcárcel, A., y Samaniego-Franco, J. (2017). Uso de la tableta digital en entornos universitarios de aprendizaje a distancia. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp. 255-271. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17712>



# Motivación e innovación: Aceptación de tecnologías móviles en los maestros en formación

## Motivation and innovation: Mobile technology acceptance among student teachers

José Carlos Sánchez-Prieto  
Susana Olmos-Migueláñez  
Francisco J. García-Peñalvo  
*Universidad de Salamanca, USAL (España)*

### Resumen

Las tecnologías móviles constituyen un recurso didáctico de gran potencial. Sin embargo, su proceso de incorporación al aula no se está desarrollando de forma satisfactoria. Los futuros docentes jugarán un papel clave en el proceso de integración de estas tecnologías en contextos de educación formal y, por ello, resulta necesario conocer los factores que condicionan su proceso de toma de decisión. El presente artículo expone los resultados de un estudio que analiza la influencia de los factores motivacionales en la intención de utilizar las tecnologías móviles en la futura práctica docente de los estudiantes del Grado de Educación Infantil de la Universidad de Salamanca. Para ello, se ha elaborado un modelo de adopción tecnológica basado en T.A.M. que incluye los constructos: utilidad percibida, facilidad de uso percibida, entretenimiento percibido, resistencia al cambio e intención conductual. El análisis PLS-SEM realizado confirma la validez y fiabilidad del modelo. Los resultados del análisis del modelo estructural reflejan la importancia del entretenimiento percibido y la utilidad percibida en el proceso de adopción, así como la poca importancia de la facilidad de uso. En total, los factores motivacionales consiguen predecir un alto porcentaje de la varianza de la intención conductual, lo que pone de relieve la necesidad de diseñar programas formativos que incidan en estos elementos.

*Palabras clave:* tecnologías de la información y de la comunicación; formación de profesores; actitud hacia el trabajo; escala de actitud.

### Abstract

Mobile technologies constitute a didactic resource with great potential. However, their incorporation process to the classroom is not being implemented in a satisfying way. The future teachers will play a key role in the integration process of these technologies' integration process in formal education contexts and, therefore, it is essential to know the factors that condition their decision-making process. This article presents the results of a research which analyzes the influence of motivational factors on the behavioral intention to use mobile

technologies in the future teaching practice of the students from the Pre-primary Education Degree from the University of Salamanca. With this purpose, we have developed a TAM-based technology adoption model including the following constructs: perceived usefulness, perceived ease of use, perceived enjoyment, resistance to change and behavioral intention. The employed PLS-SEM analysis confirms the validity and reliability of the model. The results of the analysis of the structural model reflect the importance of perceived enjoyment and perceived usefulness in the adoption process, as well as the low relevance of perceived ease of use. In total, the motivational factors enable the prediction of a high percentage of the variance of behavioral intention, which reveals the need to design educational programmes that emphasize on these elements.

*Keywords:* information and communication technologies; teacher training; work attitude; attitude scale.

Los dispositivos móviles están ocupando un lugar cada vez más importante dentro del catálogo de tecnologías a disposición del docente, con una creciente presencia en las aulas a través de ambiciosos programas 1:1 (un alumno, un dispositivo), desarrollados a nivel global con el objetivo de dotar a los centros educativos de tecnologías como tabletas digitales, ordenadores portátiles o *smartphones* (UNESCO, 2013).

En el contexto español, las tecnologías móviles tienen una fuerte penetración en la sociedad, especialmente en el caso de los *smartphones*, donde es líder en número de estos dispositivos por habitante: un 80% de los españoles dispone de un *smartphone*, frente al 78% que tiene un PC, ya sea portátil o de sobremesa. Este porcentaje aumenta entre los menores, donde el 98% de los jóvenes entre los 10 y los 14 años tiene un teléfono inteligente con acceso a internet (DITRENDIA, 2016).

De la misma manera, a lo largo de la última década, las administraciones españolas han puesto en marcha diferentes iniciativas a nivel autonómico destinadas a integrar los dispositivos móviles en las aulas (Fernández Rodrigo, 2016, Sánchez-Prieto, Olmos-Migueláñez y García-Peñalvo, 2016a).

El uso de estas tecnologías dentro del contexto educativo, denominado aprendizaje móvil o *mobile learning* (*mLearning*), presenta una serie de ventajas que la diferencian de otros recursos tecnológicos. En primer lugar, estos dispositivos permiten romper los límites del aula, facilitando el desarrollo de actividades educativas en cualquier momento y lugar, lo que posibilita no sólo realizar actividades fuera de los centros educativos, sino que también sirve de puente entre educación formal e informal gracias a la penetración de estos dispositivos (Nikou y Economides, 2017).

Adicionalmente, estos recursos resultan especialmente útiles de cara a realizar actividades colaborativas, conectadas, interactivas y situadas, haciendo posible la adaptación de los contenidos a las características del alumno al tratarse de dispositivos individuales (Sánchez-Prieto, Olmos-Migueláñez y García Peñalvo, 2014; Alonso de Castro, 2014).

Por tanto, el *mobile learning* constituye una herramienta eficaz para llevar a cabo procesos de aprendizaje centrados en el alumno (Jonassen y Easter, 2012), que facilitan el desarrollo de competencias relacionadas con las habilidades para el siglo XXI (Valtonen et al., 2015), como el aprendizaje activo, las habilidades de comunicación, el manejo de la información, el trabajo en equipo o la relación con el entorno (Kreijns, Vermeulen, Kirschner, Buuren y Acker, 2013).

En el contexto europeo, si tomamos como referencia las competencias establecidas en los descriptores de Dublín (Joint Quality Initiative, 2004), el *mLearning* ha demostrado ser una herramienta eficaz para desarrollar el aprendizaje autónomo, las competencias cognitivas superiores y de comunicación, así como competencias instrumentales en la sociedad del conocimiento y competencias interpersonales (Sevillano García y Vázquez Cano, 2014). Así mismo, por su propia naturaleza, el uso de estos dispositivos en educación formal permite trabajar de forma natural el desarrollo de competencias digitales, destacando el uso seguro de nuevas tecnologías.

Sin embargo, el proceso de adopción de las tecnologías móviles en la docencia no se está desarrollando como se esperaba, desperdiándose el potencial para la innovación que ofrece el *mobile learning* (Sung, Chang y Liu, 2016). En España, la puesta en marcha de actividades *mLearning* se encuentra todavía en un estado embrionario de desarrollo (Palazón Herrera, 2015), tratándose en la mayoría de los casos de iniciativas aisladas sin continuidad y poco exitosas que no traen consigo un cambio metodológico real (Fernández Rodrigo, 2016; Sánchez-Prieto, Olmos-Migueláñez y García-Peñalvo, 2016a).

Existe, por tanto, un problema de adopción de tecnologías móviles en contextos de enseñanza. Esto puede venir motivado por factores de distinta naturaleza que pueden clasificarse en tres categorías. Por un lado, podemos encontrar barreras relacionadas con la tecnología, donde se incluyen problemas con el funcionamiento de los dispositivos, fallos de conectividad o limitaciones técnicas que pueden afectar al desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje (SCOPEO, 2011). Por otra parte, hay que tener en cuenta los factores relacionados con el alumnado, donde hay que considerar cuestiones como la brecha digital o la distracción que pueden provocar las tecnologías móviles si son empleadas de manera incorrecta (Heflin, Shewmaker y Nguyen 2017).

Finalmente, en el tercer grupo se sitúan los factores relacionados con los docentes, quienes juegan un papel clave en el proceso de incorporación de un nuevo sistema de información (SI) en el contexto educativo (UNESCO, 2012). El docente elige la metodología que considera más apropiada para impartir sus clases (Yang y Huang, 2008), decidiendo sobre la frecuencia, calidad y tipo de herramienta tecnológica a utilizar. Además, a esta situación hay que sumarle que los objetivos de las empresas son distintos de los de las escuelas, en estas últimas existe menos competitividad entre compañeros para el acceso y uso de los recursos tecnológicos (Hu, Clark y Ma, 2003), por lo que la opción de aplicar o no una determinada herramienta se toma de forma completamente voluntaria (Teo, 2015).

Podemos clasificar los factores que condicionan dicha decisión en dos grupos: barreras de primer orden o externas y barreras de segundo orden o internas (Ertmer, 1999).

Las barreras externas hacen referencia a todos los obstáculos que provienen de cuestiones relacionadas con los recursos a disposición del docente. Entre ellas, se incluyen el acceso a la tecnología, la asistencia técnica o contar con la formación necesaria.

Sin embargo, el hecho de superar estas barreras de primer orden no produce que el profesor comience a utilizar el nuevo sistema de manera automática, sino que también deben ser superadas las barreras internas, aquellas relacionadas con las consideraciones del docente sobre la propia práctica y la tecnología en cuestión.

Por tanto, los esfuerzos para desarrollar programas formativos deben estar centrados no solo en facilitar a los futuros docentes los conocimientos técnicos necesarios para emplear los dispositivos móviles, sino también en transmitirles una comprensión profunda de las ventajas de su uso en contextos de enseñanza aprendizaje (Anderson, Groulx y Maninger, 2011). Para orientar el adecuado diseño de estos programas, se debe profundizar en el estudio de las barreras internas que condicionan la intención de uso de dispositivos móviles en la futura práctica docente de estos estudiantes.

Los modelos de aceptación tecnológica son una alternativa eficaz a la hora de analizar estos factores. De esta manera, podemos encontrar investigaciones que aplican modelos de adopción para estudiar la intención de uso de nuevas tecnologías entre docentes en formación (Kiraz y Ozdemir, 2006; Sánchez-Prieto, Olmos-Migueláñez, y García-Peñalvo, 2017a; Teo, Milutinović y Zhou, 2016). Sin embargo, la mayoría de ellas están centradas en la aceptación de los ordenadores o las TIC entendidas de forma general y desde la perspectiva de la actitud de los futuros docentes cuando terminan su proceso formativo.

Cada tecnología presenta unas características únicas que son percibidas de manera distintas por los usuarios (Darban y Amirkhiz, 2015) siendo necesario, por tanto, analizarlas de manera separada para poder identificar correctamente la influencia de los distintos factores contextuales, personales y tecnológicos que condicionan su uso.

Nuestra propuesta presenta una investigación sobre la aceptación de tecnologías móviles para su uso en la futura práctica docente de los maestros que se encuentran en los primeros años de su proceso formativo, de manera que los resultados constituyen una evaluación inicial de la influencia que su aprendizaje por observación y su experiencia vital tienen sobre la intención de uso de estos dispositivos que permita desarrollar programas educativos adaptados a sus características.

Para ello, hemos elaborado un modelo de adopción con el objetivo de evaluar los factores motivacionales intrínsecos y extrínsecos autopercebidos por los alumnos. Una vez confeccionado, el modelo ha sido aplicado a los estudiantes de 1º y 2º cursos del Grado de Maestro de Educación Infantil de la Universidad de Salamanca.

A continuación, presentaremos la metodología empleada en dicho estudio, profundizando en los constructos que forman parte del modelo y las hipótesis relacionales propuestas. Tras ello, expondremos los resultados del análisis PLS-SEM (*Partial Least Squares Structural Equation Modeling*; trad.: Modelado de Ecuaciones Estructurales Basado en Mínimos Cuadrados Parciales) realizado y, por último, cerraremos el artículo con las implicaciones para la formación de docentes más relevantes derivadas del estudio.

## METODOLOGÍA

El modelo utilizado en la presente investigación fue diseñado a partir de los presupuestos del modelo TAM, incluyendo dos constructos adicionales, el entretenimiento percibido (EO) y la resistencia al cambio (RC), procedentes de otras teorías. En este apartado describimos la metodología empleada para la elaboración del modelo, incluyendo la definición de sus constructos, el contenido de los ítems y la población y muestra.

### Fundamentos del Modelo TAM

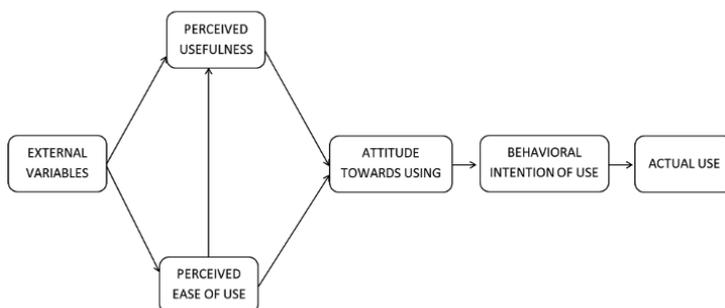
Dentro de las teorías sobre el proceso de adopción, el TAM (*Technology Acceptance Model*, Modelo de Aceptación Tecnológica) (Davis, 1989) es la teoría más influyente a la hora de desarrollar investigaciones en el contexto educativo (Cano-Giner, Fernandez y Diaz-Boladeras, 2015).

Esta teoría, elaborada a partir de los principios de la TRA (*Theory of Reasoned Action*, Teoría de la Acción Razonada) (Fishbein y Ajzen, 1975), propone explicar el proceso de aceptación tecnológica partiendo de dos constructos motivacionales extrínsecos, relacionados con los beneficios que el uso del SI tiene sobre la tarea a realizar. El primero de ellos es la utilidad percibida (UP), definida como “el grado en el que una persona cree que el uso de un sistema concreto mejoraría su desempeño laboral” (Davis, 1989, p. 319).

El segundo de ellos es la facilidad de uso (FUP), constructo que hace referencia al “grado en que una persona cree que el uso de un determinado sistema será libre de esfuerzo” (Davis, 1989, p. 319).

El TAM propone que tanto la facilidad de uso como la utilidad percibida condicionan la actitud hacia el uso del sujeto y, a su vez, esta actitud condiciona la intención del uso del IS, que actúa como proxy del uso real (Figura 1).

Figura 1. TAM (Davis, 1989)



Desde su concepción, el TAM ha sido utilizado en diversos contextos, habitualmente modificado con variables procedentes de otras teorías y modelos con el objetivo de incrementar su capacidad de explicación de la varianza contemplando factores motivacionales, sicionormativos o de control (Lee, Yoon y Lee, 2009; Briz-Ponce, Pereira, Carvalho, Juanes-Méndez y García-Peñalvo, 2017). Con el tiempo surgieron dos versiones del TAM: TAM 2 (Venkatesh y Davis, 2000) y TAM 3 (Venkatesh y Bala, 2008), que integran parte de los avances descubiertos por estas versiones expandidas.

## Variables del modelo

### *Variables del Modelo TAM*

Para la elaboración del modelo, se tomó como punto de partida el modelo TAM en su versión original, del que se eliminaron dos variables. En primer lugar, se eliminó el constructo uso real, dado que el objeto de la investigación es la intención de uso en la futura práctica docente.

En segundo lugar, también fue eliminado el constructo actitud hacia el uso. Esta decisión vino motivada por dos factores: primero, por el bajo nivel de explicativo de la actitud sobre la intención conductual (Hu et al., 2003) y, segundo, para mejorar la parsimonia del modelo al reducir el número de constructos. Aunque la actitud forma parte del modelo TAM y está también presente en teorías consolidadas como la TRA y la TPB (*Theory of Planned Behavior*, Teoría del Comportamiento Planeado) (Ajzen, 1985), la eliminación de este factor es una práctica extendida en investigaciones centradas en la aceptación de nuevas tecnologías y se encuentra integrada tanto en las dos actualizaciones del modelo TAM, TAM 2 y TAM 3, como en otras teorías ampliamente aceptadas, como es el caso del UTAUT (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*, Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología) (Venkatesh, Morris, Gordon y Davis, 2003).

En el campo educativo, podemos encontrar ejemplos de investigaciones que optan por analizar el efecto de PU y PEU sobre la BI sin la mediación de la actitud tanto con alumnos como con profesores (Abbad, Morris y Nahlik, 2009; Park, Lee y Cheong, 2007).

Por tanto, se mantienen del modelo TAM los constructos de utilidad percibida, la facilidad de uso percibida e intención conductual, para los que se plantean las siguientes hipótesis:

- H1. La utilidad percibida predice positivamente la intención de uso de tecnologías móviles en la futura práctica docente de los estudiantes de educación infantil.
- H2. La facilidad de uso predice positivamente la intención de uso de tecnologías móviles en la futura práctica docente de los estudiantes de educación infantil.
- H3. La facilidad de uso percibida en los móviles por los estudiantes de educación infantil predice positivamente su utilidad percibida.

## **Entretenimiento Percibido**

Como hemos visto, la utilidad y la facilidad de uso percibida constituyen factores motivacionales extrínsecos que tienen un fuerte efecto sobre la intención de utilizar una tecnología determinada. Sin embargo, a la hora de analizar el proceso de adopción, es necesario también tener en cuenta la influencia de factores motivacionales intrínsecos de carácter no utilitarista.

El entretenimiento percibido es un constructo proveniente del Modelo Motivacional (MM), desarrollado por Davis, Bagozzi y Barsaw (1992), con el objetivo de analizar la influencia que la motivación intrínseca tiene sobre la intención de utilizar las TICs. De esta manera, el entretenimiento percibido hace referencia a la percepción de que utilizar una nueva tecnología es disfrutable en sí mismo, sin importar las consecuencias que su uso tiene sobre la productividad.

EP es una variable utilizada con frecuencia para analizar la motivación intrínseca dentro del campo educativo, donde es utilizada en modelos de aceptación desarrollados para estudios, tanto con alumnos (Tokel y Isler, 2013) como con profesores en formación (Teo y Noyes, 2011). Las tecnologías móviles constituyen una tecnología mixta que combina características tanto utilitaristas como hedonistas (Gerow, Ayyagari, Thatcher y Roth, 2013), en consecuencia, y teniendo en cuenta las características de la población objeto de análisis, planteamos las siguientes hipótesis para nuestra investigación:

- H4. EL entretenimiento percibido predice positivamente la intención de uso de tecnologías móviles en la futura práctica docente de los estudiantes de educación infantil.
- H5. El entretenimiento percibido predice positivamente la utilidad percibida en los dispositivos móviles de los estudiantes de educación infantil.

H6. El entretenimiento percibido predice positivamente la facilidad de uso percibida en los dispositivos móviles de los estudiantes de educación infantil.

## Resistencia al Cambio

Como hemos visto, para que la integración de una tecnología en la práctica docente sea significativa, es necesario que vaya acompañada de la adopción de una serie de prácticas docentes que permitan aprovechar sus capacidades. En muchas ocasiones, llevar a cabo esas prácticas obliga a que el docente cambie la forma que tiene de impartir sus clases. Afrontar estos cambios puede provocar stress en el individuo, generando una actitud de resistencia (Oreg, 2003).

Aunque los futuros docentes en sus primeros años de formación no tienen una experiencia práctica y, por tanto, no han generado una rutina de trabajo; sí tienen una idea formada sobre el desarrollo de la práctica docente derivada del aprendizaje por observación durante sus años de estudiante (Holt-Reynolds, 1992).

De esta manera, en nuestra investigación la resistencia al cambio (RC) hace referencia a la oposición de individuo a la ruptura de *status quo* (Lewin, 1947). Esta actitud puede afectar tanto a la utilidad percibida como a la intención de uso de tecnologías móviles en la futura práctica docente. Por tanto, planteamos las siguientes hipótesis:

H7. La resistencia al cambio predice positivamente la intención de uso de tecnologías móviles en la futura práctica docente de los estudiantes de educación infantil.

H8. La resistencia al cambio predice positivamente la utilidad percibida en los dispositivos móviles de los estudiantes de educación infantil.

## Instrumento

El instrumento elaborado para la recogida de datos está dividido en dos secciones. La primera de ellas está dedicada a recoger los datos de identificación de los alumnos: edad, género, curso y centro de pertenencia.

La segunda sección está compuesta por una escala de 18 ítems de tipo Likert (1-7) dedicados a recoger la información de las distintas variables (Tabla 1). Los ítems para UP, FUP e IC fueron adaptados del TAM 3, mientras que los ítems, para medir la resistencia al cambio y el entretenimiento percibido, fueron adaptados de una propuesta anterior elaborada y validada por Sánchez-Prieto, Olmos-Migueláñez y García-Peñalvo (2016b) para analizar la intención de uso de tecnologías móviles en la práctica docente de los maestros de educación primaria.

### Ítems del instrumento

Intención Conductual		Referencia
IC_01	Asumiendo que tuviera acceso a tecnologías móviles, tengo intención de utilizarlas en mi futura labor docente.	Adaptado de: Venkatesh y Bala (2008).
IC_02	En caso de que tuviera acceso a tecnologías móviles, predigo que las utilizaría.	
IC_03	Planeo utilizar tecnologías móviles en mi futura función docente.	
Utilidad Percibida		
UP_01	El uso de tecnologías móviles en clase mejora mi productividad.	Adaptado de: Venkatesh y Bala (2008).
UP_02	Utilizar tecnologías móviles me hace más efectivo en mi trabajo.	
UP_03	Utilizar tecnologías móviles en mi función docente mejora el desempeño de mi trabajo.	
UP_04	Encuentro útil el uso de tecnologías móviles en la docencia.	
Facilidad de Uso Percibida		
FUP_01	Utilizar tecnologías móviles no me supone mucho esfuerzo mental.	Adaptado de: Venkatesh y Bala (2008).
FUP_02	Encuentro fácil que las tecnologías móviles hagan lo que yo quiero que hagan.	
FUP_03	Mi interacción con las tecnologías móviles es clara y comprensible.	
FUP_04	Encuentro las tecnologías móviles fáciles de utilizar.	
Entretenimiento Percibido		
EP_01	El uso de dispositivos móviles en mis clases añade un aspecto lúdico a mi trabajo.	Adaptado de: Sánchez-Prieto, Olmos-Migueláñez y García-Peñalvo (2016b).
EP_02	Me divierte realizar actividades con mis alumnos a través del uso de tecnologías móviles.	
EP_03	Disfruto al utilizar dispositivos móviles en mis clases.	
EP_04	El uso de dispositivos móviles hace mis clases más divertidas.	
Resistencia al Cambio		
RC_01	Me gustaría que las tecnologías móviles cambien la manera en que se desarrolla la función docente.	Adaptado de: Sánchez-Prieto, Olmos-Migueláñez y García-Peñalvo (2016b).
RC_02	Quiero que las tecnologías móviles cambien la interacción profesor-alumno.	
RC_03	Me gustaría que las tecnologías móviles cambiaran la forma en que doy mis clases.	

## Muestra

La muestra del estudio está compuesta por 224 estudiantes, matriculados en primer o segundo curso del Grado de Maestro en Educación infantil en la Universidad de Salamanca el 55.8% (125) de los cuales está matriculado en primer curso, mientras que el 44.2% (99) restante cursa segundo.

Si los clasificamos por centro de pertenencia, el 61.2% (137) está matriculado en la Facultad de Educación de Salamanca, el 25% (56) pertenece a la Escuela de Educación y Turismo de Ávila y el 13.8% (31) cursa sus estudios en la Escuela Universitaria de Magisterio de Zamora.

La edad media de la muestra se sitúa en los 20.65 años con una desviación típica de 3.037. Por último, la mayoría de la muestra está constituida por mujeres representando el 96.4% del total.

## RESULTADOS

Para llevar a cabo el análisis de los datos recogidos, se ha empleado una metodología PLS-SEM, apropiada para investigaciones de corte exploratorio y predictivo como la que nos ocupa. Los cálculos se han realizado con el programa SmartPLS 3.2.6 (Ringle, Wendel y Becke, 2015). A continuación, presentamos los resultados del análisis del modelo global, el modelo de medida y el modelo estructural.

### Análisis del Modelo Global

El análisis del modelo global indica el grado en que los datos obtenidos se ajustan al modelo estimado. En PLS la bondad de ajuste se puede medir mediante el índice RMSE (*Root Mean Square Error*, Raíz del Error Cuadrático Medio), según el cual un modelo presenta un buen ajuste si obtiene una puntuación por debajo de .08 (Hu y Bentler, 1998). El modelo estimado empleado en la presente investigación tiene un RMSE de .067, muy por debajo del citado umbral.

Así mismo, analizamos también el ajuste del modelo saturado como paso previo para realizar el análisis del modelo de medida. El modelo saturado tiene un RMSE de .067, idéntico al del modelo estimado por lo que presenta también un buen ajuste a los datos obtenidos.

### Análisis del Modelo de Medida

El análisis del modelo de medida informa sobre la validez y fiabilidad del modelo. Este análisis se realiza dividido en tres fases: fiabilidad de los indicadores, validez convergente y validez discriminante.

La fiabilidad de los indicadores se establece cuando las cargas de los ítems sobre su variable latente superan el valor .7 (Nunnally, 1978). Durante esta fase del proceso, fue necesario eliminar dos ítems de la facilidad percibida debido a que no alcanzaban el valor mínimo. Como puede comprobarse en la tabla 2, el resto de los ítems superan el valor propuesto.

Por otra parte, la validez convergente informa de la consistencia interna de las variables latentes. Esta validez se comprueba a través del índice de fiabilidad compuesta (IFC) y la varianza media extraída (VME). En todas las variables, se obtienen puntuaciones por encima de los valores mínimos establecidos de .6 para el IFC y .5 para la VME (Fornell y Larcker, 1981) (tabla 2).

Tabla 1. Resultados del análisis de fiabilidad y validez convergente

Variable Latente	Indicador	Carga	IFC	VME
Entretenimiento Percibido	EP_01	.858	.969	.913
	EP_02	.906		
	EP_03	.913		
	EP_04	.920		
Intención Conductual	IC_01	.956	.944	.809
	IC_02	.947		
	IC_03	.964		
Facilidad de Uso Percibida	FUP_02	.847	.870	.770
	FUP_03	.907		
Resistencia al Cambio	RC_01	.788	.903	.699
	RC_02	.849		
	RC_03	.887		
Utilidad Percibida	UP_01	.801	.880	.709
	UP_02	.797		
	UP_03	.908		
	UP_04	.835		

La tercera fase del proceso de valoración del instrumento de medida es la evaluación de la validez discriminante, que mide el grado en que las variables latentes son suficientemente diferentes entre sí.

En PLS, la varianza discriminante se comprueba mediante dos pruebas: El criterio Fornell-Larcker (Fornell y Larcker, 1981) y el criterio HTMT (*Heterotrait-Monotrait Ratio*) (Henseler, Ringle y Sarstedt, 2015). El criterio Fornell-Larcker estipula que, para que haya validez discriminante, la raíz cuadrada de las VMEs de las variables latentes debe ser superior a la correlación con las demás variables. En

la tabla 3, se recogen los resultados de la aplicación de este índice. Como se puede comprobar, todos los constructos cumplen con los requisitos de este criterio.

Por su parte, HTMT es un nuevo criterio para medir la validez discriminante. Este criterio establece que el índice HTMT, entre dos variables, debe ser idealmente inferior a .85, aunque se considera suficiente un valor por debajo de .9. La mayoría de las relaciones entre los constructos propuestos, en la presente investigación, cumplen con el criterio más restrictivo HTMT<sub>85</sub>, salvo la relación EP-IC, que sólo cumple el criterio HTMT<sub>90</sub> (tabla 3). De esta manera, la validez discriminante queda establecida tanto por el criterio Fornell-Larckner como por el criterio HTMT<sub>90</sub>.

Tabla 2. Resultados del análisis de fiabilidad y validez convergente

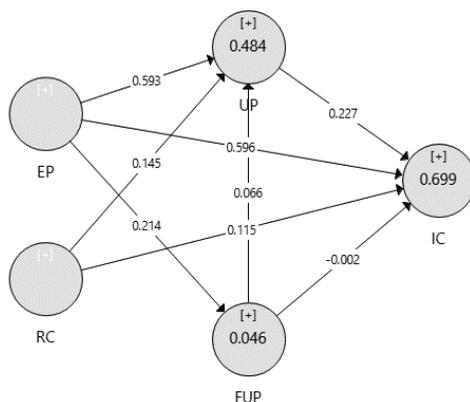
	Fornell-Larckner					HTMT				
	BI	PC	PE	PEU	PU	BI	PC	PE	PEU	PU
<b>BI</b>	<b>.900*</b>									
<b>PC</b>	.214	<b>.877*</b>				.268				
<b>PE</b>	.810	.186	<b>.956*</b>			.864	.225			
<b>PEU</b>	.516	.113	.526	<b>.842*</b>		.585	.156	.585		
<b>PU</b>	.682	.209	.686	.458	<b>.8836*</b>	.758	.253	.740	.525	

\*Raíz cuadrada de VME

## Análisis del Modelo Estructural

Una vez ha quedado establecida la validez y fiabilidad del modelo de medida, llevamos a cabo el análisis estructural (figura 2) para realizar el contraste de las hipótesis relacionales planteadas y conocer el valor predictivo.

Figura 2. R<sup>2</sup> y coeficientes path del análisis del modelo estructural



Como se puede ver en la figura 2, el modelo propuesto consigue explicar el 69.9% de la varianza de la intención conductual, el 48.4% de la varianza de la utilidad percibida y el 4.6% de la facilidad de uso percibida.

Además de la  $R^2$ , la figura 2 recoge también los coeficientes *path*, que reflejan la fuerza de las relaciones directas entre los constructos. Según estos coeficientes, las relaciones más fuertes serían las establecidas EP→UP y EP→IC. Para examinar la significación de estos efectos directos, realizamos un proceso de *bootstrapping* (5000 iteraciones), los resultados obtenidos (tabla 4) soportan todas las hipótesis relacionales propuestas, salvo las formuladas entre la facilidad de uso percibida y la intención conductual y la facilidad de uso percibida y la utilidad percibida.

Por su parte, el estadístico  $f^2$  (tabla 4) nos informa del tamaño del efecto de las hipótesis. La mayoría de las hipótesis planteadas tienen un efecto pequeño por debajo de .15. Sin embargo, las relaciones EP→UP y EP→IC tienen un tamaño de efecto grande. Las dos relaciones planteadas con la facilidad de uso como variable endógena tienen un efecto marginal y, por tanto, deben ser eliminadas del modelo (Cohen, 1988).

Tabla 3. Resultados del análisis de los efectos directos

Hipótesis	Coefficiente Path	Interv. Conf.	$f^2$	Resultado
UP→IC	.227*	.119 - .352	.088****	<b>Soportada</b>
FUP→UP	-.002	-.015 - .155	.008***	<b>No Soportada</b>
FUP→IC	.066	-.077 - .072	0***	<b>No Soportada</b>
EP→UP	.593*	.476 - .696	.484*****	<b>Soportada</b>
EP→FUP	.214*	.114 - .322	.048*****	<b>Soportada</b>
EP→IC	.596*	.464 - .710	.564*****	<b>Soportada</b>
RC→PU	.145**	.046 - .246	.031*****	<b>Soportada</b>
RC→IC	.227**	.037 - .198	.030****	<b>Soportada</b>

\* $p < .001$  \*\*  $p < .01$  t-student una cola \*\*\*marginal \*\*\*\*efecto pequeño \*\*\*\*\*efecto grande

En cuanto a los efectos de mediación propuestos en las hipótesis H4 y H5, los resultados indican que la facilidad de uso no media en el efecto del entretenimiento percibido sobre la intención conductual, dado que no existe la relación FUP→CI. Sin embargo, la utilidad percibida sí media en el efecto del entretenimiento sobre la intención conductual. Esta relación de mediación es de carácter parcial al existir también el efecto directo EP→CI.

Para conocer los efectos totales de las variables latentes incluidas en el modelo, es necesario analizar también los efectos indirectos moderados por otras variables. La tabla 5 recoge los resultados del análisis de los efectos indirectos. Estos resultados confirman que el efecto del entretenimiento percibido sobre la intención conductual mediado por la utilidad percibida es significativo. Adicionalmente, existe también un efecto indirecto pequeño de la resistencia al cambio sobre la intención conductual mediado a través de la utilidad percibida.

Tabla 4. Resultados del análisis de los efectos indirectos

Hipótesis	Coefficiente	Interv. Conf.	Resultado
EP→IC	.137*	.064 - .228	<b>Soportada</b>
EP→UP	.014	-.003 - .034	<b>No Soportada</b>
FUP→IC	.015	-.003 - .042	<b>No Soportada</b>
RC→IC	.033**	.009 - .064	<b>Soportada</b>

\*p<.01 \*\* p<.05

Si sumamos los dos efectos, comprobamos que el constructo que tiene un mayor efecto total sobre la intención conductual es el entretenimiento percibido, mientras que la facilidad de uso no tiene ningún efecto en la decisión de utilizar tecnologías móviles en la futura práctica docente de los alumnos del Grado de Maestro de Educación Infantil en sus primeros años de formación.

Finalmente, realizamos el test de Stone-Geiser para conocer la validez predictiva del modelo obteniendo índices Q<sup>2</sup> por encima de 0 en las tres variables, lo que confirma la capacidad predictiva.

## CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran la importancia de los factores motivacionales en la decisión de los futuros docentes de educación infantil de utilizar dispositivos móviles en su práctica profesional.

El entretenimiento percibido constituye el factor que contribuye a explicar un mayor porcentaje de la varianza de la intención conductual, influyendo sobre la variable dependiente tanto de forma directa como de manera indirecta a través de la utilidad percibida. Estos resultados siguen la línea de otras investigaciones que estudian el efecto del entretenimiento percibido en el proceso de aceptación de futuros docentes (Teo y Noyes, 2011).

Por otro lado, los resultados llevan a descartar la hipótesis H3, que plantea que existe una relación predictiva entre la facilidad de uso y la utilidad percibida. Esto puede deberse al hecho de que los estudiantes son nativos digitales que tienen un manejo avanzado de estos dispositivos. El TAM 2 y el TAM 3 proponen que la relación FUP→UP solo se soporta en estadios iniciales de uso de la nueva tecnología. En nuestro contexto, los estudiantes están plenamente familiarizados con el manejo de los dispositivos, lo que puede ser la causa de que la hipótesis 3 no se haya soportado.

Por otra parte, también se ha descartado la relación entre la facilidad de uso percibida y la intención conductual. La explicación puede estar en la inclusión en el modelo del entretenimiento percibido, ya que la inclusión del entretenimiento percibido, en entornos utilitaristas, debilita la relación entre la facilidad de uso y la intención conductual (Gerow et al., 2013).

La utilidad percibida constituye un factor fundamental en nuestro modelo a la hora de predecir la intención de utilizar tecnologías móviles en la futura práctica profesional, lo que viene a confirmar los resultados obtenidos en otras investigaciones con docentes en formación (Sánchez-Prieto, Olmos-Migueláñez y García-Peñalvo, 2017b; Teo, 2015).

Aunque se soportan todas las hipótesis planteadas en el modelo para la resistencia al cambio, este constructo tiene un efecto muy pequeño sobre sus variables dependientes, lo que puede indicar que, aunque los estudiantes tienen una idea sobre la práctica docente, afrontar los cambios que conllevaría adoptar las tecnologías móviles como herramienta didáctica no condiciona su intención de utilizarlas.

Podemos afirmar, por tanto, que los docentes en su periodo formativo, participantes en el estudio, están abiertos al uso del *mLearning* en el momento de incorporación a su puesto de trabajo. Sin embargo, para que esta idea inicial sea transferida al contexto laboral, es necesario diseñar programas formativos que posibiliten aprendizajes significativos (Anderson, Groulx y Maninger, 2011), de forma que estas intenciones no se vean afectadas por actitudes reticentes que puedan encontrar entre sus futuros compañeros de trabajo. A la luz de los resultados obtenidos, destacan dos áreas como prioritarias con respecto al diseño estos programas.

Por un lado, dado el importante efecto de la UP sobre la IC, es necesario aumentar el conocimiento de los futuros maestros sobre las ventajas de los dispositivos móviles, a la hora de realizar tareas educativas, transmitiendo su capacidad para facilitar la comunicación tanto en el grupo de alumnos como entre alumnos y profesores, acelerar el proceso de transmisión de contenidos, implicar a los alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje y posibilitar el desarrollo de actividades situadas fuera de los centros educativos. En definitiva, concienciar a los alumnos del impacto positivo que tiene el uso de tecnologías móviles sobre la calidad del proceso de enseñanza- aprendizaje (Yadegaridehkordi, Jahad y Baloch, 2013).

Por otro lado, se ha comprobado que el elemento hedónico es un importante predictor de la IC de los futuros docentes. Por tanto, la formación tiene que estar centrada también en el aspecto lúdico que aportan los dispositivos móviles al proceso de enseñanza-aprendizaje, donde pueden servir de soporte para actividades de aprendizaje basado en juegos, de realidad aumentada o que integren contenido multimedia (Kearney, Schuck, Burden y Aubusson, 2012).

La investigación se ve limitada por el uso de autoinformes para recoger la información. Este formato puede introducir un sesgo, ya que los participantes pueden sentirse inclinados a ofrecer la respuesta que consideran socialmente satisfactoria, en lugar de contestar con sinceridad. Adicionalmente, en la presente investigación solo se ha analizado la influencia de factores motivacionales, por lo que, para futuras investigaciones, sería interesante expandir el modelo con constructos que recojan variables de naturaleza sionormativa o de control.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación ha sido realizado dentro del programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento desarrollado en la Universidad de Salamanca.

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por la Universidad de Salamanca a través del “Programa III de ayudas para la contratación de personal investigador”.

Este trabajo está parcialmente financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España a través del proyecto DEFINES (Ref. TIN2016-80172-R).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbad, M. M., Morris, D., y de Nahlik, C. (2009). Looking under the bonnet: Factors affecting student adoption of E-learning systems in Jordan. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 10(2), 1-25.
- Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: A theory of planned behaviour. In J. Kuhl, y J. Beckmann (Eds.), *Action control: From cognition to behavior* (11-39). Berlín: Springer. doi: 10.1007/978-3-642-69746-3\_2.
- Anderson, S. E., Groulx, J. G., y Maninger, R. M. (2011). Relationships among preservice teachers' technology-related abilities, beliefs, and intentions to use technology in their future classrooms. *Journal of Educational Computing Research*, 45(3), 321-338. doi: 10.2190/EC.45.3.d.
- Briz-Ponce, L., Pereira, A., Carvalho, L., Juanes-Méndez, J. A., y García-Peñalvo, F. J. (2017). Learning with mobile technologies – Students' behavior. *Computers in Human Behavior*, (en prensa) doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.027>
- Cano-Giner, J. L., Fernandez, V., y Diaz-Boladeras, M. (2015). Do we know enough about the factors of the TAM model to predict the information system's acceptance? En R. Zhang, Z. Zhang, K. Liu y J. Zhang (Ed.), *Proceedings Of 3rd International Conference On Logistics, Informatics And Service Science* (pp. 75-79). Berlín: Springer. doi: 10.1007/978-3-642-40660-7\_10.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Darban, M., y Amirkhiz, H. (2015). Herd behavior in technology adoption: The role of adopter and adopted characteristics. *System Sciences (HICSS), 2015 48th Hawaii International Conference On, Hawaii*. (pp. 3591-3600). doi: 10.1109/HICSS.2015.432.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., y Warshaw, P. R. (1992). Extrinsic and intrinsic motivation to use computers in the Workplace. *Journal of Applied Social Psychology*, 22(14), 1111-1132. doi: 10.1111/j.1559-1816.1992.tb00945.x.
- DITRENDIA. (2016). *Informe mobile en España y en el mundo 2016*. Recuperado de [http://www.amic.media/media/files/file\\_352\\_1050.pdf](http://www.amic.media/media/files/file_352_1050.pdf)
- Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change:

- Strategies for technology integration. *Educational Technology Research and Development*, 47(4), 47-61. doi: 10.1007/BF02299597.
- Fernández Rodrigo, L. (2016). El uso didáctico y metodológico de las tabletas digitales en aulas de educación primaria y secundaria de Cataluña. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 48, 9-25.
- Fishbein, M., y Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Pub. Co.
- Fornell, C., y Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50. doi: 10.2307/3151312.
- Gerow, J. E., Ayyagari, R., Thatcher, J. B., y Roth, P. L. (2013). Can we have fun @ work? The role of intrinsic motivation for utilitarian systems. *European Journal of Information Systems*, 22(3), 360-380. doi: 10.1057/ejis.2012.25.
- Heflin, H., Shewmaker, J., y Nguyen, J. (2017). Impact of mobile technology on student attitudes, engagement, and learning. *Computers & Education*, 107, 91-99. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2017.01.006>
- Henseler, J., Ringle, C. M., y Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(1), 115-135. doi: 10.1007/s11747-014-0403-8.
- Holt-Reynolds, D. (1992). Personal history-based beliefs as relevant prior knowledge in course work. *American Educational Research Journal*, 29(2), 325-349. doi: 10.3102/00028312029002325.
- Hu, L., y Bentler, P. M. (1998). Fit indices in covariance structure modeling: Sensitivity to underparameterized model misspecification. *Psychological Methods*, 3(4), 424-453.
- Hu, P. J., Clark, T. H. K., y Ma, W. W. (2003). Examining technology acceptance by school teachers: A longitudinal study. *Information & Management*, 41(2), 227-241. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206\(03\)00050-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206(03)00050-8)
- Joint Quality Initiative. (2004). *Shared 'Dublin' descriptors for short cycle, first cycle, second cycle and third cycle awards*. Recuperado de [https://www.uni-due.de/imperia/md/content/bologna/dublin\\_descriptors.pdf](https://www.uni-due.de/imperia/md/content/bologna/dublin_descriptors.pdf)
- Jonassen, D. H., y Easter, M. A. (2012). Conceptual change and student-centered learning environments. En D. H. Jonassen y M. A. Easter (Ed.), *Theoretical Foundations of Learning Environments* (95-113). Routledge.
- Kearney, M., Schuck, S., Burden, K., y Aubusson, P. (2012). Viewing mobile learning from a pedagogical perspective. *Research in Learning Technology*, 20(1), 1-17. doi: 10.3402/rlt.v20i0.14406.
- Kiraz, E., y Ozdemir, D. (2006). The relationship between educational ideologies and technology acceptance in pre-service teachers. *Journal of Educational Technology & Society*, 9(2), 152-165.
- Kreijns, K., Vermeulen, M., Kirschner, P. A., Buuren, H. v., y Acker, F. V. (2013). Adopting the integrative model of behaviour prediction to explain teachers' willingness to use ICT: A perspective for research on teachers' ICT usage in pedagogical practices. *Technology, Pedagogy and Education*, 22(1), 55-71. doi: 10.1080/1475939X.2012.754371.
- Lee, B., Yoon, J., y Lee, I. (2009). Learners' acceptance of e-learning in South Korea: Theories and results. *Computers & Education*, 53(4), 1320-1329. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2009.06.014>
- Lewin, K. (1947). Frontiers in group dynamics: Concept, method, and reality

- in social sciences, social equilibria, and social change. *Human Relations*, (1), 5-41.
- Nikou, S. A., y Economides, A. A. (2017). Mobile-based assessment: Investigating the factors that influence behavioral intention to use. *Computers & Education*, 109, 56-73. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2017.02.005>
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill.
- Oreg, S. (2003). Resistance to change: Developing an individual differences measure. *Journal of Applied Psychology*, 88(4), 680-693.
- Palazón Herrera, J. (2015). Aprendizaje móvil basado en microcontenidos como apoyo a la interpretación instrumental en el aula de música en secundaria. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (46), 119-136.
- Park, N., Lee, K. M., y Cheong, P. H. (2007). University instructors' acceptance of electronic courseware: An application of the technology acceptance model. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13(1), 163-186.
- Ringle, C. M., Wende, S., y Becker, J. M. (2015). *SmartPLS 3*. Bönningstedt: SmartPLS. Recuperado de <http://www.smartpls.com>
- Sánchez-Prieto J. C., Olmos Migueláñez, S., y García-Peñalvo, F. J. (2014). Understanding mobile learning: devices, pedagogical implications and research lines. *Education in the Knowledge Society*, 15(1), 20-42.
- Sánchez-Prieto, J. C., Olmos-Migueláñez, S., y García-Peñalvo, F. J. (2016a). Las tabletas digitales en educación formal: Características principales y posibilidades pedagógicas. En A. I. Callejas Albiñana, J. V. Salido López y O. Jerez García (Ed.), *Competencia digital y tratamiento de la información: Aprender en el siglo XXI* (269-280). Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- Sánchez-Prieto, J. C., Olmos-Migueláñez, S., y García-Peñalvo, F. J. (2016b). Informal tools in formal contexts: Development of a model to assess the acceptance of mobile technologies among teachers. *Computers in Human Behavior*, 55 Part A, 519-528. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.002>
- Sánchez-Prieto, J. C., Olmos Migueláñez, S., y García-Peñalvo, F. J. (2017a). ¿Utilizarán los futuros docentes las tecnologías móviles? Validación de una propuesta de modelo TAM extendido. *RED-Revista de Educación a Distancia*, 52. doi: <http://dx.doi.org/10.6018/red/52/5>
- Sánchez-Prieto, J. C., Olmos-Migueláñez, S., y García-Peñalvo, F. J. (2017b). *MLearning* and pre-service teachers: An assessment of the behavioral intention using an expanded TAM model. *Computers in Human Behavior*, (en prensa). doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.09.061>
- SCOPEO. (2011). *M-learning en España, Portugal y América latina*. Recuperado de <http://scopeo.usal.es/sites/all/files/scopeom003.pdf>
- Sevillano García, L., y Vázquez Cano, E. (2014). Análisis de la funcionalidad didáctica de las tabletas digitales en el espacio europeo de Educación superior. *Universities and Knowledge Society Journal*, 11(3), 67-81.
- Sung, Y., Chang, K., y Liu, T. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, 94, 252-275. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.008>
- Teo, T., y Noyes, J. (2011). An assessment of the influence of perceived enjoyment and attitude on the intention to use technology among pre-service teachers: A structural equation modeling approach. *Computers & Education*, 57(2), 1645-1653.

- Teo, T. (2015). Comparing pre-service and in-service teachers' acceptance of technology: Assessment of measurement invariance and latent mean differences. *Computers & Education*, 83, 22-31. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.015>
- Teo, T., Milutinović, V., y Zhou, M. (2016). Modelling serbian pre-service teachers' attitudes towards computer use: A SEM and MIMIC approach. *Computers & Education*, 94, 77-88. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2015.10.022>
- Tokel, S. T., y Isler, V. (2013). Acceptance of virtual worlds as learning space. *Innovations in Education and Teaching International*, 52(1), 254-264. doi: 10.1080/14703297.2013.820139.
- UNESCO. (2013). *El futuro del aprendizaje móvil: Implicaciones para la planificación y la formulación de políticas*. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002196/219637s.pdf>
- UNESCO (2012). *Aprendizaje móvil para docentes: Temas globales*. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002196/219637s.pdf>
- Valtonen, T., Kukkonen, J., Kontkanen, S., Sormunen, K., Dillon, P., y Sointu, E. (2015). The impact of authentic learning experiences with ICT on pre-service teachers' intentions to use ICT for teaching and learning. *Computers & Education*, 81, 49-58. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2014.09.008>
- Venkatesh, V., y Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186-204.
- Venkatesh, V., y Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273-315. doi: 10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., y Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.
- Yadegaridehkordi, E., Iahad, N. A., y Baloch, S. Z. (2013). Success factors influencing the adoption of M-learning. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, 23(2), 167-178. doi: 10.1504/IJCEELL.2013.054290.
- Yang, S. C., y Huang, Y. (2008). A study of high school english teachers' behavior, concerns and beliefs in integrating information technology into english instruction. *Computers in Human Behavior*, 24(3), 1085-1103. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2007.03.009>

## PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LOS AUTORES

**José Carlos Sánchez-Prieto.** Investigador en Formación en la Facultad de Educación de la Universidad de Salamanca, en la que se encuentra llevando a cabo su Tesis Doctoral, centrada en la aceptación de tecnologías móviles entre los docentes, dentro del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del conocimiento. Es autor de diferentes artículos sobre la materia en revistas internacionales de prestigio.  
E-mail: [josecarlos.sp@usal.es](mailto:josecarlos.sp@usal.es)

**Susana Olmos-Migueláñez.** Profesora titular de Métodos de Investigación en la Universidad de Salamanca (España). Su área de interés está centrada en los procesos de evaluación, temática en la que cuenta con numerosas publicaciones

en revistas de reconocimiento internacional. En la actualidad, es Vicedecana de Ordenación Académica de la Facultad de Educación de la Universidad de Salamanca y miembro del Grupo GRIAL.

E-mail: [solmos@usal.es](mailto:solmos@usal.es)

## DIRECCIÓN DE LOS AUTORES

Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación en Educación  
Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE),  
Grupo de Investigación GRIAL  
Universidad de Salamanca  
Paseo de Canalejas 169, 37008  
Salamanca (España)

**Francisco J. García-Peñalvo.** Ingeniero en Informática y Doctor por la Universidad de Salamanca (España), institución donde se desempeña como profesor y director del Grupo GRIAL. Ha dirigido y participado en más de 50 proyectos de innovación e investigación. Ha publicado más de 200 artículos en revistas y conferencias internacionales y ha sido editor invitado en varios números especiales en revistas internacionales de alto prestigio.

E-mail: [fgarcia@usal.es](mailto:fgarcia@usal.es)

## DIRECCIÓN DEL AUTOR

Departamento de Informática y Automática  
Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE),  
Grupo de Investigación GRIAL  
Universidad de Salamanca  
Paseo de Canalejas 169, 37008  
Salamanca (España)

**Fecha de recepción del artículo:** 14/12/2016

**Fecha de aceptación del artículo:** 13/03/2017

## Como citar este artículo:

Sánchez-Prieto, J. C., Olmos-Migueláñez, S., y García-Peñalvo, F. J. (2017). Motivación e innovación: Aceptación de tecnologías móviles en los maestros en formación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp. 273-292. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17700>

# Un modelo basado en el Clasificador Naïve Bayes para la evaluación del desempeño docente

## A model based on the Naïve Bayes Classifier for teacher performance assessment

Guadalupe Gutiérrez Esparza  
María de Lourdes Margain Fuentes  
Tania Aglaé Ramírez del Real  
*Universidad Politécnica de Aguascalientes (México)*

Juana Canul Reich  
*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (México)*

### Resumen

La evaluación del desempeño docente es un proceso de medición importante en las instituciones de educación superior en México y en el mundo, ya que retroalimenta el desempeño de los docentes con el fin de mejorar las clases y estrategias para beneficio de la educación de los estudiantes. En este trabajo se describe el desarrollo y evaluación de un Modelo Computacional denominado *SocialMining*, basado en el algoritmo Naïve Bayes, para apoyar el análisis de las opiniones de los estudiantes en el proceso de la evaluación del desempeño docente, llevada a cabo mediante dispositivos móviles. Esta propuesta considera el uso de dispositivos móviles para la recopilación de datos aprovechando su aceptación por parte de los estudiantes en el proceso de educación y aprendizaje. Asimismo, se describe el desarrollo de corpus de subjetividad, el cual consta de un conjunto de términos afectivos relevantes de la evaluación docente para apoyar al algoritmo Naïve Bayes en la clasificación de las opiniones de los estudiantes dentro de las clases: positivo, negativo y neutral. Para medir el desempeño del proceso de la clasificación del Modelo Computacional *SocialMining*, se utilizan métricas como la matriz de confusión, precisión y la curva de ROC. Se presenta además un caso de estudio, en el cual se recolectan nuevas opiniones de estudiantes de la Universidad Politécnica de Aguascalientes (México) con el fin de probar el desempeño del modelo propuesto en la clasificación. Los resultados obtenidos consideran factible el Modelo Computacional *SocialMining* para implementarse en instituciones de educación superior.

*Palabras clave:* minería de opiniones; clasificador bayesiano; conjunto de datos; subjetividad; análisis ROC; dispositivo móvil; evaluación docente; planeación de la educación; caso de estudio.

## Abstract

The evaluation of teacher performance is an important measurement process in Mexico's higher education institutions and around the world, because it allows feedback on the teacher's performance to detect improvements in classes and propose strategies for the benefit of students' education. This paper describes the development and evaluation of a proposed computational model called *SocialMining*, which is based on the classifier algorithm Naïve Bayes to support the analysis of students' opinions from the process of teachers' performance evaluation, which is carried out through mobile devices. The mobile device revolutionizes processes in education; the proposal considers the use of this technology for the collection of data, taking advantage of processing capacity and acceptance by students in the process of education and learning. It also describes the development of a set of relevant affective terms of the teacher evaluation called corpus of subjectivity, which supports the Naïve Bayes algorithm to classify students' comments within the classes: positive, negative and neutral. To measure the comments classification performance of the *SocialMining* Computational Model, metrics such as the confusion matrix, precision, sensitivity, specificity and the ROC curve are used. Likewise, a study case is presented, which gathers new comments from students of the Polytechnic University of Aguascalientes (Mexico), in order to test the classification process performance of the proposed model. The results show that *SocialMining* Computational Model is feasible to be implemented in institutions to support Teacher Performance Assessment. Besides, our results show that Naïve Bayes can obtain a classification percentage very similar to those reported in recent works with related algorithms.

**Keywords:** Sentiment analysis; Naïve Bayes; corpus; subjectivity; ROC curve; mobile device; teacher performance assessment; educational planning; case study.

La evaluación docente contribuye al fortalecimiento de las prácticas de enseñanza, además de que permite orientar la formación continua y sirve como un marco de referencia del desempeño del docente. Las modalidades actuales para llevar a cabo la evaluación del desempeño docente en el aula consisten en aplicar cuestionarios a los estudiantes, realizar evaluaciones de pares académicos y observar la clase en el aula (Moreno 2004; Córdova 2015). Una de las estrategias más utilizadas consiste en captar las opiniones de los estudiantes respecto al desempeño del docente (Elizalde, 2008) mediante encuestas que permiten la inclusión de comentarios. Esta estrategia (evaluación del profesor por el alumno) en la actualidad puede ser realizada por medio de herramientas informáticas o redes sociales como Twitter. Esto ha propiciado la necesidad de contar con herramientas computacionales para efectuar un procesamiento más rápido y efectivo en el análisis de las opiniones de los estudiantes (Gewerc, 2014). Cabe resaltar que la evaluación docente resultante de las encuestas a los estudiantes se considera como una parte significativa del desempeño del profesorado, tomando en cuenta que esto solo ofrece un segmento de la calificación total (Loureiro, 2016).

El uso del Internet para aplicar la evaluación docente por parte de alumnos cada vez es más común, este método ha sido ampliamente divulgado y admitido por las escuelas de educación superior a nivel internacional (Ruiz, 2005).

Este trabajo presenta la descripción del desarrollo de un Modelo Computacional denominado *SocialMining* para apoyar en el proceso de la evaluación docente mediante el análisis de las opiniones de los estudiantes, empleando técnicas de minería de textos y el algoritmo Naïve Bayes.

El desarrollo de la etapa de experimentación fue llevada a cabo en la Universidad Politécnica de Aguascalientes, México (UPA). Los autores muestran el desarrollo del Modelo Computacional *SocialMining* considerando la importancia de la validación de un conjunto de datos, en el cual se recolectan comentarios de alumnos de la UPA durante dos periodos escolares con el fin de conformar un corpus de *términos* relevantes denominado corpus de subjetividad, que se apoya en el proceso de clasificación de comentarios en positivos o negativos. De igual manera, se presenta un caso de estudio con un nuevo grupo de estudiantes para comparar la precisión del Modelo Computacional *SocialMining* en clasificación de comentarios.

El Modelo Computacional *SocialMining* presenta ventajas frente al análisis de opiniones de estudiantes, debido a que comúnmente es realizado por personas, el apoyo con sistemas de información programados implica menor tiempo invertido y se tiene como resultado una evaluación cualitativa; esto permite implementar acciones correctivas y/o preventivas en la actividad docente en un tiempo más efectivo.

Las secciones del presente trabajo de aquí en adelante se organizan de la manera siguiente: se expone una revisión de trabajos relacionados, se presentan los materiales y métodos usados en esta investigación así como la arquitectura general del Modelo Computacional *SocialMining*, posteriormente se describen los experimentos y los resultados obtenidos así como el caso de estudio. Por último, se presentan las conclusiones y las referencias de apoyo para esta investigación.

## TRABAJOS RELACIONADOS

En la década de los noventa algunos estudios de la literatura (Brusilovsky, 2001) hacen una revisión de las técnicas y métodos de un área denominada hipermedia adaptativa, la cual desde entonces buscaba ofrecer contenidos de páginas web hipermedias de acuerdo a las necesidades del usuario. Esta área es una de las impulsoras para apoyar la mejora de cursos de educación a distancia y ofrecer al usuario contenidos adaptables de acuerdo al estilo de aprendizaje y nivel de conocimiento, con base en los datos obtenidos mediante cuestionarios y actividades de interacción con el estudiante. Se podría decir que este tipo de aplicaciones son las que provocan la inclusión del área de análisis de emociones en la educación.

El análisis de emociones, definido como un área de estudio computacional de opiniones, sentimientos y emociones expresadas en textos (Liu, 2010), se ha combinado con técnicas de aprendizaje automático, minería de datos y procesamiento

de lenguaje natural. En el área de la educación se ha buscado aplicar el análisis de emociones con el fin de mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje. Existen investigaciones que demuestran las ventajas de usar redes sociales para fomentar la participación de estudiantes universitarios para expresarse libremente (Crovi 2014; González-Lizárraga 2016). Algunos otros estudios (Valencia, 2016) buscan medir por medio de ecuaciones estructurales la aceptación del aprendizaje móvil (m-learning o mobile-learning) por los estudiantes, otros (Zaldivar 2015; Guerrero 2016) se enfocan en determinar el impacto de las tecnologías móviles y redes sociales, como apoyo en el aprendizaje de los alumnos.

La evaluación docente se considera un recurso para conducir la labor del profesorado de acuerdo al desempeño obtenido y una fuente para medir su actuación es la valoración por parte de los estudiantes, el cual se denomina modelo basado en la opinión de los alumnos (Elizalde, 2008).

En el trabajo reportado por Loureiro (2016) realizan un análisis de los comentarios globales a los docentes, con lo cual concluyen que es un buen indicador, ya que revela cualidades del docente en su labor. Es importante destacar que este estudio lo ejecutan leyendo detalladamente cada una de las opiniones.

La mejora continua en el proceso de enseñanza-aprendizaje ha enfocado sus esfuerzos para concluir los componentes que determinan la labor docente ejecutada adecuadamente, instrumentos como lo son cuestionarios de evaluación de la docencia por los alumnos persiguen contar con la opinión por parte de los estudiantes, los cuales han figurado como una de las herramientas más examinadas y aplicadas para este propósito (Martínez, 2010).

En este trabajo el uso de las tecnologías móviles facilita el acceso a la información permite que los estudiantes participen en procesos de evaluación –a docentes– comentando diferentes aspectos sobre el aprendizaje. Como beneficio del uso de esta tecnología, el alumno interviene en el proceso de manera favorable. Expresan una opinión y se fomenta el trabajo colaborativo en la construcción del nuevo conocimiento mediante la captura de información que posteriormente requiere ser procesada. Las evaluaciones en línea permiten la retroalimentación continua, el estudiante puede opinar cuando lo desee, así como el profesor consultar su desempeño (Tirado, 2007).

La recolección de opiniones mediante aplicaciones en dispositivos móviles implica ventajas, como lo pueden ser la disposición en línea. Esto último permite acceder desde cualquier lugar mientras que lo primero implica más opiniones recabadas así como la disponibilidad de datos para su procesamiento (Tirado, 2007).

Asimismo, hay investigaciones (Altrabsheh, 2014; Ortigosa, 2014) para monitorear y analizar en tiempo real los comentarios que los estudiantes hacen en redes sociales con el fin de mejorar las clases de los docentes. Además, algunos autores (Bravo, 2013) documentan el uso de la red social Twitter como una herramienta complementaria en la educación colaborativa y el aprendizaje informal en el área de ingeniería. De igual manera, otros autores (Novak, 2011) exponen el crecimiento

exponencial en el uso de redes sociales como Twitter por universidades a nivel mundial para mantener comunicación con los estudiantes y mejorar la enseñanza.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

En este trabajo se aplica un tipo de investigación experimental, siendo el diseño seleccionado el cuasi experimental, por lo que cabe resaltar que los grupos utilizados para este estudio son intactos.

Los datos analizados en este estudio se recolectaron utilizando dos instrumentos: Twitter y la Encuesta de Evaluación Docente (EED). En Twitter se analizaron alrededor de 800 comentarios de un grupo que evaluó a sus docentes durante un ciclo escolar. Los estudiantes evaluaron a sus profesores desde cuentas anónimas en Twitter. Utilizaron como hashtag la clave de la asignatura para identificar correctamente al profesor a evaluar. La EED es un cuestionario en el cual los alumnos evalúan al docente por medio de 20 ítems con base en un rango numérico del 1 al 10, siendo la máxima 10 (Muy satisfecho) y la mínima 1 (Muy insatisfecho); por último, en el ítem 21 se permite al alumno ingresar un comentario acerca de la clase o desempeño del profesor. La finalidad de la EED es medir las habilidades del docente mediante 20 ítems evaluando aspectos como: el conocimiento sobre el tema, la planeación de clases, la mediación, la aplicación de evaluaciones y la actitud del docente (ver tabla 1).

Tabla 1. Habilidades a medir en la EED

Habilidades	Preguntas																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Conocimiento</b>	X																			
<b>Planeación</b>		X	X	X																
<b>Mediación</b>					X	X	X	X												
<b>Evaluación</b>									X	X	X									
<b>Actitudes</b>												X	X	X	X	X	X	X		
<b>Evaluación general</b>																			X	X

El acceso a la EED se realiza mediante el uso de dispositivos móviles para facilitar la evaluación por parte del estudiante, que es aplicada dos veces en un periodo escolar. Es importante resaltar que para asegurar la honestidad de los comentarios, los cuestionarios son confidenciales; por lo tanto, los profesores no relacionan las respuestas con los estudiantes.

En este trabajo los autores determinan que los datos de la EED sean almacenados en una base de datos usando la aplicación móvil como una herramienta para recolectar las opiniones de los estudiantes. Esto resulta con una serie de beneficios, incluyendo el tiempo de extracción dado la facilidad que ofrece la conexión y el acceso por medio de los dispositivos; es una ventaja al reducir tiempos en el proceso del tratamiento de la información. Otro beneficio otorgado al proyecto en el uso de los dispositivos móviles es la coordinación en el momento de captura. En este punto se lanza a los alumnos un aviso del periodo de captura. Dada la alta disponibilidad de acceso a los dispositivos móviles por parte de los alumnos el periodo se redujo de tres a un día.

La EED usada en este trabajo corresponde a la evaluación realizada por 1,505 estudiantes de la UPA a 229 profesores que impartieron clases desde el segundo periodo escolar del 2015 al primer periodo escolar del 2016, obteniendo un total de 9,054 comentarios.

Mediante Twitter y la EED se recolectaron 9,854 comentarios. En total participaron 21 grupos de estudiantes de seis carreras. Cabe resaltar que todos los estudiantes pertenecen a la misma institución, el perfil de carrera es Ingeniería (pregrado), las edades oscilan entre 18 y 22 años y, además, poseen preferencias hacia el uso de medios y herramientas tecnológicas. De los 9,854 comentarios recolectados de Twitter y la EED se consideraron sólo aquellos comentarios libres de ruido o spam (caracterizado en este estudio como textos con caracteres raros, espacios vacíos sin opinión o comentarios sin relación a la evaluación docente), quedando un total de 5,002 comentarios a analizar, los cuales conformaron el denominado corpus de comentarios. Una vez obtenido el corpus de comentarios, fue necesario realizar un proceso de etiquetado manual, el cual involucró la participación de profesores de la institución con experiencia en evaluaciones docentes. Se definió identificar comentarios en tres categorías: positivos, negativos y neutrales. Los profesores identificaron 2,696 comentarios negativos y 2,306 comentarios positivos. Cabe resaltar que en este proceso no hubo comentarios clasificados como neutrales. Se clasificó a aquellos comentarios positivos como aquellos donde el alumno felicitaba al profesor o mostraba interés por su clase, por ejemplo: “*es una maestra que aporta bastante conocimiento sobre la materia*”, “*buen maestro colabora al aprendizaje uniforme con asesorías*”. Para el caso de los comentarios negativos se consideraron comentarios que manifiestan características negativas del profesor, por ejemplo: “*me confunde su manera de explicar*”, “*Es un bipolar y cambia las evaluaciones a su beneficio*”. Los comentarios neutrales son aquellos que no expresan una emoción positiva o negativa.

Por otro lado, con el objetivo de medir el desempeño del Modelo Computacional *SocialMining* con datos desconocidos por este, se conformó un segundo corpus de comentarios. Para ello, se aplicó un muestreo por conveniencia y se seleccionó a dos grupos de quinto cuatrimestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas de la misma institución, a quienes se les pidió realizar la evaluación docente de sus 11 profesores actuales. El nuevo corpus de comentarios para el caso de estudio se conformó por un

total de 623 comentarios, de los cuales 304 fueron etiquetados manualmente como comentarios negativos, 305 como comentarios positivos y 14 comentarios como neutrales.

Como se mencionó anteriormente, en este trabajo se cuidó la identidad de los estudiantes al momento de escribir las opiniones de los docentes, por lo que los resultados del análisis de las opiniones se consideran confiables, ya que no solo se están considerando ítems donde el estudiante otorga una calificación numérica (situación donde comúnmente responden de manera rápida para terminar lo antes posible). La finalidad de este estudio es que el Modelo Computacional *SocialMining* analice las opiniones continuamente y no solo dos veces en un periodo escolar. Esto debido a que un seguimiento a las opiniones (retroalimentación) de los estudiantes puede mejorar considerablemente el proceso de enseñanza del profesor para facilitar el aprendizaje.

## **Arquitectura del Modelo Computacional *SocialMining***

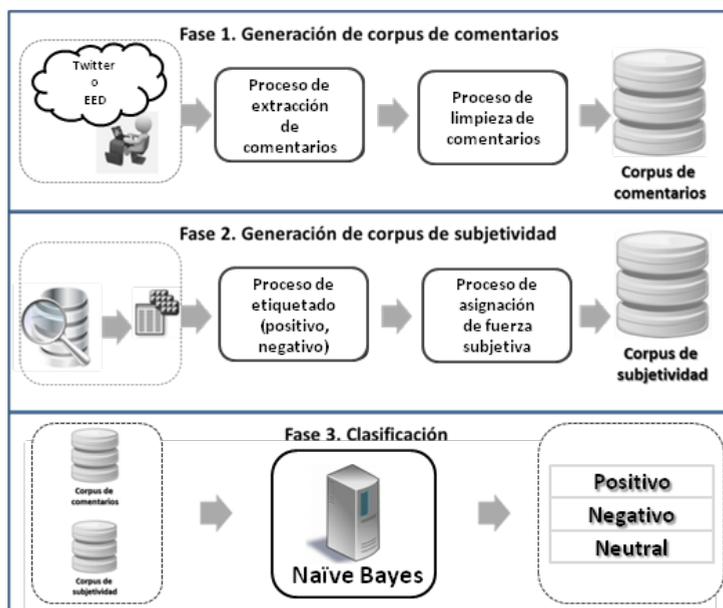
El Modelo Computacional *SocialMining* se compone de tres fases como se puede observar en la figura 1. Las cuales se explican enseguida.

### *Fase 1. Generación de corpus de comentarios*

En esta fase se extraen los comentarios de los alumnos realizados en Twitter y la EED. La descarga de los comentarios de Twitter se realiza mediante el uso de la API de la misma red social. En cambio, los comentarios de la EED son obtenidos por medio de un archivo de la base de datos del sistema.

Una diferencia que se observa en los comentarios extraídos de ambos medios, es que la aplicación móvil EED no tiene restricciones en el número de caracteres, por lo cual es común encontrar comentarios con bastante ruido a diferencia de los comentarios de Twitter, por ejemplo: “*Creo que la maestra a veces se equivoca en reglas que son básicas en matemáticas. Además no me parece que su manera de explicar no es excelente ni de 10 porque SIEMPRE SE ENOJA MUCHO también muchas veces le da demasiadas vueltas al asunto de lo que debería: (y no siempre se va por el camino más fácil y práctico. Sin embargo, reconozco su disponibilidad y su motivación*”.

Figura 1. Arquitectura general del Modelo de *SocialMining*



Fuente: Gutiérrez, 2016 (elaboración propia)

Twitter es considerada una red social usada para redactar noticias e información propia de manera rápida y eficaz (Arrabal-Sánchez, 2016), permite al usuario usar solo 140 caracteres para realizar una publicación, por lo que puede generar publicaciones un poco más concretas que en otras redes sociales. Por esta razón y además por el servicio de un corrector ortográfico, se observa que la mayoría de las veces en esta red social los estudiantes comentan de manera concreta y puntual. No obstante, es posible encontrar el mismo tipo de ruido en los comentarios de Twitter que en la EED. Por lo cual, con el fin de minimizar este inconveniente y conformar los corpus de comentarios, se realiza un proceso de limpieza. Las actividades del proceso de limpieza se describen enseguida.

- Revisión de ortografía. En este proceso se hace una revisión de cada uno de los comentarios para corregir faltas de ortografía de acuerdo con el Diccionario de la Real Academia Española.
- Proceso de tokenización. Consiste en dividir los componentes (palabras) de un comentario en piezas, los cuales pasan a ser denominados como *tokens*. Por ejemplo el comentario: “Me gustaría que el profesor explicara más ejemplos”, al pasar por el proceso de tokenización se representaría de la siguiente manera: “Me”, “gustaría”, “que”, “el”, “profesor”, “explicara”, “más”, “ejemplos”.

- Eliminación de *stop words*. Las palabras vacías comúnmente conocidas en el idioma inglés como *stop words*, son palabras sin significado como artículos, pronombres, sustantivos o preposiciones, entre otras.
- Conversión a minúsculas. En este proceso cada uno de los componentes del comentario es convertido a minúsculas para facilitar el proceso de comparación.

### Fase 2. Generación de corpus de subjetividad

En esta fase se conforma el corpus de subjetividad basado en la metodología usada por Riloff (2003), quien realizó un corpus de este tipo para el idioma inglés constituido por 6,518 términos de diferentes enfoques.

En esta investigación todos los comentarios están escritos en el idioma español enfocados al contexto de la evaluación docente. Asimismo, se incluyen términos usuales conocidos como coloquialismos, correspondientes a la región donde se aplica el Modelo Computacional *SocialMining*. Por esta razón, se considera importante realizar un análisis de los comentarios con el fin de identificar las palabras o términos distintivos más usados, que apoyen a la clasificación de un comentario en positivo o negativo. Cabe resaltar que los términos usados para el corpus de subjetividad no necesariamente son aquellos que se repiten en una mayor cantidad de veces, sino aquellos que denotan una emoción, por ejemplo: excelente, fomenta, facilita, creativa, aburrida, impaciente, tolerante, entre otros términos.

### Fase 3. Clasificación

En esta fase los datos de entrada, como puede observarse en la Figura 1, son los corpus obtenidos en las anteriores fases, el corpus de comentarios y el corpus de subjetividad. Para el proceso de clasificación en el Modelo Computacional *SocialMining* se aplica el algoritmo *Naïve Bayes* con una adaptación basada en el método de propuesto por Jurka (2012), quién incluye el cálculo de un valor (*score*) de cada uno de los términos del comentario que se encuentren en el corpus de subjetividad (Gutiérrez, 2016). La ecuación 1 representa el método propuesto por Jurka.

$$score = abs \left[ \ln \left( \frac{scorefs * prior}{\sum count_{p,n}} \right) \right] \quad (1)$$

Donde: la variable posee el valor de la fuerza subjetiva que contiene el término, es decir, 0.5 para los términos etiquetados como *strongsubj* y 1.0 para los términos etiquetados como *weaksubj*, la variable es el valor numérico de la probabilidad, que en este trabajo es de 1.0 y, por último, la variable , es una variable tipo contador que

contiene el número de veces que aparecen los términos negativos o los términos positivos, dependiendo de la polaridad (positivo, negativo) del término evaluado. La figura 3 presenta el algoritmo para llevar a cabo el proceso de clasificación. En la siguiente sección se describen los métodos aplicados en este trabajo.

## Métodos

*Algoritmo de Naïve Bayes.* El algoritmo de Naïve Bayes está basado en el teorema de Bayes (1763) y en la premisa de independencia de los atributos dada una clase. Asimismo, es uno de los métodos de aprendizaje supervisado más utilizados debido a que es posible adaptar para el análisis de emociones (Tan 2009; Kaur 2016).

El Modelo Computacional *SocialMining* implementa el método propuesto por Jurka (2012), el cual se basa en la ecuación 1. Este método utiliza una variable score para apoyar el proceso de clasificación, en lugar de utilizar sólo el método de la probabilidad. La figura 2 presenta el algoritmo del Modelo propuesto.

Figura 2. Algoritmo aplicado para ejecución del proceso de clasificación

- (1) Selección de corpus de comentarios a evaluar.
  - (2) Selección de corpus de subjetividad.
  - (3) Asignación de valores a variables *pstrong* y *pweak*.
  - (4) Creación de matriz de comentarios (*matcoment*).
  - (5) Lectura de corpus de subjetividad (*subjectivity*).
- Repetir
- (5.1) Match entre *matcoment* y *subjectivity*.
  - (5.2) Cálculo de score de términos en comentarios.
  - (5.3) Si  $scores_{positive} > scores_{negative}$  entonces.
    - (5.3.1) etiquetar comentarios como positivo.
  - (5.4) Si  $scores_{positive} < scores_{negative}$  entonces.
    - (5.4.1) etiquetar comentarios como negativo.
  - (5.5) Si  $scores_{positive} == scores_{negative}$  entonces.
    - (5.5.1) etiquetar comentario como neutral hasta que termine de recorrer matriz de comentarios.

Fuente: Gutiérrez, 2016 (elaboración propia)

## Métricas para evaluar el desempeño en la clasificación

La matriz de confusión se considera el punto de partida para el cálculo de la medición del desempeño de un modelo predictivo; en este caso, presenta los resultados de clasificación del Modelo Computacional *SocialMining* con *Naïve Bayes*. Esta tabla (ver tabla 2) se deriva de la comparación de los resultados de un modelo predictivo contra los valores reales.

Tabla 2. Matriz de confusión para clasificación binaria

	Valor actual	
Valor predictivo	VP	FP
	FN	VN

Donde VP = verdadero positivo, FP = falso positivo, FN = falso negativo y VN = verdadero negativo.

Precisión (ACC). Se trata de una de las bases para evaluar el desempeño de un modelo predictivo. En una clasificación binaria, la precisión se calcula dividiendo el número de casos identificados correctamente entre el total de casos.

Precisión ponderada (WACC). Es una mejor estimación del rendimiento del clasificador cuando está presente en un conjunto de datos de una distribución desigual de las dos clases.

Margen de error. El margen de error mide la proporción de errores del clasificador en una serie de casos. Es el complemento de la precisión, es decir  $100\% - \text{precisión}$ .

Sensibilidad. La sensibilidad (VRP) mide la proporción de verdaderos positivos, que fueron identificados correctamente.

Especificidad. Mide la proporción de verdaderos negativos, que fueron identificados correctamente.

Curva ROC. El análisis ROC (*Receiver Operating Characteristic* por sus siglas en inglés) mide el rendimiento del clasificador binario. La curva ROC se considera una herramienta útil para medir el desempeño de algoritmos clasificadores (Spackman 1989).

## EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS

### Experimentación

De acuerdo a los 5002 comentarios obtenidos en Twitter y la aplicación móvil EED explicado en la sección de Materiales y Métodos, una vez etiquetado el corpus de comentarios se procede a realizar un análisis mediante técnicas como la nube de palabras y el método de la frecuencia de ocurrencia del término en la colección de documentos, conocido por sus siglas en inglés como Tf-idf (Salton, 1986). Estos métodos son llevados a cabo mediante el programa R (R-Core-Team, 2013), con el fin de determinar los términos relevantes (features) a considerar para la conformación del corpus de subjetividad. La figura 3 presenta la nube de palabras generada del corpus de comentarios, una vez que este corpus ha pasado por el proceso de limpieza, omitiendo por lo tanto las *stop words*, sustantivos y términos considerados sin importancia. De esta manera, la nube de palabras denota términos distintivos



## Resultados

El Modelo Computacional *SocialMining* ha pasado por tres versiones, la versión 3 del Modelo Computacional *SocialMining* es la más actual, en la cual se ha mejorado el proceso de clasificación. La tabla 3 presenta las matrices de confusión del proceso de clasificación de los comentarios, correspondiente a cada una de las versiones.

Tabla 3. Matrices de confusión de versiones de *SocialMining*

	Versión 1		Versión 2		Versión 3	
	Valor Actual		Valor Actual		Valor Actual	
Valor predictivo	2270	2000	2197	458	2173	363
	33	691	95	2226	118	2260
Total	4,994		4,976		4,914	

Fuente: Gutiérrez, 2016 (elaboración propia)

Es necesario indicar que en las matrices de confusión de cada una de las versiones no se completan los 5002 comentarios del corpus, esto se debe a la variación de resultados en la clasificación de comentarios por el Modelo Computacional *SocialMining*, el cual clasificó algunos comentarios como neutrales.

En la versión 1, resultaron 26 comentarios etiquetados como neutrales, en la versión 2, son 8 comentarios etiquetados como neutrales y, por último, en la versión 3 se etiquetaron 88 comentarios neutrales. Una de las razones en la variación de la clasificación de los comentarios, se debe a que en el modelo propuesto no se considera la semántica, por lo que no detecta aquellos comentarios que cambian su polaridad de positiva a negativa o de negativa a positiva, debido a un término de contraposición (por ejemplo: pero, sin embargo, no obstante, aunque, entre otros); en consecuencia, esto, provoca un error en la clasificación.

A pesar de que el Modelo Computacional *SocialMining* en la versión 3 etiqueta más comentarios neutrales a diferencia de la versión 1 y 2, hay una mejora en el desempeño de la precisión total y ponderada. La tabla 4 presenta los resultados de las métricas: sensibilidad (VRP), precisión total (ACC), precisión ponderada (WACC) y especificidad (SPC) de cada una de las versiones del Modelo Computacional *SocialMining*. En esta tabla se puede observar la mejora en resultados de clasificación de la versión 3, la cual alcanza poco más de 0.90 en las métricas de precisión total y ponderada, resultado que se considera aceptable en la literatura (Mejova, 2009; Prasad, 2010; Gupte, 2014).

Tabla 4. Resultados de métricas de cada versión

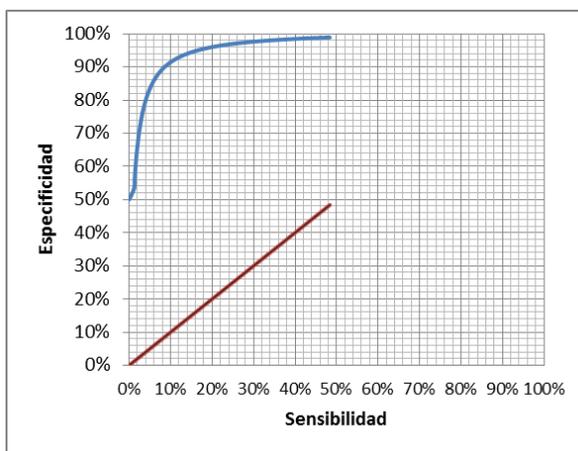
	Valor (versión 1)	Valor (versión 2)	Valor (versión 3)
VRP	0.985670864	0.958551483	0.948494107
SPC	0.256781865	0.829359165	0.861608845
ACC	0.592911494	0.888866559	0.902116402
WACC	0.743017907	0.893282329	0.903619834

Fuente: Gutiérrez, 2016 (elaboración propia)

Considerando los resultados de las métricas VRP y SPC de la versión 3 del Modelo Computacional *SocialMining*, se procede a obtener una relación de valores predictivos, con el propósito de construir la curva ROC, en la cual mediante la curva puede observarse el incremento del desempeño en la clasificación de comentarios del Modelo Computacional *SocialMining* (ver figura 4).

Según investigaciones de la literatura (Mejova 2009; Prasad 2010; Gupte 2014), la técnica de Naïve Bayes aplicada en el análisis de emociones en comentarios puede lograr buenos resultados en procesos de clasificación; en este caso, el resultado de la precisión total y de la precisión balanceada del Modelo Computacional *SocialMining* fue de un 0.90, este resultado se considera factible y se atribuye al uso de Naïve Bayes en combinación con el corpus de subjetividad.

Figura 4. Curva ROC obtenida con base a los valores predictivos del caso de estudio



Fuente: Gutiérrez, 2016 (elaboración propia)

## Caso de estudio

Una vez obtenidas las métricas del Modelo Computacional *SocialMining*, se realizó un caso de estudio con el fin de medir el desempeño del mismo modelo con un corpus de comentarios nuevo, el cual se conformó por estudiantes del 5º cuatrimestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas que evaluaron a 11 profesores. Este corpus es descrito en la sección II de Materiales y Métodos.

Posteriormente al proceso de clasificación por el Modelo Computacional *SocialMining* se procedió a comparar contra el nuevo corpus de comentarios generado para este estudio. La figura 5 muestra los resultados de esta comparación; en la parte horizontal de la gráfica se ubican los 11 profesores, la parte vertical presenta el número de comentarios positivos o negativos obtenidos. Los comentarios etiquetados manualmente se identifican por la palabra “manual”, mientras que los comentarios etiquetados por el Modelo Computacional *SocialMining* se identifican por la palabra “SM”. El corpus utilizado en este caso de estudio es diferente, con el fin de comparar el desempeño en clasificación por el algoritmo. Tal como se explicó en la sección de Materiales y Métodos, está conformado por un total de 623 comentarios, de los cuales 304 son comentarios negativos, 305 son comentarios positivos y 14 son comentarios neutrales.

Figura 5. Gráfico de valores predictivos obtenidos en caso de estudio



Fuente: Gutiérrez, 2016 (elaboración propia)

Como se puede observar en la figura 5 los resultados de la clasificación de comentarios del Modelo Computacional *SocialMining* no varían substancialmente de los comentarios etiquetados manualmente; puesto que clasifica correctamente

273 comentarios negativos de 304 y 302 comentarios positivos de 305. El resultado de las métricas obtenidas, se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados de la precisión y la sensibilidad

ACC	WACC	VPR	SPC
0.936482085	0.936338172	0.978494624	0.901492537

Fuente: Gutiérrez, 2016 (elaboración propia)

De igual manera en este caso de estudio se clasificaron 9 comentarios como neutrales falsos. Sin embargo, como puede observarse los valores de ACC y ACCW, incrementaron de un 0.90 (ver tabla 4) a un 0.93 (ver tabla 5), lo cual denota que el Modelo Computacional *SocialMining* puede mejorar con el uso del corpus de subjetividad en combinación con el algoritmo de Naïve Bayes.

## CONCLUSIONES

La evaluación del profesor por el alumno mediante la aplicación de cuestionarios a estudiantes ha sido de gran utilidad para la retroalimentación de la labor del profesorado. Esto se facilita cuando existe una calificación cuantitativa en cada una de las dimensiones evaluadas mediante las preguntas. Sin embargo, esta tarea requiere mayor dedicación y análisis cuando el cuestionario involucra un apartado especial para la expresión de comentarios libres por parte de los alumnos.

Lo anterior tiene como consecuencia que éstos no se lleguen a considerar. El Modelo Computacional *SocialMining* propuesto ayuda a tener un valor cualitativo respecto a estas opiniones, determinando si el comentario es positivo o negativo, lo cual puede implicar un desempeño bueno o malo del profesor. Además, la recopilación y el análisis automático periódico pueden favorecer un cambio en la actuación docente.

El análisis de los comentarios recolectados en Twitter y alimentados en la aplicación móvil EED favorecen la adecuación del corpus de subjetividad mediante la identificación de términos distintivos. El corpus de subjetividad en combinación con el algoritmo de Naïve Bayes mejora el proceso de clasificación. Sin embargo, para la mejora continua en los resultados de clasificación se considera importante mantener actualizado el corpus de subjetividad, ya que, por ejemplo, los coloquialismos varían con el tiempo y la región; además, es necesario verificar que la asignación de futuras etiquetas en los términos corresponda con el significado de éstos.

El uso de dispositivos móviles en la aplicación móvil EDD arrojó beneficios al proceso completo tales como conectividad, ubicuidad y permanencia. En la literatura se ha documentado que “las tecnologías móviles han redibujado el panorama

educativo, aportando a la educación, no solo movilidad, sino también conectividad, ubicuidad y permanencia” (Cantillo, 2012, p. 3).

La aplicación del Modelo Computacional *SocialMining* como apoyo para la evaluación del profesor por el alumno resulta factible para diferentes aspectos a mejorar en el proceso de enseñanza. Asimismo, la generación de un corpus en español dedicado a la educación y específicamente enfocado a la evaluación del profesor por el alumno permite ser aplicado en diferentes instituciones de educación superior. La ventaja de la adecuación del corpus de subjetividad en combinación con Naïve Bayes puede derivar incluso en una implementación de un sistema recomendador, para los casos en los cuales sea detectada una debilidad en el desempeño del profesor, pudiendo ofrecer a este curso de formación de competencias, docentes que contribuyan a la mejora de sus clases.

De la misma forma, mediante la aplicación del Modelo Computacional *SocialMining* fue posible observar ciertos comportamientos de los estudiantes en sus comentarios, que pueden beneficiar a la mejora del Modelo mencionado. Una de las observaciones percibidas mediante el análisis de comentarios es que los estudiantes por lo regular usan la evaluación docente como un medio para quejarse de las clases, si existe un caso o situación que no les agrada, muy pocos aplauden el esfuerzo del profesor y sugieren estrategias o cambios para mejorar la clase. Por ejemplo, los comentarios de grupos donde el índice de aprovechamiento es alto sugieren al profesor cambios constructivos con el fin de aprender mejor e incluso existen comentarios donde reconocen el esfuerzo del profesor al impartir clases, contrariamente a lo que sucede en algunos otros grupos donde no muestran interés por evaluar a sus profesores y se observa un bajo rendimiento académico.

Otra observación del análisis de comentarios que se detecta como problema para el proceso de clasificación del Modelo Computacional *SocialMining* es que los estudiantes utilizan palabras negativas para expresar comentarios positivos, por ejemplo “*el profesor no es tan malo en sus clases*”; por lo cual, para mejorar el desempeño de la clasificación de comentarios en el Modelo Computacional *SocialMining*, se vuelve necesario explicar a los estudiantes cómo expresar correctamente un comentario. No obstante, esta observación puede ser considerada también como un área de oportunidad para implementar técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural y semántica con el fin de minimizar dicho problema.

A pesar de los problemas detectados en este trabajo con base en el análisis de comentarios, los resultados obtenidos en las métricas indican que el desempeño del Modelo Computacional *SocialMining* en el proceso de clasificación de comentarios de la evaluación por el alumno es factible. Sin embargo, se resalta la importancia de mantener actualizado el corpus de subjetividad, debido a la variedad de coloquialismos con la que se pueden expresar los estudiantes de las instituciones. De igual manera, es posible aplicar el Modelo propuesto a otro contexto diferente, siempre y cuando se adecúe el corpus de subjetividad al área correspondiente.

## AGRADECIMIENTOS Y CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Las autoras contribuyeron de igual manera a este trabajo. Las autoras de este artículo agradecen el apoyo de PRODEP y CONACYT.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altrabsheh, N., Cocea, M., y Fallahkhair, S. (2014). Learning Sentiment from Students' Feedback for Real-Time Interventions in Classrooms. Adaptive and Intelligent Systems. Volume 8779 of the series Lecture Notes in Computer Science, 40-49. doi: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-11298-5\\_5](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-11298-5_5)
- Arrabal-Sánchez, G., y De-Aguilera-Monyano, M. (2016). Comunicar en 140 caracteres. Cómo usan Twitter los comunicadores en España. Revista Científica de Educomunicación. *Comunicar*, 46(XXIV). 9-17. Recuperado de <http://goo.gl/YOqybX>
- Bayes T. (1763). An Essay towards solving a Problem in the Doctrine of Chances. By the late Rev. Mr. Bayes, F. R. S. communicated by Mr. Price, in a letter to John Canton, A. M. F. R. S. *Philosophical Transactions* (1683-1775), 370-418.
- Bravo, E., Pedraza, A., y Herrera, L. (2013). *Educación 2.0: Twitter como herramienta de aprendizaje de la Ingeniería*. Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institution.
- Brusilovsky, P. (2001). Adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11(1-2), 87-110.
- Cantillo, V., Roura, R., y Sánchez, P. (2012). Tendencias Actuales en el uso de dispositivos móviles en educación. *La Educación Digital Magazine*, 147.
- Córdova, K. E. G., y González, J. R. V. (2015). Evaluación del desempeño: acercando la investigación educativa a los docentes. *REVALUE*, 3(2). Recuperado de <http://revalue.mx/revista/index.php/revalue/issue/current>
- Crovi, D., y Lemus, M. C. (2014). Jóvenes estudiantes y cultura digital: una investigación en proceso. *Virtualis*, 9, 36-55. Recuperado de <http://goo.gl/SemHtj>
- Elizalde Lora, L., y Reyes Chávez, R. (2008). Key Elements for the Evaluation of the Teaching Performance. *Revista electrónica de investigación educativa*, 10(spe), 1-13.
- Gewerc, A., Montero, L., y Lama, M. (2014). Colaboración y redes sociales en la enseñanza universitaria [Collaboration and Social Networking in Higher Education]. *Comunicar*, 21(42), 55-63. doi: <https://doi.org/10.3916/C42-2014-05>
- González-Lizárraga, M., Becerra-Traver, M., y Yanez-Díaz, M. (2016). Ciberactivismo: nueva forma de participación para estudiantes universitarios. *Comunicar*, 24(46), 47-54. doi: <http://dx.doi.org/10.3916/C46-2016-05>
- Guerrero, C., Jaume, A., Juiz, C., y Lera, I. (2016). Use of Mobile Devices in the Classroom to Increase Motivation and Participation of Engineering University Students. *IEEE Latin America Transactions*, 14(1), 411-416.
- Gupte, A., Joshi, S., Gadgul, P., y Kadam, A. (2014). Comparative Study of Classification Algorithms used in Sentiment Analysis. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 5(5), 6261-6264. Recuperado de <http://goo.gl/tiHBT>
- Gutiérrez, G., Padilla, A., Canul-Recih, J., De-Luna, P., y Ponce, J. (2016). Proposal of a Sentiment Analysis Model in Tweets for improvement of the teaching - learning

- process in the classroom using a corpus of subjectivity. *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics*, 7(2), 22-34.
- Jurka, T. (2012). *Sentiment: Tools for Sentiment Analysis*. R package version 0.1, Recuperado de <http://goo.gl/oxASCV>
- Kaur, G., y Singla, A. (2016). Sentimental Analysis of Flipkart reviews using Naïve Bayes and Decision Tree algorithm. *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology*, 5(1), 148-153.
- Liu, B. (2010). Sentiment Analysis and Subjectivity. In N. Indurkhia y F. J. Damerau (Eds.), *Handbook of natural language processing*, 627-666. Chapman and Hall: CRC Press.
- Loureiro, S., Míguez, M., y Otegui, X. (2016). Desempeño docente en la enseñanza universitaria: análisis de las opiniones estudiantiles. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 7(1), 55-67. Recuperado de <https://goo.gl/hm1eAq>
- Martínez González, A., Sánchez Mendiola, M., y Martínez Stack, J. (2010). Los cuestionarios de opinión del estudiante sobre el desempeño docente: Una estrategia institucional para la evaluación de la enseñanza en Medicina. *Revista electrónica de investigación educativa*, 12(1), 1-18.
- Mejova, Y. (2009). *Sentiment Analysis: An Overview*. Comprehensive Exam Paper. Recuperado de <https://goo.gl/xsFTV9>
- Moreno, R. D., Cepeda, I. M. L., y Romero, S. P. (2004). El modelo de evaluación, intervención y análisis de procesos como propuesta de diseño instruccional. *Enseñanza e Investigación en Psicología*. 9(2), 271-291.
- Novak, J., y Cowling, M. (2011). *The implementation of social networking as a tool for improving student participation in the classroom*. Hobart: ISANA International Education Association Inc. Recuperado de <http://goo.gl/IW6lGc>
- Ortigosa, A., Martín, J., y Carro, R. (2014). Sentiment analysis in Facebook and its application to e-learning. *Computers in Human Behavior*, 31, 527-541, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2013.05.024>
- Prasad, S. (2010). *Micro-blogging Sentiment Analysis Using Bayesian Classification Methods*. CS224N Project Report, Stanford. Recuperado de <http://goo.gl/W2koQT>
- R-Core-Team (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Recuperado de <http://goo.gl/e4oyiU>
- Riloff, E., y Wiebe, J. (2003). Learning extraction patterns for subjective expressions. *Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*. (pp. 105-112). Recuperado de <https://goo.gl/seoaIg>
- Ruiz Carrascosa, J. (2005). La evaluación de la docencia en los planes de mejora de la Universidad, *Educación XXI*, 8, 87-102.
- Salton, G., y McGill, M. J. (1986). *Introduction to modern information retrieval*.
- Spackman, K. A. (1989). Signal detection theory: Valuable tools for evaluating inductive learning. *Proceedings of the Sixth International Workshop on Machine Learning*. San Mateo, CA: Morgan Kaufman, (pp. 160-163).
- Tan, S., Cheng, X., Wang, Y., y Xu, H. (2009). Adapting naive bayes to domain adaptation for sentiment analysis. *Advances in Information Retrieval*, 337-349.
- Tirado Segura, F., Miranda Díaz, A., y Sánchez Moguel, A. (2007). La evaluación como proceso de legitimidad: la opinión de los alumnos. Reporte de una experiencia. *Perfiles educativos*, 29(118), 7-24.
- Valencia, A., González G., y Castañeda M. (2016). Structural Equation Model for Studying the Mobile-Learning Acceptance.

*IEEE Latin America Transactions*, 14(4),  
1988-1992.  
Zaldivar, A., Tripp, A., Aguilar, J., Tovar,  
J., y Anguiano, C. (2015). Using Mobile

Technologies to Support Learning in  
Computer Science Students. *IEEE Latin  
America Transactions*, 13(1), 377-382.

## PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DE LAS AUTORAS

**Guadalupe Gutiérrez Esparza.** Profesora de Tiempo Completo de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Politécnica de Aguascalientes. Posee Doctorado en Ciencias de Computación de la UJAT. Sus líneas de investigación giran en torno al desarrollo de algoritmos de inteligencia artificial aplicados a la minería de textos con enfoque a contextos de la educación y ciencias sociales.

E-mail: [guadalupe.gutierrez@upa.edu.mx](mailto:guadalupe.gutierrez@upa.edu.mx)

**María de Lourdes Margain Fuentes.** Doctora en Ciencias de la Computación. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Ha desempeñado funciones directivas a nivel Posgrado y Pregrado en la Universidad Politécnica de Aguascalientes. Evaluador nacional CIEES y CONAIC. Sus líneas de investigación y proyectos de desarrollo tecnológico atienden la ingeniería de software e inteligencia artificial.

E-mail: [lourdes.margain@upa.edu.mx](mailto:lourdes.margain@upa.edu.mx)

**Tania Aglaé Ramírez del Real.** Coordinadora de la Maestría en Ciencias en Ingeniería de la Universidad Politécnica de Aguascalientes desde octubre de 2015. Actualmente se encuentra estudiando el Doctorado en Ciencia y Tecnología con orientación en Opto-Electrónica en la Universidad de Guadalajara. Sus áreas de interés abarcan educación en ingeniería, control adaptable e inteligente, automatización y aplicaciones ópticas.

E-mail: [tania.ramirez@upa.edu.mx](mailto:tania.ramirez@upa.edu.mx)

## DIRECCIÓN DE LAS AUTORAS

Universidad Politécnica de Aguascalientes  
Calle Paseo San Gerardo No. 207  
Fracc. San Gerardo Aguascalientes,  
Ags. C.P. 20342. Aguascalientes, México

**Juana Canul Reich.** Posee un Doctorado en Ciencias de la Computación e Ingeniería de la Universidad del Sur de Florida (USF). Actualmente es profesora de la División Académica de Informática y Sistemas de la UJAT. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Sus líneas de investigación comprenden la minería de

datos y aprendizaje automático con enfoque en el análisis de datos de microarrays, selección de características y preprocesamiento de datos y análisis de datos.

E-mail: [juana.canul@ujat.mx](mailto:juana.canul@ujat.mx)

## DIRECCIÓN DE LA AUTORA

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco  
Av. Universidad, Manuel Sánchez Mármol  
Cunduacán, Tab. C.P. 86690. Tabasco, México

**Fecha de recepción del artículo:** 15/12/2016

**Fecha de aceptación del artículo:** 02/02/2017

## Como citar este artículo:

Gutiérrez, G., Margain, M., Ramírez, T., y Canul, J. (2017). Un modelo basado en el Clasificador Naïve Bayes para la evaluación del desempeño docente. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp. 293-313. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17717>



# Mobile Learning em aulas de campo: um estudo de caso em Geologia

## Mobile Learning in field trips: a case study in Geology

Edgar Marçal

Rossana Maria de Castro Andrade

Windson Viana

*Universidade Federal do Ceará (Brasil)*

### Resumo

As aulas de campo favorecem a aprendizagem por meio da melhoria das habilidades de observação, da descoberta e comunicação entre os alunos, do aumento na compreensão do conteúdo e da ampliação das possibilidades de aprendizado através de experiências reais. Entretanto, durante as aulas de campo, alunos e professores se deparam com obstáculos que podem comprometer os resultados dessas práticas educativas, como conteúdos insuficientes ou dispersão dos estudantes. Nesse sentido, as tecnologias móveis (como *smartphones*, *tablets* e redes sem fio) são utilizadas para contornar dificuldades existentes e ampliar os benefícios das aulas de campo. Este artigo descreve um estudo de caso realizado em uma aula de campo de um curso de graduação em Geologia, na qual os alunos utilizaram as tecnologias móveis para auxiliar a aprendizagem sobre mapeamento geológico. Após o uso em situações reais, os dezessete alunos responderam um instrumento estruturado de avaliação. As respostas dos alunos ao questionário foram favoráveis e mostram a aprovação das tecnologias móveis em campo. Obteve-se o escore SUS (usabilidade) de 83,4 para a aplicação móvel testada e 88% dos estudantes afirmaram que a solução possibilitou a execução das tarefas de aprendizagem em campo de forma mais eficiente. Somando-se a isso, a avaliação positiva do professor participante do estudo e a constatação do uso efetivo da aplicação móvel por todos os estudantes indicam que as tecnologias móveis têm potencial para se tornarem importantes ferramentas de apoio às aulas de campo de Geologia.

*Palavras-chave:* mobile learning; aulas de campo; contexto de aprendizagem; geologia.

### Abstract

Field trips favor learning by improving student observation, discovery, and communication skills, increased understanding of content and expansion of learning possibilities through real experiences. However, during field trips, students and teachers face obstacles that may compromise the results of these educational practices, such as insufficient content or student dispersal. In this sense, mobile technologies have been used to overcome existing difficulties and extend the benefits of field trips by providing tools that expand the resources for student learning. This paper describes a case study conducted in a field class of an undergraduate geology course in which students used mobile technologies to aid in learning about geological

mapping. After use in real situations, the seventeen students answered a structured evaluation instrument. The students' responses to the questionnaire were favorable and show the approval of the mobile technologies in field. The SUS score (usability) of 83.4 was obtained for the mobile application tested and 88% of the students stated that a solution made it possible to perform field learning tasks more efficiently. In addition, the positive evaluation of the teacher participating in the study and the finding of effective use of the mobile application by all students indicate that mobile technologies have the potential to become important tools in support of field trips of geology.

*Keywords:* mobile learning; field trips; learning context; geology.

As possibilidades de aprender em qualquer lugar e a qualquer momento com o suporte das tecnologias da informação e comunicação têm despertado a atenção na criação de contextos de aprendizagem, como os contextos formais, não-formais e informais (Valente e De Almeida, 2014). Em particular, as aulas de campo caracterizam-se como contextos de aprendizagem formais que acontecem fora do espaço escolar, nos quais os alunos experimentam na prática os conteúdos teóricos aprendidos em sala de aula.

As aulas de campo favorecem a aprendizagem por meio da melhoria das habilidades de observação, descoberta e comunicação dos alunos, aumento na compreensão do conteúdo e nas atitudes positivas em relação ao seu aprendizado (Pyke, 2015). Elas ampliam as possibilidades de ensino e aprendizagem por meio de experiências reais e proporcionam uma abordagem ao mesmo tempo mais complexa e menos abstrata dos fenômenos estudados (Behrendt e Franklin, 2014; Nabors, Edwards e Murray, 2009).

Entretanto, durante as aulas de campo, alunos e professores se deparam com obstáculos que podem comprometer os benefícios dessas práticas educativas. As exposições feitas pelos professores podem ter explicações superficiais e insuficientes para aquele contexto que não produzem nenhum potencial de aprendizagem (Behrendt e Franklin, 2014). Por outro lado, os professores afirmam que em diversas situações os alunos ficam dispersos e não prestam atenção nas explicações (Morentin e Guisasola, 2015). No caso específico das atividades de Geologia, os alunos precisam carregar consigo diferentes instrumentos (como GPS, bússola, câmera digital e caderneta de campo), o que dificulta o transporte e o manuseio deles, além de complicar a integração dos dados coletados (Weng, Sun e Grigsby, 2012).

Nesse sentido, as tecnologias móveis têm sido utilizadas para contornar dificuldades semelhantes às apontadas e para ampliar os benefícios das aulas de campo ao fornecer ferramentas para: identificação do contexto de aprendizagem do aluno para entrega de conteúdos e exercícios de acordo com a situação dele naquele momento; registro das ações e preferências dos aprendizes para recomendações futuras em atividades similares; integração de diversos sensores e ferramentas em um único dispositivo para coleta e anotação de informações; e, comunicação entre

alunos e professores com as redes sem fio para atribuição de tarefas, esclarecimento de dúvidas ou compartilhamento de ideias (Marçal, Andrade e Viana, 2015).

Porém, a utilização direta dos recursos da Computação Móvel em aulas de campo não significa necessariamente o alcance dos benefícios citados. Os resultados a serem obtidos (positivos ou negativos) irão variar de acordo com os contextos de aprendizagem nos quais as tecnologias móveis serão aplicadas. Portanto, torna-se importante a condução de pesquisas em situações reais para se aprofundar as constatações sobre a relação entre as tecnologias móveis e seu uso em aulas de campo em diferentes cenários.

No caso particular desse artigo, pretendeu-se examinar as contribuições e obstáculos ao uso das ferramentas da Computação Móvel em aulas de campo de Geologia. De forma mais específica, foram investigados os seguintes pontos: os níveis de usabilidade e utilidade percebidos pelos alunos sobre uma aplicação móvel para apoio a uma aula de campo de Geologia; os aspectos positivos, negativos e as sugestões de melhorias dos alunos, a partir de uma experiência real, sobre o uso de ferramentas móveis em campo; a viabilidade e a forma que os dados coletados em campo podem ser utilizados posteriormente por alunos e professores; e, a percepção de um professor de Geologia sobre o uso das tecnologias móveis na sua aula de campo. Para isso, foi realizado um estudo de caso em uma aula de campo de um curso de graduação em Geologia, na qual os alunos utilizaram uma aplicação e ferramentas da Computação Móvel para auxiliar a aprendizagem sobre mapeamento geológico.

## CONTEXTOS DE APRENDIZAGEM E AULAS DE CAMPO

Segundo Figueiredo e Afonso (2006), o futuro da aprendizagem não se encontra apenas nos conteúdos, mas principalmente nos contextos em que o aprendiz se encontra, levando-se em conta as interações e as atividades envolvidas. Para eles, o contexto de aprendizagem consiste no conjunto de circunstâncias relevantes para o aprendiz construir o seu conhecimento, que é constituído por três elementos: Evento de Aprendizagem, que se trata da situação onde o indivíduo aprende; Conteúdo, que corresponde à informação passada ao aprendiz, seja por texto, discurso do professor, material multimídia ou outro meio; e, Contexto, que é o conjunto de circunstâncias que são relevantes para o aprendiz construir conhecimento.

Para Duchastel e Molz (2005), o contexto de aprendizagem como um todo pode ser composto por outros quatro contextos diferentes: Contexto da Experiência, o qual é baseado no aprendiz, em suas experiências, seus conhecimentos, suas competências, seus interesses, etc.; Contexto da Informação, que consiste na informação presente ou acessível no evento de aprendizagem; Contexto da Comunidade, que está relacionado aos aspectos da comunicação entre os aprendizes; e, Contexto da Instituição, que diz respeito ao espaço socioeconômico e as relações institucionais onde a aprendizagem acontece.

Em Erstad et al. (2016), os autores discutem o processo da aprendizagem suportado pelas tecnologias de informação e comunicação ao longo de contextos distintos, envolvendo diferentes locais, horários, conteúdos e recursos disponíveis. Eles afirmam que a investigação dos contextos de aprendizagem tornou-se um fator chave nas pesquisas para exploração das interseções entre os espaços dentro e fora das escolas ou entre cursos online e off-line.

Nesse sentido, as aulas de campo se caracterizam como importantes contextos de aprendizagem, sendo aplicadas em diversas áreas para diferentes faixas etárias, como visitas de crianças a museus ou exploração de afloramentos geológicos por alunos universitários. Elas ampliam as possibilidades de ensino e aprendizagem através de experiências reais e melhoria na compreensão do conteúdo, nas habilidades de observação e comunicação.

Tomando-se como exemplo uma aula de campo de Geologia e seguindo a abordagem de Figueiredo e Afonso (2006), têm-se os seguintes elementos nesse contexto de aprendizagem: a aula de campo em si como o Evento de Aprendizagem, onde os alunos se deslocam para um ambiente fora da Universidade com o objetivo de adquirir determinados conhecimentos específicos sobre uma região; as explicações do professor e o material de apoio levado pelos alunos, como o Conteúdo; e, as características geológicas da região visitada no momento da aula, como o Contexto. Além disso, através desse exemplo é possível identificar os quatro contextos propostos por Duchastel e Molz (2005): as experiências dos alunos com aulas de campo (Contexto da Experiência); a comunicação entre os estudantes que participam daquela aula (Contexto da Comunidade); os procedimentos padrões adotados pela Universidade que conduz a aula de campo (Contexto da Instituição); e, as informações repassadas pelo professor e o material utilizado pelos alunos em campo (Contexto da Informação).

## TECNOLOGIAS MÓVEIS EM AULAS DE CAMPO

Uma abordagem que tem demonstrado resultados positivos no apoio à realização das atividades de aprendizagem nas aulas de campo é a utilização das tecnologias móveis (Chiang, Yang e Hwang, 2014; Chen, Liu e Hwang, 2015). Elas possibilitam a contextualização da informação em campo, fornecendo o conteúdo que se mostra mais adequado à situação em que o aprendiz se encontra (como localização e horário) e ao que ele está realizando ou interessado naquele momento, através de um único dispositivo que integra diferentes ferramentas (e.g. GPS, bússola, câmera digital).

A inserção dos dispositivos móveis (como *smartphones* e *tablets*) nos processos de ensino e aprendizagem deu origem ao conceito de *Mobile Learning* (ou *m-learning*). Esse paradigma surgiu a partir da utilização das tecnologias móveis e sem fio como parte de um modelo de aprendizado integrado (Marçal, Andrade e Rios, 2005). Segundo Peng et al. (2009), o *m-learning* trata-se de uma evolução do *e-learning* com a adição dos recursos da Computação Móvel.

Nos últimos anos, os recursos da Computação Móvel têm sido incorporados em aulas de campo sobre diferentes assuntos, por exemplo: botânica (Lo e Quintana, 2013), cultura local (Hwang e Chang, 2015) e vocabulário (Santos et al., 2016). De uma forma geral, os estudos têm indicado a relevância do uso das tecnologias móveis em aula de campo. Entretanto, as vantagens alcançadas e os obstáculos enfrentados variam de acordo com diferentes fatores, tais como: as circunstâncias em que as aulas acontecem; os conhecimentos e experiências dos aprendizes; as informações disponibilizadas em campo; e as ferramentas utilizadas para suporte à aula.

## METODOLOGIA

Este trabalho adotou o método do Estudo de Caso proposto por Yin (2001), que prevê três fases distintas: i) a escolha do referencial teórico da pesquisa, a seleção dos casos e o desenvolvimento de protocolos para a coleta dos dados; ii) a condução do estudo de caso; iii) a análise dos dados obtidos. Optou-se por garantir a execução do estudo em uma aula de campo real de Geologia tendo em vista o fato de pesquisas indicarem que diferentes questões ambientais podem dificultar o uso dos dispositivos móveis em atividades fora de sala de aula (Meek et al., 2013; Chen, Liu e Hwang, 2015), por exemplo: excesso de iluminação ou chuvas, que dificultam a visualização da tela do dispositivo tanto para escrita de texto quanto para captura de fotos; ausência de conexão com a Internet, que impossibilita a troca de informações remotas; queda da bateria do dispositivo e indisponibilidade de meios para carregamento imediato; entre outros.

## Instrumentos

Existem disponíveis na literatura diferentes questionários padronizados para avaliar as respostas dos participantes de um estudo e aferir o nível de diferentes características de um sistema. As principais vantagens da utilização desses instrumentos são: objetividade na coleta, replicabilidade do instrumento e quantificação dos resultados, através de cálculos estatísticos (Sauro e Lewis, 2012).

O questionário utilizado para avaliação dos resultados deste estudo de caso é composto por dezoito perguntas e é dividido em três partes: a primeira parte, baseada no *System Usability Scale* - SUS (Brooke, 1996), objetiva coletar informações sobre a facilidade de uso (Usabilidade) da aplicação gerada e a simplicidade para aprender a usá-la (Capacidade de Aprendizado); a segunda parte, baseada no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) de Davis (Davis, 1989), é voltada para identificar o nível de utilidade do aplicativo percebido pelos alunos (Utilidade Percebida) durante o uso em campo; a terceira parte do instrumento é composta por duas questões abertas, que objetivam coletar as opiniões dos alunos sobre preferências na utilização da aplicação, pontos positivos, negativos e sugestões de melhorias.

Seguem abaixo as 10 questões que compõem a primeira parte do instrumento de avaliação, que consiste em uma versão traduzida para o português do questionário SUS por Tenório et al. (2010).

1. Eu acho que gostaria de usar esse sistema frequentemente.
2. Eu achei esse sistema desnecessariamente complexo.
3. Eu achei o sistema fácil para usar.
4. Eu acho que precisaria do apoio de um suporte técnico para ser possível usar este sistema.
5. Eu achei que as diversas funções neste sistema foram bem integradas.
6. Eu achei que houve muita inconsistência neste sistema.
7. Eu imaginaria que a maioria das pessoas aprenderia a usar esse sistema rapidamente.
8. Eu achei o sistema muito pesado para uso.
9. Eu me senti muito confiante usando esse sistema.
10. Eu precisei aprender uma série de coisas antes que eu pudesse continuar a utilizar esse sistema.

As questões que compõem a segunda parte do instrumento foram baseadas no modelo TAM com adaptações para o contexto de aplicações móveis educativas, semelhantemente aos estudos de Zbick et al. (2015) e Chung, Chen e Kuo (2015). São elas:

11. Facilitou-me coletar os dados usando recursos como a câmera e o microfone.
12. Dificultou-me a escrever textos e números.
13. Permitiu-me executar as tarefas em campo mais eficientemente.
14. Complicou a minha execução das atividades de aprendizagem.
15. É uma tecnologia útil para coleta dos dados.
16. Ajudou-me a compreender melhor os conceitos da aula de campo.

## **Participantes**

Para a realização do estudo de caso foi escolhida a disciplina “Mapeamento de Terrenos Sedimentares” do curso de graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará. O objetivo principal dessa disciplina é treinar os alunos em técnicas de mapeamento geológico de bacias sedimentares utilizando aulas práticas de campo. O estudo foi realizado em dezembro de 2015, no interior do Estado do Ceará – Brasil. Nessa aula de campo, os alunos deveriam visitar seis afloramentos geológicos para alcançar os objetivos de aprendizagem da disciplina. Durante o uso do aplicativo nos locais dos afloramentos, observou-se que não havia conexão de Internet móvel e, por vezes, não havia nenhum tipo de sinal nos telefones celulares.

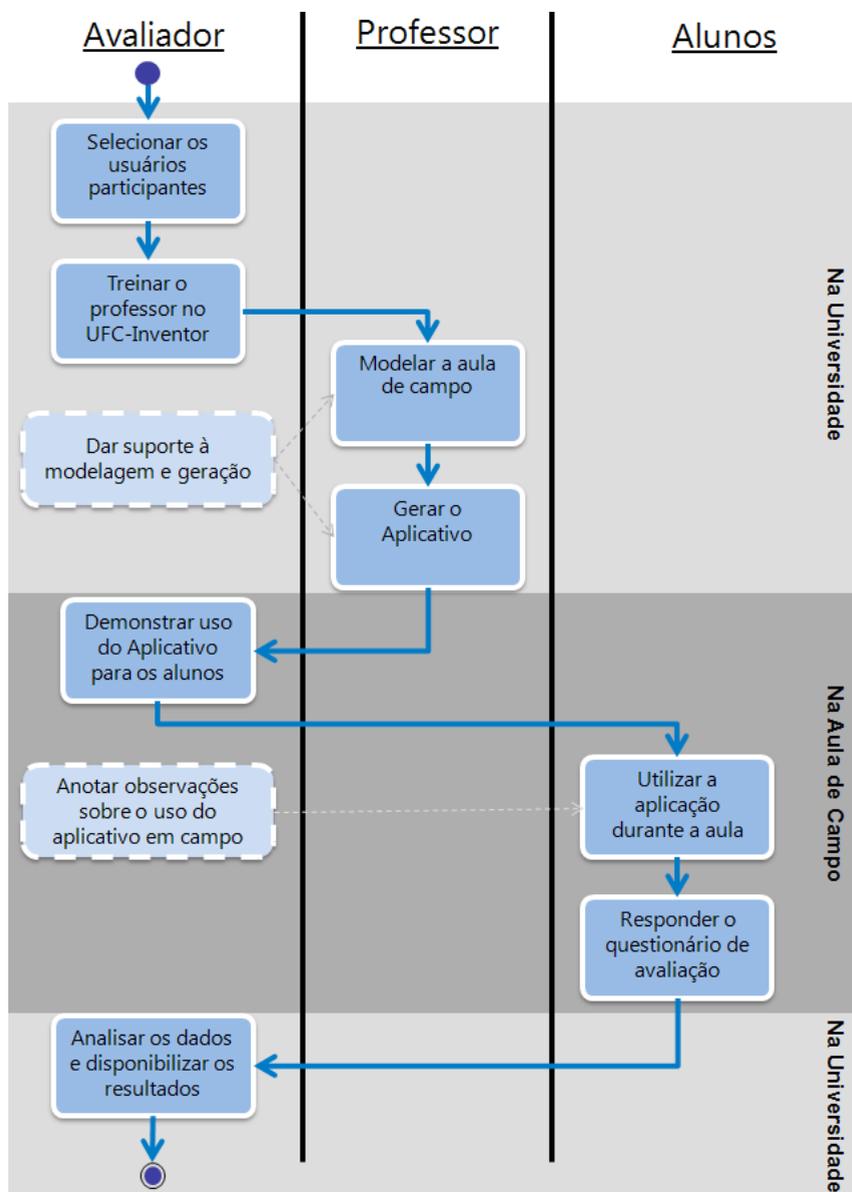
A turma selecionada era composta por um professor e dezessete alunos, com faixa etária entre 20 e 27 anos. Com relação aos alunos, todos já tinham experiência com aulas de campo. Entretanto, nenhum deles havia utilizado um aplicativo educativo em campo anteriormente. Celulares extras foram levados para o caso de alguns alunos não terem celulares compatíveis com as versões geradas da aplicação. Assim, possibilitou-se que todos realizassem os testes de forma individualizada. Dos dezessete dispositivos utilizados, quinze tinham o sistema operacional Android e dois utilizavam Windows Phone.

## Procedimento

O estudo de caso seguiu as fases que compõem uma aula de campo (Shakil, Faizi e Hafeez, 2011): desde o planejamento (pré-campo), passando pela aula de campo em si, até a consulta dos dados após o retorno da aula (pós-campo). A Figura 1 apresenta um diagrama com todas as ações executadas. Observa-se a participação de três atores: o avaliador (primeiro autor deste artigo), o professor da disciplina, e os alunos. Através da figura percebe-se que a avaliação ocorreu em dois espaços: na Universidade e na região da aula de campo.

Após a definição dos participantes, o avaliador realizou um treinamento para o professor na ferramenta de autoria UFC-Inventor (Marçal, 2016), para que ele pudesse modelar a aula e gerar o aplicativo para os dispositivos móveis dos alunos. O UFC-Inventor consiste em um sistema, na plataforma Windows, para modelagem gráfica de aulas de campo com recursos de Computação Móvel, geração de aplicações e disponibilização delas para os alunos. Com o UFC-Inventor, o projetista (e.g. professor ou especialista de área) pode realizar as seguintes ações: modelar as atividades de aprendizagem e o fluxo que elas devem acontecer, através de um editor gráfico; inserir no projeto da aula recursos como elementos multimídia (e.g. texto, imagens, áudios, vídeos), sensores (e.g. GPS, bússola, acelerômetro) e de comunicação sem fio (e.g. chat, transferência de arquivo); e, gerar uma aplicação móvel para diferentes sistemas operacionais (Android, iOS e Windows Phone). Depois da geração, o executável da aplicação fica armazenado em um servidor na Internet e é disponibilizado um link para que o aluno possa baixá-lo e instalar em seu dispositivo móvel. O professor pode utilizar diferentes formas para enviar esse link para seus alunos, tais como e-mail, SMS ou aplicativo de mensagens.

Figura 1. Procedimento realizado no estudo de caso



A partir do modelo elaborado da aula, foram geradas versões da aplicação compatíveis com os dois sistemas operacionais dos dispositivos móveis utilizados

(Android e Windows Phone). A Figura 2 apresenta algumas telas do aplicativo gerado. Ele é composto por 52 telas com textos instrutivos, imagens explicativas e perguntas, além dos recursos de câmera, microfone e GPS do dispositivo móvel. Após a viagem para o local da aula de campo e antes do início, o avaliador demonstrou o funcionamento do aplicativo aos alunos.

Foram visitados seis afloramentos geológicos, das 8h da manhã até às 3h da tarde. A Figura 3 mostra um dos momentos do teste em campo. Durante as visitas, os alunos escutavam as explicações do professor, realizavam anotações na caderneta de campo e utilizavam o aplicativo, para consultar conteúdos e responder as tarefas contidas nele. Por fim, após o retorno para Universidade, o avaliador realizou a análise dos dados, considerando as respostas dos alunos aos questionários de avaliação, as observações anotadas e os dados registrados pelos alunos através do aplicativo. É importante destacar que o teste foi realizado de forma a não atrapalhar o andamento normal da aula, mantendo-se os mesmos locais e horários usuais.

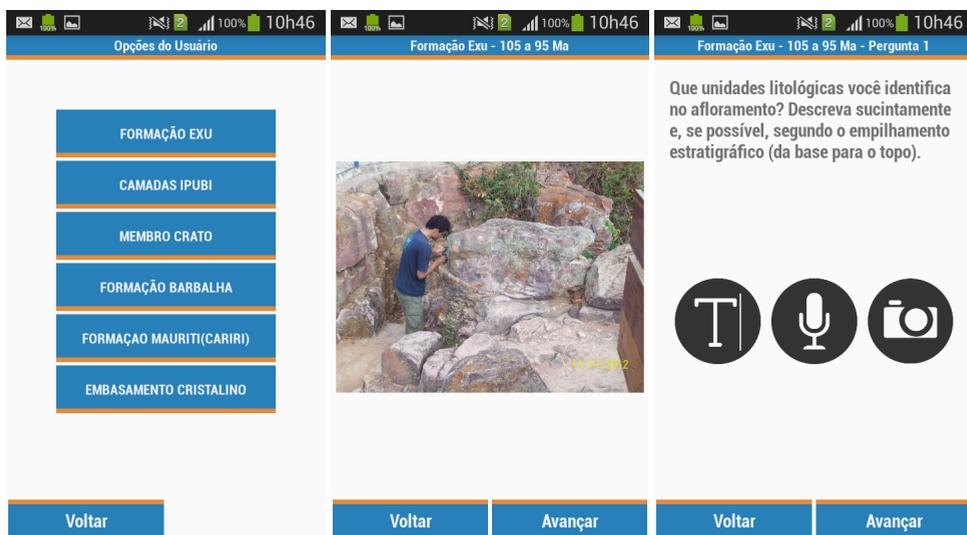
Figura 2. Uso do aplicativo *móvel* pelos alunos durante a aula de campo



Para evitar fatores que interferissem na avaliação do uso do aplicativo, alguns detalhes foram pensados de forma a tentar garantir a validade do estudo, conforme recomendações de Sauro e Lewis (2012): a turma foi composta com alunos com perfis similares e experientes em aulas de campo; o tamanho da amostra ( $N = 17$ ) é uma quantidade aceita como válida para realização de cálculos estatísticos (Sauro, 2011); foi feita uma explanação sobre os objetivos do estudo e funcionamento do aplicativo, antes do início do teste; e, as tarefas solicitadas não eram complexas e repetiam-se, o que facilitava a utilização da aplicação. Finalmente, não era necessário que o aluno se identificasse no instrumento de avaliação.

## RESULTADOS

Figura 3. Telas do aplicativo testado em campo



A Tabela 1 apresenta um resumo da análise sobre a primeira parte do questionário de avaliação, que corresponde às questões baseadas na escala SUS. Os resultados demonstram que a aplicação recebeu uma boa avaliação de usabilidade (83,4). Além disso, também se pode afirmar, com 95% de confiança, que o escore SUS para essa população está entre 79,1 e 87,6. Estudos indicam o valor 70,0 como sendo o escore médio SUS mínimo para se considerar um sistema com um bom nível de usabilidade (Bangor, Kortum e Miller, 2009; Sauro e Lewis, 2012). Outros estudos também têm utilizado o questionário SUS para avaliação de aplicações móveis educativas, como em Zbick et al. (2015).

Tabela 1. Resumo da análise da primeira parte do questionário de avaliação

Variável	Valor
Tamanho da Amostra	17
Escore Médio SUS	83,4
Intervalo de Confiança	79,1 – 87,6
Margem de Erro	4,2
Nível de Confiança	95%
Desvio Padrão	8,2
Confiabilidade	0,819

Para atestar a confiabilidade dos dados obtidos, utilizou-se o coeficiente alfa de Cronbach (Bonett e Wright, 2015). O maior valor possível para esse coeficiente é 1,00, sendo 0,70 considerado o limite inferior para uma confiabilidade interna aceitável (Sauro, 2011). Como se pode observar na Tabela 1, o coeficiente alfa de Cronbach obtido nesse estudo foi de 0,819, caracterizando a amostra com um bom nível de confiabilidade.

Considerando-se o escore médio SUS, alguns estudos apresentam classificações baseadas nesse parâmetro para categorizar o nível de usabilidade de um sistema. A

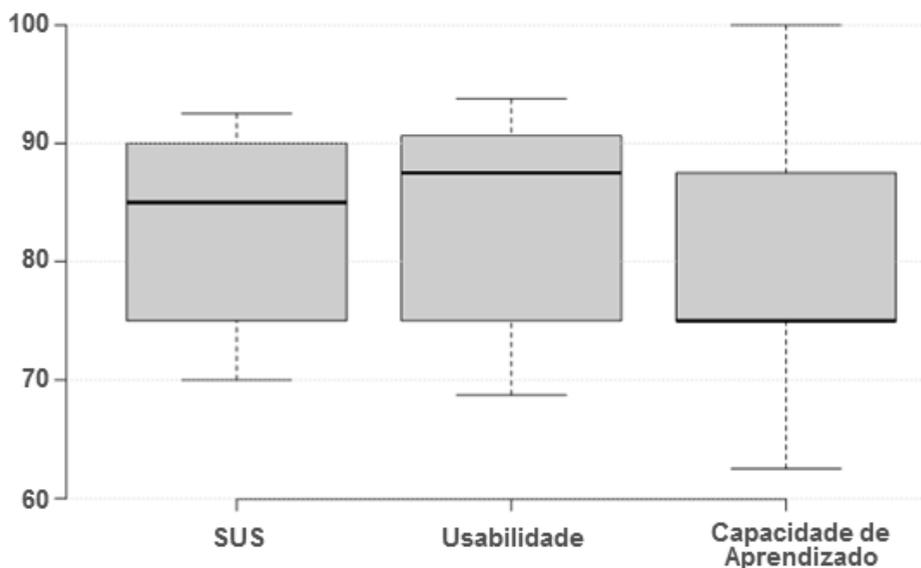
Tabela 2 mostra como o aplicativo testado se classifica com relação a duas escalas diferentes. Conforme pode se observar, utilizando a categorização de Bangor, Kortum e Miller (2009), a aplicação “Aula de Campo” enquadra-se na categoria B, que corresponde ao nível “Excelente” de usabilidade nessa escala. Sauro e Lewis (2012) apresentam uma escala na qual o aplicativo testado obtém nota A, que se trata do segundo melhor nível de classificação de usabilidade segundo essa categorização, abaixo apenas do A+.

Tabela 2. Classificação da usabilidade do aplicativo conforme duas escalas diferentes

Aplicativo	Escore SUS	Classificação Bangor, Kortum e Miller Faixa Nota	Classificação Sauro e Lewis Faixa Nota
Aula de Campo	83,4	80–90 B (Excelente)	80,8 – 84 A

Complementando a análise sobre as dimensões obtidas com o SUS (Usabilidade, Capacidade de Aprendizado e SUS médio), a Figura 4 apresenta um gráfico *bloxspot* que a mostra a distribuição e simetria dos escores obtidos. Esse gráfico reforça as seguintes constatações: uma distribuição concentrada e aproximada dos resultados (em torno de 80); e uma variação maior na Capacidade de Aprendizado, sendo aquela que apresenta a maior diferença em termos de limite superior (100,0) e inferior (62,5). Porém, mesmo com esse valor mínimo, as respostas de todos os alunos indicaram um escore médio SUS acima de 70,0. Isso se deve ao fato do SUS considerar a média das respostas de todas as perguntas e o cálculo da Capacidade de Aprendizado considerar apenas as questões 4 e 10.

Figura 4. Gráfico *bloxspot* sobre a usabilidade da aplicação testada



A Tabela 3 mostra os valores médios das respostas da segunda parte do instrumento de avaliação, que está associada à percepção dos alunos sobre a utilidade da aplicação para a aula de campo. Os bons resultados obtidos indicam que o aplicativo foi considerado útil pelos estudantes. O valor médio das respostas às questões redigidas positivamente (11, 13, 15 e 16) foi de 4,26. Dessas, apenas uma (Q16) obteve nota inferior a 4,0 (equivalente na escala Likert 5-pontos a opção “Concordo”), mesmo assim com o valor muito próximo a esse (3,94). Acredita-se que esse item obteve o menor resultado porque é o mais relacionado à questão da aprendizagem de conceitos teóricos, que é uma questão a ser melhor trabalhada com o professor especialista da área. Com relação às questões redigidas negativamente (12 e 14), os resultados demonstram que os alunos discordam que a aplicação dificulte o uso deles e complique a execução das atividades na aula de campo (médias menores ou iguais a 2,0).

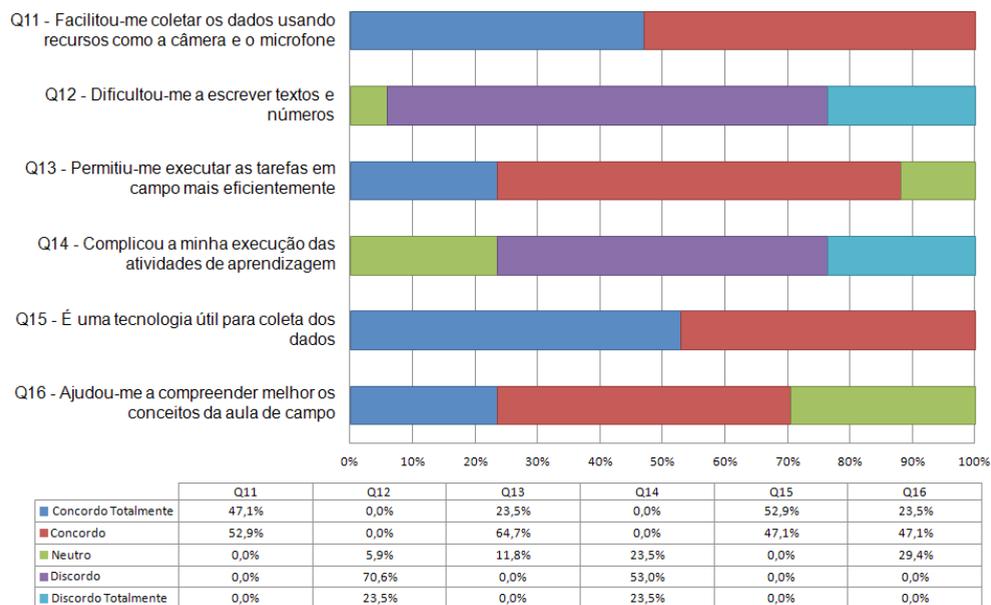
Tabela 3. Resultado da avaliação da utilidade da aplicação percebida pelos alunos

Questão	Média	Desvio Padrão
Q11 – Facilitou-me coletar os dados usando recursos como a câmera e o microfone.	4,47	0,51
Q12 – Dificultou-me a escrever textos e números.	1,82	0,53

Questão	Média	Desvio Padrão
Q13 – Permitiu-me executar as tarefas em campo mais eficientemente.	4,12	0,60
Q14 – Complicou a minha execução das atividades de aprendizagem.	2,00	0,71
Q15 – É uma tecnologia útil para coleta dos dados em campo.	4,53	0,51
Q16 – Ajudou-me a compreender melhor os conceitos da aula de campo.	3,94	0,75

Ainda com relação à análise das respostas da segunda parte do questionário, a Figura 5 mostra a frequência (%) das respostas dos alunos referentes à utilidade da aplicação. Destacam-se positivamente as questões 11 e 15, onde 100% dos alunos responderam que concordam ou concordam plenamente que a aplicação é uma tecnologia útil para coleta de dados e facilita essa tarefa através do uso da câmera e do microfone do dispositivo móvel.

Figura 5. Frequência (%) das respostas sobre a utilidade da aplicação



Na terceira e última parte do questionário, os estudantes tinham a oportunidade de escrever observações sobre a aplicação. Na questão 17, deveriam responder sobre que forma (ou que formas) preferiu utilizar para responder as perguntas do aplicativo. A Tabela 4 mostra que a principal forma utilizada foi através da escrita de

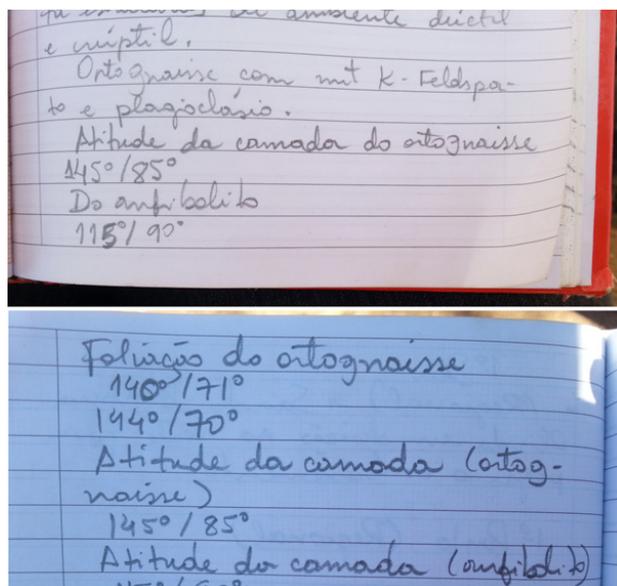
texto, ficando a captura de fotos da caderneta como segunda opção na preferência. A partir da leitura das respostas dessa questão, pôde-se concluir que o texto foi o preferido devido à praticidade e ao costume em usar essa forma de entrada no dispositivo móvel. Por outro lado, a gravação de áudio via microfone foi a opção menos usada em virtude de não ser um recurso usual para responder questões.

Tabela 4. Repostas sobre a preferência para responder as perguntas do aplicativo

Texto	Foto da Caderneta	Gravação de Áudio
94,1%	41,2%	5,9%

A possibilidade de capturar fotos da caderneta de campo para responder as perguntas foi uma opção elogiada por alguns alunos, que justificaram o uso dessa opção à agilidade proporcionada por essa funcionalidade. A Figura 6 mostra exemplos de fotos das cadernetas capturadas pelos próprios alunos através da aplicação durante o estudo de caso. Essas imagens foram usadas como respostas às perguntas do aplicativo. Pode-se observar que as fotos permitem a leitura do conteúdo e reutilização do mesmo, seja para elaboração do relatório final de campo ou para avaliação pelo professor.

Figura 6. Exemplos de respostas (fotografadas) às questões da aplicação



A última questão do instrumento de avaliação tratava-se de um espaço livre para eles escreverem sobre a aplicação e o uso dela em campo. Como pontos positivos, foram indicados:

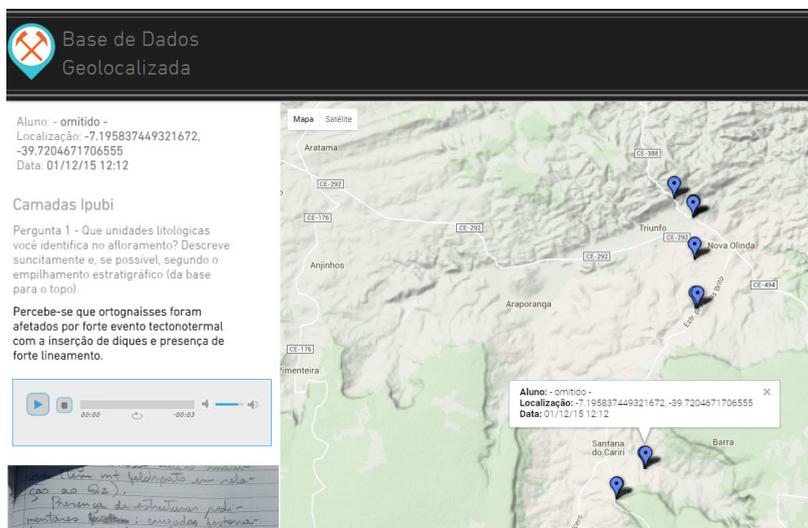
- A aplicação facilitou a coleta dos dados em campo, tornando-se um meio a mais para armazenar as informações durante a aula de campo;
- O conteúdo do aplicativo ajudou a compreensão dos conceitos ensinados pelo professor durante o campo;
- As diferentes formas de armazenamento de informação (texto, áudio e foto) enriqueceram a aula;
- O registro automático da localização (longitude e latitude) via GPS agilizou as anotações;
- A praticidade e agilidade para coletar as informações através de um único dispositivo, que concentrava vários recursos (como bússola, GPS e Câmera).

## **Visualização dos Dados Coletados em Campo**

Conforme Shakil, Faizi e Hafeez (2011), a importância de uma aula de campo não se encerra com a visita em si, ocorrendo ainda uma fase pós-campo onde os dados coletados são analisados. Nesse momento, os alunos devem consolidar as informações e conhecimentos adquiridos durante a aula em campo e produzir relatórios que serão avaliados pelos professores das disciplinas. Para possibilitar a visualização das informações no pós-campo, uma página Web foi desenvolvida (Figura 7) para acessar os dados que foram persistidos na plataforma na nuvem *Google Fusion Tables*<sup>1</sup>. Através da figura, é possível observar os marcadores indicando os seis afloramentos que foram visitados. As respostas do aluno para as perguntas sobre aquele afloramento selecionado (Camadas Ipubi), nas diferentes mídias (texto, áudio e foto), são apresentadas no lado esquerdo da página Web.

A escolha dessa plataforma ocorreu devido a dois motivos principais: por essa já ser umatecnologia adotada em outros estudos na área de Geociências (Yue, Jiang e Hu, 2014; Kirtiloglu, Orhan e Ekercin, 2016); e, por ela contar com o recurso para visualização automática de mapas.

Figura 7. Página Web para exibição dos dados do estudo de campo



## Avaliação do professor participante

Diferentemente da análise do uso do aplicativo pelos alunos, onde um questionário de avaliação foi utilizado, no caso do professor da disciplina, uma entrevista informal foi realizada. Com isso, pretendeu-se verificar os ganhos proporcionados pelo uso das tecnologias móveis na aula de campo, considerando a visão do docente responsável pela turma. Primeiramente, ele afirmou que não teve muitas dificuldades em usar a ferramenta de autoria para modelar a atividade de campo. O fato da interface do sistema ser baseada em um diagrama semelhante a fluxogramas tradicionais ajudou o processo de modelagem.

Durante o uso do aplicativo nas visitas aos afloramentos geológicos, alguns aspectos chamaram a atenção do professor. Em primeiro lugar, foi observado que todos os alunos estavam usando a aplicação nas visitas aos afloramentos. A esta observação adiciona-se o fato de nenhum deles ter solicitado auxílio ao professor ou ao avaliador para instalar o aplicativo. Isso sugere que o próprio aluno instalou ou contou com a ajuda dos colegas para isso, demonstrando que esse passo não foi um obstáculo ao uso da aplicação em campo. A terceira e última observação do professor sobre a utilização do aplicativo foi o fato dos alunos o utilizarem para um fim não previsto inicialmente: como um guia sobre a ordem de afloramentos já visitados e a visitar. Este fato é particularmente importante porque mostrou que um aplicativo pode ter mais usos que o planejado, além de indicar a inclusão dessa função (guia dos afloramentos) nas novas aulas de campo.

Após o retorno para Universidade, o professor teve acesso aos dados coletados em campo e transmitidos pelos alunos. O uso da plataforma *Google Fusion Tables* foi elogiado pelo professor, que informou já ter usado essa plataforma para armazenamento e visualização de dados anteriormente. Por fim, o professor informou que estava animado com os resultados do experimento e esperava continuar utilizando as tecnologias móveis em outras aulas de campo, da mesma disciplina e de outras também.

## DISCUSSÃO

Diferentes iniciativas têm sido desenvolvidas no sentido de promover o uso das tecnologias da informação e comunicação na área da Geociência. Em Weng, Sun e Grigsby (2012), os autores apresentam um aplicativo Android que facilita a realização de atividades de campo essenciais aos geólogos. A aplicação era voltada para profissionais de Geologia e não previa o armazenamento das informações coletadas na Internet. Para solucionar essa questão, alguns trabalhos têm utilizados os bancos de dados nas nuvens. Yue, Jiang e Hu (2014) e Kirtiloglu, Orhan e Ekercin (2016) apresentam estudos onde utilizam a solução da Google (*Fusion Tables*) para armazenar, gerenciar e integrar os dados através das tecnologias da Computação em Nuvens. Na primeira pesquisa, são analisados dados de umidade do solo e na segunda, dados meteorológicos e de precipitação. Porém, em ambos os casos, não houve a utilização de aplicações móveis para coleta dos dados em campo.

Este artigo se diferencia dos estudos citados por apresentar uma pesquisa que integra as tecnologias da Computação Móvel e da Computação em Nuvens com o objetivo de favorecer a aprendizagem durante e posteriormente às aulas de campo de Geologia. Através da observação do uso da aplicação móvel durante a aula de campo, notou-se que todos os estudantes conseguiram executar as tarefas contidas no aplicativo, sem necessidade de ajuda do professor ou do avaliador e sem que o andamento da aula fosse atrapalhado. Este fato foi corroborado pelas respostas às questões subjetivas que indicaram que a maioria dos alunos apontava a facilidade de uso e a praticidade entre principais vantagens do aplicativo.

Para validar de forma mais objetiva o aplicativo, foram adotados questionários padrões de avaliação (SUS e TAM), instrumentos já utilizados em outros estudos para análise de aplicações móveis educativas (Zbick et al., 2015; Chung, Chen e Kuo, 2015). O resultado obtido no score médio SUS (83,4) reforça que a aplicação caracteriza-se por apresentar bom nível de usabilidade e capacidade de aprendizado.

Mesmo a usabilidade de um sistema sendo um fator importante, se o usuário não perceber a utilidade dele, não irá utilizá-lo (Davis, 1989). Nesse sentido, a partir das respostas à segunda parte do instrumento de avaliação, pôde-se constatar que o aplicativo testado mostrou-se útil para os alunos durante a aula de campo e não gerou dificuldades para execução das atividades de aprendizagem. Destaca-se a questão 15, que obteve nota média de 4,53 (em uma escala de 1,00 a 5,00), onde os

alunos responderam se a aplicação é uma tecnologia útil para coleta de dados em campo.

Com relação aos pontos negativos e às sugestões de melhoria, as queixas dos alunos giraram em torno da necessidade de mais recursos na aplicação, tais como: a possibilidade de capturar uma quantidade maior de fotos dos afloramentos e a adição de conteúdos complementares como gráficos e tabelas. Porém, em ambos os casos, a solução seria realizada sem necessidade de programação, bastando apenas alterações no modelo da aula e geração de uma nova versão da aplicação.

Nessa pesquisa, o estudo de caso foi realizado de forma presencial em uma aula de campo com toda a turma ao mesmo tempo. Entretanto, a aplicação utilizada nesse estudo pode ser reutilizada em cursos à distância, que contenham atividades similares em campo, de forma integrada com o ambiente virtual de aprendizagem. Em um trabalho relacionado com essa ideia, Vázquez-Cano (2014) apresenta os resultados da utilização de aplicações móveis no curso de Licenciatura em Pedagogia da Universidade Nacional de Educação a Distância da Espanha (UNED). Ele conclui o artigo afirmando que aplicações móveis desenvolvidas especificamente para disciplinas do ensino superior são altamente valorizadas pelos estudantes como uma nova ferramenta que apoia e aperfeiçoa as práticas de aprendizagem. Além disso, ele afirma que as tecnologias móveis em cursos à distância criam novas oportunidades para estabelecer relações e conexões entre os estudantes e promovem o trabalho coletivo entre eles e os professores.

Conforme apresentado na metodologia do estudo de caso, diferentes ações foram realizadas para tentar evitar que fatores externos interferissem no uso do aplicativo. Entretanto, apesar desses cuidados, dois aspectos podem ter influenciado na realização do estudo de caso. Em primeiro lugar, a presença do autor deste artigo durante a aula de campo pode ter estimulado os alunos a usarem o aplicativo. Porém, como ele ficava distante para não interferir na aula e os alunos estavam espalhados pelos afloramentos, acredita-se que a presença dele não tenha interferido na utilização do aplicativo.

O outro aspecto diz respeito ao momento em que os alunos responderam o instrumento de avaliação do aplicativo. A aula começou por volta das 7h da manhã, os alunos visitaram os seis afloramentos, que ficavam quilômetros de distância entre si, em locais com temperatura que às vezes passava dos 40º graus e só foram parar para almoçar por volta das 15h30min. Então, o preenchimento dos questionários de avaliação aconteceu apenas depois das 16h, quando eles estavam cansados de um dia inteiro de aula de campo. Esse cansaço pode ter levado os alunos a responderem o instrumento de avaliação de forma mais displicente. Entretanto, o esforço para concluir o questionário era pequeno, tendo em vista que das 18 questões em 16 bastava eles marcarem a opção correta. Além disso, considerando a uniformidade observada nas respostas e a estrutura do questionário com redação alternada das questões (uma positiva e outra negativa em sequência), acredita-se que o cansaço não tenha influenciado o preenchimento do instrumento de avaliação.

## CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como questão norteadora a análise do uso das tecnologias móveis no contexto de aprendizagem de aulas de campo de Geologia. Nesse sentido, os resultados obtidos são animadores ao apontar que a solução testada alcançou bons índices de usabilidade e utilidade percebidas pelos estudantes. Somando a isso, a percepção otimista do professor participante do estudo de caso e o interesse dele em continuar a usar o sistema em suas práticas de campo reforçam a conclusão sobre a boa aceitação das tecnologias móveis nesse contexto de aprendizagem e indicam que elas apresentam potencial para se tornarem importantes ferramentas de apoio em aulas de campo.

Com relação aos problemas e aspectos negativos apontados pelos alunos, as queixas principais foram em torno da necessidade de ampliação de recursos da aplicação testada. Este fato não contradiz a importância das tecnologias móveis em campo, apenas demonstra que mais estudos precisam ser feitos para se identificar as ferramentas móveis suficientes para os diferentes contextos de aprendizagem nas quais elas podem ser utilizadas.

Como trabalho futuro, pretende-se realizar experimentos de *m-learning* em aulas de campo de outras áreas, como Biologia e Geografia, para se identificar as diferentes necessidades e avaliar os resultados e obstáculos que possam vir a surgir nesses outros contextos. Busca-se ainda investigar a relação entre essas tecnologias e os ganhos de aprendizagem que elas podem proporcionar aos alunos.

## NOTAS

- <sup>1</sup> Google Fusion Tables: <http://tables.googlelabs.com/>

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bangor, A., Kortum, P., e Miller, J. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of usability studies*, 4(3), 114-123.
- Behrendt, M., e Franklin, T. (2014). A Review of Research on School Field Trips and Their Value in Education. *International Journal of Environmental and Science Education*, 9(3), 235-245.
- Bonett, D. G., e Wright, T. A. (2015). Cronbach's alpha reliability: Interval estimation, hypothesis testing, and sample size planning. *Journal of Organizational Behavior*, 36(1), 3-15.
- Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), 4-7.
- Chen, C. H., Liu, G. Z., e Hwang, G. J. (2015). Interaction between gaming and multistage guiding strategies on students' field trip mobile learning performance and motivation. *British Journal of Educational Technology*, 47(6), 1032-1050.
- Chiang, T. H., Yang, S. J., e Hwang, G. J. (2014). Students' online interactive patterns in augmented reality-based

- inquiry activities. *Computers & Education*, 78, 97-108.
- Chung, H. H., Chen, S. C., e Kuo, M. H. (2015). A study of EFL college students' acceptance of mobile learning. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 176, 333-339.
- Duchastel, P., e Molz, M. (2005). Virtual Settings: E-Learning as creating Context. Em A. D. Figueiredo e A. P. Afonso, (Ed.), *Managing Learning in Virtual Settings: The Role of Context* (24-39). Hershey: Information Science Publishing.
- Erstad, O., Kumpulainen, K., Mäkitalo, Å., Schröder, K. C., Prullmann-Vengerfeldt, P., e Jóhannsdóttir, T. (2016). Tracing Learning Experiences Within and Across Contexts. Em O. Erstad, K. Kumpulainen, Å. Mäkitalo, K. C. Schröder, P. Prullmann-Vengerfeldt, e T. Jóhannsdóttir, (Ed.), *Learning across Contexts in the Knowledge Society* (1-13). Rotterdam: SensePublishers.
- Figueiredo, A. D., e Afonso, A. P. (2006). Context and learning: A philosophical framework. Em A.D. Figueiredo e A. Afonso, (Ed.), *Managing Learning in Virtual Settings: The Role of Context* (24-39). Hershey: Information Science Publishing.
- Hwang, G. J., e Chang, S. C. (2015). Effects of a peer competition-based mobile learning approach on students' affective domain exhibition in social studies courses. *British Journal of Educational Technology*, 47(6), 1217-1231.
- Kirtiloglu, O. S., Orhan, O., e Ekercin, S. (2016). A map mash-up application: investigation the temporal effects of climate change on salt lake basin. ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 221-226.
- Lo, W. T., e Quintana, C. (2013). Students' use of mobile technology to collect data in guided inquiry on field trips. *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 297-300). Association for Computing Machinery (ACM).
- Marçal, E., Andrade, R., e Rios, R. (2005). Aprendizagem utilizando dispositivos móveis com sistemas de realidade virtual. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 3(1), 1-11.
- Marçal, E., Andrade, R., e Viana, W. (2015). Aulas de Campo Ubíquas. *Anais do 26º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (pp. 150-160). Sociedade Brasileira de Computação (SBC).
- Marçal, E. (2016). *UFC-Inventor: um ambiente para modelagem e geração de aplicações para aulas de campo ubíquas*. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Mestrado e Doutorado em Computação da Universidade Federal do Ceará - Brasil, como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Ciência da Computação.
- Meek, S., Fitzgerald, E., Sharples, M., e Priestnall, G. (2013). Learning on field trips with mobile technology. Em W. Kinuthia e S. Marshall (Ed.), *On the Move: Mobile Learning for Development* (1-15). Charlotte: Information Age Publishing.
- Morentin, M., e Guisasaola, J. (2015). The role of Science Museum field trips in the Primary Teacher preparation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 965-990.
- Nabors, M. L. (2009). Making the case for field trips: What research tells us and what site coordinators have to say. *Education*, 129(4), 661.
- Peng, H., Su, Y. J., Chou, C., e Tsai, C. C. (2009). Ubiquitous knowledge construction: Mobile learning re-defined and a conceptual framework. *Innovations in Education and Teaching International*, 46(2), 171-183.
- Pyke, K. L. (2015). *Effects of field trips on alternative students' knowledge skills, attitudes, and relationships*. Thesis submitted in partial fulfillment of the

- requirements for the degree of Master of Arts in Royal Roads University.
- Santos, M. E. C., Taketomi, T., Yamamoto, G., Rodrigo, M. M. T., Sandor, C., e Kato, H. (2016). Augmented reality as multimedia: the case for situated vocabulary learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11(4), 1-23.
- Sauro, J. (2011). A practical guide to the system usability scale: Background, benchmarks & best practices. Denver: Measuring Usability LLC.
- Sauro, J., e Lewis, J. R. (2012). *Quantifying the user experience: Practical statistics for user research*. Waltham: Elsevier.
- Valente, J. A., e de Almeida, M. E. B. (2014). Narrativas digitais e o estudo de contextos de aprendizagem. *Revista EmRede*, 1(1), 32-50.
- Vázquez-Cano, E. (2014). Mobile distance learning with smartphones and apps in higher education. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(4), 1505-1520.
- Weng, Y. H., Sun, F. S., e Grigsby, J. D. (2012). GeoTools: An android phone application in geology. *Computers & Geosciences*, 44, 24-30.
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookman editora.
- Yue, P., Jiang, L., e Hu, L. (2014). Google fusion tables for managing soil moisture sensor observations. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7(11), 4414-4421.
- Zbick, J., Nake, I., Milrad, M., e Jansen, M. (2015). A web-based framework to design and deploy mobile learning activities: Evaluating its usability, learnability and acceptance. Proceedings of the 15th International Conference on Advanced Learning Technologies (pp. 88-92). Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE).

## PERFIL ACADÊMICO E PROFISSIONAL DOS AUTORES

**Edgar Marçal de Barros Filho.** Doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre em Ciência da Computação pela UFC (2005), na área de mobile learning. Professor da Universidade Federal do Ceará, lotado no Instituto UFC Virtual. Tem experiência na área gestão de projetos em informática na educação, gestão de projetos comerciais e análise de sistemas, atuando principalmente nos seguintes temas: computação móvel, mobile learning, engenharia de software e educação a distância através da Internet.  
E-mail: [edgar@virtual.ufc.br](mailto:edgar@virtual.ufc.br)

**Rossana Maria de Castro Andrade.** Doutora em Computer Science pela University of Ottawa (2001). Professora da Universidade Federal do Ceará, no Departamento de Computação, desde 1994, sendo atualmente Professora Associado IV. Possui experiência em pesquisa, desenvolvimento e inovação nas áreas de Ciência da Computação e Telecomunicações, atuando principalmente nos seguintes temas: linhas de produto de software, padrões, frameworks e middlewares; qualidade de software; computação móvel e ubíqua, internet das coisas, computação em nuvem, redes de sensores sem fio.  
E-mail: [rossana@ufc.br](mailto:rossana@ufc.br)

**Windson Viana.** Professor Adjunto do Instituto UFC Virtual e membro do Mestrado e Doutorado em Ciência da Computação da Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutor pela Université de Grenoble, France (2010). Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Computação Móvel, Multimídia e Engenharia de Software, atuando principalmente nos seguintes temas: computação móvel e ubíqua, sensibilidade ao contexto, middlewares, TICs aplicadas ao ensino, tecnologias assistivas, documentos multimídias, jogos pervasivos e sistemas de recomendação.

E-mail: [windson@virtual.ufc.br](mailto:windson@virtual.ufc.br)

## ENDEREÇO DOS AUTORES

Departamento de Computação  
UFC – Universidade Federal do Ceará  
Campus do Pici, s/n  
Fortaleza – CE. Brasil

**Data de recebimento do artigo: 16/12/2016**

**Data de aceitação do artigo: 02/03/2017**

## Como citar esse artigo:

Marçal, E., de Castro, R. M., y Viana, W. (2017). Mobile Learning em aulas de campo: um estudo de caso em Geologia. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), pp. 315-336. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17711>

# *Recensiones*



**Bianchetti, L. (2016).**

*El proceso de Bolonia y la globalización de la educación superior.*

CLACSO: Repositorio Digital, 91 pp.

Con Prefacio de Jorge Olímpio Bento, profesor y director de la *Faculdade de Desporto de la Universidade de Porto*, en Portugal, la obra comienza en tono de crítica al Proceso de Bolonia, afirmando tratarse de una ofensa y traición a la idea y misión de la Universidad. Cuestiona las reales intenciones de Bolonia, que subyuga la Universidad a los intereses ultraliberales y a la lógica de mercado, con pérdida de autonomía; proletarización docente; abandono de la misión humanista y reflexión filosófica, y degradación de títulos y grados.

El autor desarrolla un capítulo sobre la emergencia de Bolonia a partir de una visión del contexto político y económico-financiero, cultural y educacional de la Unión Europea. Desde la mitad del siglo XX, crece la percepción de pérdida del eurocentrismo como modelo para el mundo. Otras potencias señalan nuevos modelos. Buscando el fortalecimiento y hegemonía, se instaura la Unión Europea, formada por un bloque de países, los cuales comparten normas, metas comunes en el ámbito de Economía y Política. En medio de las transformaciones de la Sociedad Industrial hacia la Sociedad del Conocimiento, se instaura un ambiente propicio para desarrollar el cambio también en la Educación

y la Cultura. Transformaciones en el mercado de trabajo, influenciadas por formas neoliberales de gobernar y una fuerte flexibilización del mercado laboral, privatizaciones, falta de empleos, conforman el fondo para la emergencia de la Declaración de Bolonia. Con propuesta de formación de profesionales que atiendan a las demandas del mercado, con vistas a potenciar la empleabilidad, aproximando las demandas económicas y financieras de la educación y de la cultura. El autor rescata la cronología de los hechos relevantes, desde la movilización para la creación de la Unión Europea hasta la implementación de Bolonia, todavía en andadura.

En el capítulo denominado Emergencia del Proceso de Bolonia y la Reconstrucción de la Universidad Europea, se encuentra la línea del tiempo del Proceso de Bolonia. Según el autor, en busca de rescatar la hegemonía perdida, se propicia el establecimiento de la Unión Europea en 1992, estableciendo una moneda única y diversos otros tratados entre los países que la componen. Mejora de la Economía y aumento de la competencia son los objetivos. A partir de 1995 son lanzados varios programas relacionados con la escuela y la universidad, con vistas a la movilidad, cooperación docente, empleabilidad, educación continua y, entre otras acciones, preparan el terreno para la Declaración de Bolonia.

En el capítulo siguiente Bianchetti explora las contradicciones o motivaciones por detrás de los objetivos

explícitos del Proceso de Bolonia, así como propone cuestiones para la reflexión. Para el autor, el Proceso de Bolonia escrito e implementado por Ministros de Educación y Dirigentes de Instituciones deja claro que hay pérdida de autonomía de la Universidad y del papel de los rectores. Términos como desregularización, flexibilización, neoliberalismo, pérdida de autonomía son constantes a lo largo del texto, esbozando el tenor crítico que se propone el autor. La descaracterización y desprestigio de la Universidad Pública, además de la precarización y mercantilización de la Enseñanza Superior son abordadas como las dos grandes consecuencias no explícitas del Proceso de Bolonia. El cambio en la relación entre profesor y alumno también es abordado, señalando hacia una centralidad del alumno, resultando el profesor al servicio de él, en una condición como si fuera un tutor. El texto asimismo aborda las estrategias para la adhesión a este proceso, como su expansión a otras culturas. Internacionalización y globalización del Proceso de Bolonia, encontrándose convergencia con otros modelos que se vienen adoptando, como en este caso, la proximidad con las políticas de la CAPES para los programas de posgrado en Brasil.

Como conclusión, el autor destaca dos cuestiones: ¿Bolonia se está globalizando? La acelerada depreciación de la Universidad, el avance de la mercantilización y privatización de las Instituciones, ¿podrán llevar a una nueva identidad o falta de identidad para las

Universidades? El autor se posiciona, argumentando que es innegable la quiebra de paradigma que estamos vivenciando, con la construcción de una Universidad al servicio de la sociedad pragmática y utilitaria. ¿Será el fin de la Universidad? – cuestiona. Y contesta: - Sí, de una determinada Universidad.

Se trata, por tanto, de una obra que, siendo sucinta, rescata conceptos primordiales para la discusión sobre el proceso de Bolonia. Trae a la luz toda la trayectoria a lo largo de la línea del tiempo, contextualizando los antecedentes históricos a la implementación del proceso de Bolonia. Recurre, también, a investigadores de referencia para esta temática, permitiendo una mirada que traspasa los hechos históricos. La lectura anima a la reflexión y a la crítica de los supuestos explicitados por los documentos investigados, abriendo, así, la discusión al papel de la actual Universidad.

Recensionado por:  
 Simone Van Der Halen Freitas y  
 Hildegard Susana Jung  
 Centro Universitário La Salle,  
 Unilasalle  
 Brasil

**Santiago, R., Trbaldo, S., Kamijo, M., y Fernández, A. (2015).**

*Mobile Learning. Nuevas realidades en el aula. (Innovación Educativa) Digital-Text.* Grupo Océano, 354 pp.

En el prólogo, Javier Tourón afirma que, entre el libro *Flipped Classroom, Metodologías Inductivas* y el presente libro que se reseña, existe un denominador común: “el cambio de paradigma de una escuela transmisora de información, centrada en el profesor y la enseñanza, a otra parcialmente productora de conocimientos y centrada en el alumno y el aprendizaje” (p.2). Tourón defiende la personalización y la centralidad del estudiante frente al profesor.

Este libro está estructurado en cinco partes. La Parte I, *Dispositivos móviles y posibilidades del m-learning. Códigos QR y Realidad Aumentada*, consta de cinco capítulos. En el primer capítulo, los autores definen el *m-learning*. A continuación, describen algunas de las aplicaciones más relevantes para el *m-learning*. Los autores distinguen tres tipologías de Aplicaciones: 1. Aplicaciones Nativas, 2. Aplicaciones basadas en la web y 3. Aplicaciones híbridas. En el segundo capítulo, analizan el uso de los dispositivos móviles en el aprendizaje. Describen la Gestión de Dispositivos Móviles (*Mobile Device Management*). Los autores, en el tercer capítulo, relacionan los dispositivos móviles con la Web 2.0 mediante conceptos tales como “interconectividad” y las redes

sociales. Es importante resaltar que el *m-learning* permite al usuario la posibilidad de aprender en *cualquier lugar* y en *cualquier momento*. Finalmente, se describen algunos casos relevantes de *m-learning*. En el capítulo cuatro, los autores explican las tendencias y modelos de aprendizaje integrados al *m-learning*, entre los que destacan, el Flipped Classroom y la Gamificación. En el capítulo cinco, los autores comentan las posibilidades futuras de la Web 3.0, los Códigos QR y la Realidad Aumentada.

La Parte II, *Análisis de la calidad de aplicaciones. Propuesta de m-learning*, consta de cuatro capítulos. En el capítulo seis, se analiza las características y funcionalidades de las plataformas iOS de Apple y Android. En el capítulo 7, los autores hacen una breve descripción, por una parte, de las aplicaciones nativas y, por la otra, relacionan una serie de *apps* para plataformas virtuales de enseñanza. En el capítulo ocho, se analizan los aspectos técnicos a tener en cuenta en el momento de diseñar actividades para *m-learning*. Los autores, en el capítulo 9, explican unas pautas a seguir para crear una buena aplicación móvil, finalizando con un análisis de la calidad de aplicaciones para *m-learning*, siendo los aspectos pedagógicos y técnicos los factores determinantes en este análisis.

La Parte III, *Creación de contenidos y actividades con apps móviles*, consta de tres capítulos. En el capítulo 10, los autores exponen una serie de herramientas para la creación de contenidos y actividades mediante diferentes aplicaciones móviles. Los

autores, en el capítulo once, se centran, por una parte, en la creación de *apps* simples para Android mediante App Inventor y, por la otra, en la creación de aplicaciones web multiplataforma a través de herramientas HTML5. La herramienta Cleverlize es un buen ejemplo. En el capítulo 12, exponen una serie de herramientas interesantes para la creación de contenidos simples de Realidad Aumentada, tales como Augment, Chromville, etc.

La Parte IV, *Diseño de actividades para m-learning. Trabajo colaborativo a través de móviles*, consta de dos capítulos. En el capítulo 13, los autores se centran en los Recursos Educativos Abiertos. También describen brevemente los Repositorios y Bibliotecas virtuales más relevantes. Es importante destacar que distinguen entre tecnologías comerciales y tecnologías libres, en particular, para móviles. En el capítulo 14, los autores prestan especial atención en la computación en la nube y en el *m-learning*. *Google Drive*, *OneDrive*, *Dropbox*, *iCloud* son los ejemplos más populares. Además, los autores defienden el aprendizaje colaborativo a través de dispositivos móviles como un pilar fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje, estando este aprendizaje colaborativo fundamentado en el conductismo y en el constructivismo como marcos teóricos.

Finalmente, en la Parte V, *Experiencias sobre el uso de la tecnología móvil en la educación*, los autores detallan 18 diferentes experiencias educativas en las que el

*m-learning* se ha puesto en práctica en diferentes niveles educativos.

A modo de conclusión, y volviendo al Prólogo, se puede corroborar que efectivamente este libro, junto con el de *Flipped Classroom* y *Metodologías Inductivas*, tal como afirma Tourón, los tres libros conforman, en su conjunto, un trío que defienden una enseñanza centrada en el alumno y el aprendizaje.

Recensionado por:  
Salvador Montaner Villalba  
Universidad de Valencia  
España

**Salvat, B. G., y Suárez-Guerrero, C. (Ed.) (2016).**

*Pedagogía Red. Una educación para tiempos de internet.*

Octaedro, 214 pp.

El libro coordinado por Begoña Gros Salvat y Cristóbal Suárez-Guerrero fue lanzado en 2016 por la editora Octaedro en la Colección Educación Universitaria. Los coordinadores introducen en la presentación la premisa que corresponde a la pedagogía, comprender la oportunidad educativa que Internet supone, además de buscar respuestas, debe también reflexionar acerca de la acción y planear nuevos cuestionamientos.

A partir de la pregunta ¿dónde está el cambio educativo con Internet? Los autores constatan que los cambios van más allá de los recursos, lenguaje, interacción y comunicación, y que se centra, en verdad, en el modo de acción y pensamiento en red. A partir de eso se lanzan ocho cuestionamientos pedagógicos. Cada uno de los capítulos busca responder un cuestionamiento construyendo un análisis y proponiendo reflexiones sobre el sentido y la finalidad de la educación en la actual sociedad en red.

El primer cuestionamiento es **¿Por qué aprender en red?** donde Javier Onrubia diserta acerca del sentido y finalidad de la educación en la nueva ecología del aprendizaje caracterizada por las tecnologías digitales y prácticas sociales. En ese contexto, el autor argumenta que es necesario revisar las respuestas tradicionales a las preguntas

sobre por qué y para qué enseñar, y abordar, como elementos clave de esa revisión, las habilidades del siglo XXI.

A la pregunta: **¿Qué se puede aprender en la red?**, Julio Cabero Almenara y María del Carmen Llorente Cejudo afirman que “todo y nada”. A partir de eso que traen la discusión, siempre tan pertinente, de los contenidos y su presentación en la educación. También abordan la cuestión de los recursos educativos abiertos. En este nuevo contexto de sociedad-red, el papel de las instituciones de enseñanza y de los profesores debe cambiar radicalmente, pasando de transmisores de conocimiento a socializadores y organizadores de experiencias de aprendizaje.

A continuación, Begoña Gros y Xavier Mas responden **¿Cómo aprender en red?**, haciendo una reflexión acerca de la influencia de la red en la manera como aprendemos, presentando la interconexión entre tecnología y aprendizaje. Los autores revisan las diferentes teorías pedagógicas y como resultado afirman que es necesario utilizar el diseño pedagógico para conectar el uso de recursos tecnológicos, la teoría pedagógica, los contenidos y la experiencia práctica. Al final también abordan el rol del docente, que en ese contexto, pasa a ser también “un diseñador de experiencias de aprendizaje” que usa las tecnologías para mejorar el aprendizaje de los alumnos.

Estrategias y herramientas educativas son abordadas por Ismael Peña-López en **¿Con qué**

**aprender en red?** El autor propone hacer un esfuerzo para mantener las herramientas como lo que son: medios para llegar a un fin, así que no se presenta ninguna lista o categorización de herramientas para la educación 2.0. La discusión está centrada en las disrupciones que las herramientas están haciendo en las instituciones educativas.

La quinta pregunta es **¿Con quién aprender?**, Cristóbal Suárez y Paola Ricaurte se proponen a repensar, analizar y caracterizar la figura del “otro” en el proceso de aprendizaje en internet. Para tal, se basan en la teoría sociocultural del aprendizaje para entender el papel mediador de Internet y como la interacción social es parte de la explicación del aprendizaje además de la sala de aula. Para cerrar, presentan algunos casos que dan la dimensión de la amplitud de perfiles y experiencias posibles en la red.

Francesc Llorens diserta acerca de **¿Dónde aprender en red?**, trabajando tanto la idea de aprendizaje sobre la red, donde plataformas de aprendizaje existentes son abordadas, como el aprendizaje en red, aquella en la cual los individuos son nodos conectados a otros que juntos forman comunidades. Las dos dimensiones son analizadas así como los nuevos formatos que emergen del ecosistema red.

El cuestionamiento **¿Cuándo aprender en red?**, es explorado por Diego Levis que aborda la transformación del espacio y el tiempo en la “sociedad de la pantalla” donde las antiguas fronteras entre el espacio-

tiempo de trabajo y de ocio se están deshaciendo. El autor discute también el papel de la escuela y la necesidad de renovarla para que se integre a la realidad social y cultural de la sociedad de la pantalla.

Por fin, Elena Barberá analiza **¿Cómo valorar lo que se aprende en la red?** Partiendo de la premisa que el aprendizaje en red es una realidad y no un modismo, la autora afirma que así como la manera de aprender ha cambiado, se hacen necesarias nuevas formas de abordar las estrategias valorativas tanto para la educación formal como informal. Hay que superar la tentación de usar las mismas maneras de evaluar del aula presencial en la digital sin considerar que son acciones educativas distintas.

Las reflexiones aportadas por los autores contribuyen para la construcción de un marco pedagógico en red, donde ocho dimensiones son analizadas pedagógicamente y nuevos cuestionamientos son planteados.

Recensionado por:  
Carolina Schmitt Nunes  
Universidade Federal de Santa  
Catarina  
Brasil

---

## CRITERIOS Y NORMAS DE REDACCIÓN Y PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS

---

**La Política Editorial de la *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, se concreta en los siguientes criterios:**

- **De la AIESAD. La RIED.** *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia se configura como el instrumento de la Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia (AIESAD)* para la difusión de trabajos de carácter científico, experiencias, convocatorias e información bibliográfica, dentro del ámbito de la enseñanza/aprendizaje abierto y a distancia en sus diferentes formulaciones y presentaciones.
- **Arbitrada.** La RIED es una publicación arbitrada que utiliza el sistema de evaluación externa de revisión por pares (doble ciego). identificándose cada trabajo con un **DOI** (*Digital Object Identifier System*).
- **Periodicidad y formato.** La RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, tiene una periodicidad semestral (un volumen anual con dos números). Se edita en doble versión: impresa (ISSN: 1138-2783) y electrónica (E-ISSN: 1390-33061).
- **Idioma de los trabajos.** Podrán presentarse trabajos en lengua española, portuguesa e inglesa.
- **Requisitos.** Toda propuesta de colaboración deberá reunir los siguientes requisitos:
  - hacer referencia al campo de especialización propio de la RIED;
  - estar científicamente fundada y gozar de unidad interna;
  - suponer una ayuda para la profundización en las diversas dimensiones y ámbitos de la educación abierta y a distancia y de las TIC aplicadas a la educación.
  - Se primarán los trabajos sujetos al modelo IMRyD (*Introducción, Metodología, Resultados y Discusión*) y que puedan tener incidencia en la educación superior.
- **Trabajo original.** Los trabajos enviados a la RIED para su publicación deberán constituir una colaboración original no publicada previamente en soporte alguno, ni encontrarse en proceso de publicación o valoración en cualquiera otra revista o proyecto editorial.
- **Normas de redacción y presentación.** Los trabajos deberán atenerse a las normas de redacción y presentación de carácter formal de la RIED. Las colaboraciones enviadas a la RIED que no se ajusten a ellas serán desestimadas.
- **Recepción de originales.** La Secretaría de la RIED acusará la recepción del manuscrito enviado por el autor/es. El Consejo de Redacción revisará el artículo enviado informando al autor/es, en caso necesario, si se adecua al campo temático de la revista y al cumplimiento de las normas y requisitos formales de redacción y presentación. En el caso de que todos los aspectos sean favorables, se procederá a la revisión por pares del artículo.
- **Revisión externa.** Antes de la publicación, los manuscritos enviados serán valorados de forma anónima por dos miembros del Comité Científico o Evaluadores Externos (revisión por pares), por el sistema de doble ciego que, en su caso, realizarán sugerencias para la revisión y mejora en vistas a la elaboración de una nueva versión. Para la publicación definitiva se requiere la valoración positiva de ambos revisores. En caso de controversia evidente por parte de éstos, se requerirá de una tercera valoración para su aceptación, modificación o rechazo definitivos de la publicación.
- **Criterios de Evaluación del Comité Científico y Evaluadores Externos.** Los criterios de valoración de cada artículo que justifican la decisión de aceptación/modificación/rechazo se basan en los siguientes ejes:
  - interés del campo de estudio al ámbito de los formatos educativos no presenciales, prioritariamente con posible incidencia en la educación superior.
  - relevancia, originalidad e información valiosa de las aportaciones,
  - aplicabilidad de los resultados para la resolución de problemas.
  - actualidad y novedad,
  - avance del conocimiento científico,
  - fiabilidad y validez científica: calidad metodológica contrastada,
  - correcta organización, redacción y estilo de la presentación del material.
- **Información.** La Secretaría de la RIED informará a los autores de la decisión de aceptación, modificación y rechazo de cada uno de los artículos. La corrección de pruebas de imprenta la hará la RIED cotejando con el original.
- **Política de privacidad:** Se mantendrá y preservará en todos los casos y circunstancias el anonimato de los autores y el contenido de los artículos desde la recepción del manuscrito hasta su publicación. La información obtenida en el proceso de revisión y evaluación tendrá carácter confidencial.
- **Fuentes.** Los autores citarán debidamente las fuentes de extracción de datos, figuras e información de manera explícita y tangible tanto en la bibliografía, como en las referencias. Si el incumplimiento se detectase durante el proceso de revisión o evaluación se desestimará automáticamente la publicación del artículo.
- **Responsabilidad.** RIED no se hará responsable de las ideas y opiniones expresadas en los trabajos publicados. La responsabilidad plena será de los autores de los mismos.
- **Licencia.** Los textos publicados en esta revista están sujetos a una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional". Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente, hacer obras derivadas y usos comerciales siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la propia RIED.

### OTRAS INFORMACIONES DE INTERÉS

- Procedimiento remisión de artículos: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/about/editorialPolicies#custom-1>
- Declaración ética sobre publicación y malas prácticas: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/about/editorialPolicies#custom-2>
- Directrices para autores. Normas para publicar en RIED: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/about/submissions#authorGuidelines>
- Lista de comprobación previa de los envíos: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/about/submissions#privacyStatement>
- Formato y plantilla de los artículos remitidos: <http://blogderied.blogspot.com.es/p/formato-articulos.html>

# Revista Iberoamericana de Educación a Distancia

## ARTÍCULO EDITORIAL

Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil  
(Distance and virtual education: quality, disruption, adaptive learning and mobile learning)

## MONOGRÁFICO: LA INTEGRACIÓN EFECTIVA DEL DISPOSITIVO MÓVIL EN LA EDUCACIÓN Y EN EL APRENDIZAJE

La integración efectiva del dispositivo móvil en la educación y en el aprendizaje  
(Effective integration of the mobile device into education and learning)

Análisis de la Literatura sobre Dispositivos Móviles en la Universidad Española  
(Literature Review on Mobile Devices in Spanish University)

Entornos personales de aprendizaje móvil: una revisión sistemática de la literatura  
(Mobile Personal Learning Environments: A systematic literature review)

Realidad Aumentada y Navegación Peatonal Móvil con contenidos Patrimoniales: Percepción del aprendizaje  
(Augmented Reality and Mobile Pedestrian Navigation with Heritage thematic contents: Perception of learning)

Agenda colaborativa para el aprendizaje de idiomas: del papel al dispositivo móvil  
(The collaborative agenda for language learning: from paper to the mobile device)

Educating Urban Designers using Augmented Reality and Mobile Learning Technologies  
(Formación de Urbanistas usando Realidad Aumentada y Tecnologías de Aprendizaje Móvil)

Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario  
(Mobile devices and augmented reality in the learning process of university students)

El enfoque flipped learning en estudios de magisterio: percepción de los alumnos  
(The flipped learning approach in teaching degrees: students' perceptions)

Smartphones in the teaching of Physics Laws: Projectile motion  
(El teléfono inteligente en la enseñanza de las Leyes de la Física: movimiento de proyectiles)

Implementação de mídias em dispositivos móveis: um framework de aplicação em grande escala na educação a distância  
(Implementation of media in mobile devices: a framework for a large-scale application in distance education)

Uso de la tableta digital en entornos universitarios de aprendizaje a distancia  
(Using the tablet in Distance University learning environment)

Motivación e innovación: Aceptación de tecnologías móviles en los maestros en formación  
(Motivation and innovation: Mobile technology acceptance among student teachers)

Un modelo basado en el Clasificador Naïve Bayes para la evaluación del desempeño docente  
A model based on the Naïve Bayes Classifier for teacher performance assessment

Mobile Learning em aulas de campo: um estudo de caso em Geologia  
Mobile Learning in field trips: a case study in Geology

## RECENSIONES

ISSN 1138-2783



<http://revistas.uned.es/index.php.ried>  
<http://ried.utpl.edu.ec>

