



M-learning y realidad aumentada: Revisión de literatura científica en el repositorio WoS

M-learning and Augmented Reality: A Review of the Scientific Literature on the WoS Repository

- Dr. Javier Fombona es Profesor Titular del Departamento de Ciencias de la Educación de la Universidad de Oviedo (España) (fombona@uniovi.es) (<http://orcid.org/0000-0001-5625-5588>)
- Dra. Maria-Angeles Pascual-Sevillano es Catedrática de Escuela Universitaria en el Departamento de Ciencias de la Educación de la Universidad de Oviedo (España) (apascual@uniovi.es) (<http://orcid.org/0000-0001-6942-6198>)
- Dra. MariCarmen González-Videgaray es Profesora Titular en la División de Matemáticas e Ingeniería de la Facultad de Estudios Superiores de Acatlán de la UNAM (México) (mcgv@unam.mx) (<http://orcid.org/0000-0003-4707-3701>)

RESUMEN

La realidad aumentada surge como un útil sobre el que se precisa examinar su real implementación educativa. Esta investigación hace un análisis bibliométrico sobre documentos del repositorio Web of Science. Este servicio ofrece en Internet la producción científica de más de 7.000 instituciones de todo el mundo. Se toma como base un universo de 12.000 revistas indexadas y 148.000 actas de conferencias y se selecciona una muestra centrada en los términos «m-learning» y «augmented reality» como descriptores o componentes de títulos en trabajos científicos. El análisis sobre revistas $n=741$ y actas $n=913$ en los dos últimos años muestra una perspectiva diferenciada por áreas. La investigación se complementa con un análisis cualitativo de 67 producciones científicas sobre estos descriptores en ese periodo de tiempo. En el estudio sobresalen cinco temáticas: la conceptualización del fenómeno, el desarrollo de nuevas metodologías, la motivación generada, su deslocalización espacial y las materias objeto de implementación. Las investigaciones destacan cambios lógicos, como un mayor y diferente acceso a la información, junto a innovaciones trascendentes, como el incremento de actividades informales y lúdicas, la inserción en ambientes virtuales icónicos, la pertenencia a grupos específicos, y redes de interacción amistosa dentro de nuevas escalas de valores. Todo ello hace que estos instrumentos pasen a ser partes fundamentales en las metodologías. La educación parece subsidiaria a estos avances técnicos y a sus requisitos, imponiéndose un drástico cambio metodológico en nuevos escenarios formativos.

ABSTRACT

Augmented reality emerges as a tool, on which it is necessary to examine its real educational value. This paper shows the results of a bibliometric analysis performed on documents collected from the Web of Science repository, an Internet service that concentrates bibliographic information from more than 7,000 institutions. Our analysis included an overall universe of 12,000 indexed journals and 148,000 conference proceedings. From those, we selected a sample targeting the terms "mobile-learning" or "m-learning" and "augmented reality" as descriptors or components of titles of scientific works. The analysis on journals ($n=741$) and in conference proceedings ($n=913$) reveals a differentiated perspective in each area in the last two years. A qualitative analysis of 67 scientific productions addressing these subjects complements the research. This highlights five themes: conceptualization of the phenomenon, development of new methodologies, motivation, spatial delocalization, and implementation in subject-matter areas. The research highlights logical changes, such as greater and differentiated access to information; transcendent innovations, such as increasing informal and ludic activities, insertion into virtual environments, membership of specific groups, and networks of friendly interaction, along creation of new scales of values. These elements are now beginning to constitute fundamental parts of teaching methodologies. Education appears to be subsidiary to technical advances, thus imposing a drastic methodological change.

PALABRAS CLAVE | KEYWORDS

Aprendizaje ubicuo, educación, educación en línea, dispositivos móviles, e-learning, alfabetización digital, m-learning, realidad aumentada. Ubiquitous learning, education, online education, mobile devices, e-learning, digital literacy, m-learning, augmented reality.

1. Introducción

La elevada variedad y penetración de los dispositivos móviles en la sociedad tiene especial impacto en los jóvenes usuarios, también alumnos de los centros educativos. La computación portátil posibilitó la penetración de estos equipos en la vida diaria (Weiser, 1991), y surge el aprendizaje deslocalizado, u-learning. Hoy el aprendizaje con instrumentos digitales portátiles, m-learning, trasciende en todas las actividades cotidianas vinculadas con el conocimiento (Castro & al., 2016). La implementación de estas m-tecnologías es un reto para el docente (Burden & Hopkins, 2016), así varias investigaciones alertan sobre la necesidad de explorar continuamente las bondades o intereses que las impulsan. Por ello hemos considerado las revisiones previas, relativamente recientes, de investigaciones sobre m-learning y realidad aumentada (RA) en el ámbito educativo. Destacan los trabajos de Hwang y Tsai (2011), en la primera década de este siglo, continuados por Toh y colaboradores (2015), y los hallazgos recientes de Amara y colaboradores (2016). Todos ellos detectan un incremento tecnológico, especialmente atractivo para los jóvenes, convertidos en los usuarios más afines.

El uso extendido del m-learning correlaciona con factores demográficos, edad, sexo e ingresos familiares (Mazaheri, Mohamed, & Karbasi, 2014). Cantillo, Roura y Sánchez (2012) encontraron una media inferior a los 13 años para adquirir estos equipos. Una vertiente avanzada del m-learning es la técnica RA, que superpone información digital sobre imágenes reales captadas por un dispositivo móvil. La RA está impulsando espectaculares innovaciones ya que permite añadir datos almacenados, imágenes 2D/3D, o acceder a fuentes en Internet, y que hacen interactivo cualquier entorno específico.

M-learning y RA parecen intrínsecamente relacionados, y su novedad sigue convirtiéndolos en objeto de múltiples investigaciones (Cabero & Barroso, 2016; Ávila & Bailey, 2016), que intentan fundar sus posibilidades educativas. Son fenómenos emergentes con implicaciones que superan el mero hecho tecnológico para afectar las metodologías y hábitos de los estudiantes, y podrían cambiar los procedimientos de aprendizaje en sus acepciones espacial, temporal, generacional, cultural y geopolítica, lo cual supera la deslocalización del marco formativo (Vázquez-Cano, Sevillano, & Fombona, 2016).

Esta evolución tan veloz genera lagunas en el conocimiento sobre su correcto aprovechamiento, y surge la necesidad de crear teorías sólidas sobre la enseñanza y el modelo subyacente. La situación es compleja, obligando a la comunidad científica a dar respuestas y verificar si estamos ante un problema socio-educativo o ante un nuevo fenómeno enriquecedor culturalmente.

2. Material y métodos

El uso común de estas herramientas entre el alumnado, su carácter innovador y elevado atractivo, son rasgos que abren múltiples opciones educativas. Este potencial genera la hipótesis de su implementación eficaz en algún ámbito docente. Así, con el objetivo de clarificar las posibilidades didácticas del m-learning, y con el sub-objetivo de la concreción de las expectativas generadas por la tecnología de RA, surge esta investigación internacional, desde la UNAM de México y la Universidad de Oviedo en España.

Este trabajo intenta conocer hacia dónde se orienta este fenómeno desde una perspectiva científica previa; para ello se lleva a cabo un análisis descriptivo documental de los hallazgos actuales, tomando como objeto de estudio referencias rigurosas, no sesgadas comercialmente y cuya antigüedad no supere en ningún caso media década, dado el elevado riesgo de caducidad teórica y práctica de las acepciones tecnológicas (Martínez & Bello, 2001).

Se ha trabajado sobre el repositorio de investigación científica Web of Science, WoS, indexada por Clarivate Analytics, aunque se consideraron bases como Scopus que son objetivo en otros artículos. WoS cataloga referencias científicas de alto impacto. Consta de un universo de más de 12.000 revistas y 148.000 actas de conferencias, agrupadas en ciencias, ciencias sociales, artes y humanidades.

En el diseño cualitativo se ha planteado un contraste simultáneo entre concordancias del equipo de la UNAM y la Universidad de Oviedo, actuando como doble experto, y según lo propio en la literatura sobre confiabilidad entre evaluadores se sigue el kappa de Cohen, aunque se omite aquí su detalle. Esto también permite una revisión más profunda de contenidos, y el manejo de un número elevado de documentos bajo criterios WoS: libros, capítulos, artículos, comunicaciones y

Tabla 1. Nº documentos totales de registros en WoS

M-learning	Como topic	En título
Total	1.110	381
Mobile learning	Como topic	En título
Total	25.560	2.910
Augmented reality	Como topic	En título
Total	10.155	4.262

ponencias en conferencias relevantes. Se analizaron 67 documentos según el criterio de poseer los términos clave investigados en el «topic» y en el «título» (Tabla 5). Para el análisis de contenido se utilizaron dos instrumentos, la codificación de la base WoS, y la herramienta Atlas.ti-7.5.12. Como el análisis cuantitativo generaba demasiados registros se optó por una elección muestral bajo criterios de temporalidad y conveniencia para los objetivos. Este planteamiento es aceptado ante la riqueza de información de estos casos (Ávila, 1999). Los criterios de análisis consideraron aquellos documentos con dos grados de implicación: registros relacionados con el tema, que poseen los términos en el «topic» (título, resumen o palabras descriptores). Y por otro lado aquellos registros donde los términos clave fueran núcleo del trabajo y aparecen en los títulos de los documentos. Así, el procedimiento cuantifica las variables de cada documento «topic» y «título», buscando los términos «m-learning» y «mobile learning», ambos con rango suficiente, complementarios y excluyentes. Y por otro lado «augmented reality» o «realidad aumentada», situando los reducidos resultados de este último término en español dentro de su acepción en inglés. Para el control de resultados se han manejado, entre otros, los operadores de búsqueda «y» («and») para registros con todos los términos; «o» (or) para localizar registros con algún término.

Las características del total de producción analizada hacen referencia al total de títulos dentro de WoS All Databases, que engloba todas sus colecciones. Para los términos «m-learning» y «mobile learning» el número de registros es significativamente desigual, y obliga a considerarlos de forma diferenciada (Tabla 1).

El total de documentos que incluyen términos relacionados con el aprendizaje móvil es de 26.670 registros, mientras que los que incluyen «augmented reality» es de 10.155. Estos registros llevan asociada una fecha de inscripción, y como este volumen de datos es muy elevado hemos considerado necesario que prevalezca el criterio de temporalidad y recoger la producción científica más reciente. La referencia ha sido la variable «registros realizados en el periodo desde el 2015-01-01 hasta 2016-11-16». Esto permite trabajar con cifras más ajustadas, así «augmented reality» aparece en 913 títulos, y 2.107 documentos lo contienen como descriptor. Y «m-learning» aparece en 73 títulos y en 246 de documentos, y «mobile learning» está en el título de 668 registros y como descriptor en 5.213 documentos.

3. Análisis y resultados

En la Tabla 3 se muestran las cantidades y tipos de trabajos científicos donde aparecen los términos como descriptores o como partes integrantes del título del documento. Los casos pueden estar clasificados en varias categorías de manera simultánea, por lo que la suma global puede superar la cantidad n.

Se observa que en el periodo analizado de 2 años se ha recogido un 20% del total de registros sobre la literatura científica almacenada en los últimos 24 años. Esto sucede tanto para m-Learning como para RA, y la producción

tiene un carácter más puntual al estar centrada en artículos y ponencias, siendo menos los libros (editorial). En la Tabla 4 se detallan las cantidades de documentos con los términos analizados distribuidos por las principales áreas temáticas. Los registros pueden estar asociados simultáneamente a varias áreas.

También se realizó una búsqueda con el perfil: Tema: («m-learning» OR «mobile learning» OR «mobile-learning») AND «augmented reality» (Tabla 5). Se detectó que no hay revisiones

Tabla 2. N° documentos de la muestra en el periodo 2015-16

M-learning	Como topic	En título
Total	246	73
Mobile learning	Como topic	En título
Total	5.213	668
Augmented reality	Como topic	En título
Total	2.107	913

Tabla 3. N° documentos y tipología

Topic	Mobile learning		M-learning		Augmented reality	
Tipo de documento	n=5.213	%	n=246	%	n=2.107	%
Artículo	2.877	55,18	113	45,93	1.110	52,68
Comunicación/ponencia	2.525	48,43	135	54,87	1.110	52,68
Revisión	77	1,47	3	1,22	57	2,70
Resumen	21	0,40	5	2,03	19	0,90
Editorial	36	0,69			29	1,37
Otros	182	3,49			34	1,54
Título	Mobile learning		M-learning		Augmented reality	
Tipo de documento	n=668	%	n=73	%	N=913	%
Artículo	346	51,79	35	47,94	452	49,50
Comunicación/ponencia	318	47,60	40	54,79	500	54,76
Revisión	15	2,24			12	1,31
Resumen	7	1,04			12	1,31
Editorial	5	0,74			18	1,97
Otros	16	2,69			62	6,70

recientes sobre estos temas en conjunto. Se señalan las temáticas que se abordan en los artículos localizados con este perfil específico, destacando las Ciencias Sociales que incluyen Educación.

El detalle cuantitativo absoluto de documentos con «m-learning» y «augmented reality» en los títulos y período analizado, aparece en <https://goo.gl/H5BjSh>. Ahí se observa el fuerte vínculo de estos términos con el área de Educación e Investigación, así como con la Medicina y la Ingeniería.

4. Análisis cualitativo

El análisis de contenido nos permitió obtener cinco grandes temáticas diferenciadas y contrastadas por los dos equipos de trabajo: a) Conceptualización y las tipologías; b) Metodología; c) Factores de uso y dimensión lúdico-motivacional; d) Deslocalización espacial; e) Materias educativas de implementación de RA.

4.1. Registros sobre conceptualización y tipologías

Surgen revisiones de literatura científica relacionada, destacando en m-learning los trabajos de Toh y colaboradores (2015). Yousafzai, Chang y Gani (2016) presentan una taxonomía de variables técnicas sobre las aplicaciones m-learning con capacidades multimedia, y relaciona heterogeneidad de dispositivos, necesidades de la red, expectativas de los usuarios, tipología y características del contenido. Se repite la necesidad de enmarcar terminológica y conceptualmente el fenómeno. Así el m-learning aparece como un avance de la tecnología portátil y una forma de introducir los recursos en un espacio online. Richardson (2016), y Kim y Hyun (2016) detectan la relación clara entre las posibilidades de la RA y el potencial de los dispositivos portátiles inteligentes, smartphones. Esta deslocalización implica redefinir el espacio y tiempo educativos, una nueva denominación para el aprendizaje en lugares y momentos indefinidos. Ahora los estudiantes acceden a una variedad de servicios digitales cuando y donde los necesiten, incorporando vídeos, multimedia y una realidad mixta, RA, donde se interactúa con los objetos. Las investigaciones describen nuevas aulas virtuales con herramientas creadas y manejadas por estudiantes y profesores, de forma similar a la práctica real. Heradio y colaboradores (2016) examinan esos laboratorios virtuales y la reducción de costos en equipos, espacios o mantenimiento, el incremento de seguridad ante experimentaciones peligrosas, micro o macro experiencias, y la accesibilidad para personas con discapacidad.

Tabla 5. Búsqueda («m-learning» OR «mobile learning» OR «mobile-learning» AND «augmented reality»)				
Tipo de documento	Perfil como topic		Perfil como título	
	n=59	%	n=8	%
Artículo	31	52,54	7	87,5
Comunicación / ponencia	32	54,24	1	12,5
Libro	2	3,39	1	12,5
Temáticas	Nº como topic		Nº como título	
Ciencias Sociales	46		6	
Ciencia y Tecnología	39		5	
Artes y Humanidades	7		1	

englobaba cualquier método de aprendizaje con máquinas electrónicas, y ahora se relaciona con la formación en línea. Pero en ese contexto también cabe redefinir categorías (Potkonjak & al., 2016), el aprendizaje a distancia, los cursos abiertos MOOC, etc. Todo ello configura nuevos modelos que empiezan a sistematizarse.

4.2. Producción sobre metodología educativa

El m-learning supone un cambio en la metodología docente, y se convierte en algo más que un importante componente instrumental de la tecnología educativa. Posibilita utilizar estrategias basadas en una variedad de teorías del

Tabla 4. Nº documentos y temáticas de los documentos

M-learning	Nº como topic	Nº como título
Ciencias Sociales	182	56
Ciencia Tecnológica	152	52
Cómputo e Ingenierías	137	46
Ciencias Físicas	11	4
Biomedicina	21	10
Artes y Humanidades	15	2
Mobile learning	Nº como topic	Nº como título
Ciencias Sociales	2.372	423
Ciencia Tecnológica	4.405	468
Cómputo e Ingenierías	4023	416
Ciencias Físicas	1047	53
Biomedicina	916	87
Artes y Humanidades	203	42
Augmented reality	Nº como topic	Nº como título
Ciencias Sociales	755	319
Ciencia Tecnológica	1.888	811
Cómputo e Ingenierías	1694	726
Ciencias Físicas	302	174
Biomedicina	464	105
Artes y Humanidades	158	66

Surgen herramientas de aprendizaje flexible y cómodo, bajo múltiples soportes, sean computadoras portátiles, tablets, teléfonos inteligentes o reproductores multimedia. El-Kabtane y colaboradores (2016) remarcan el rápido cambio de significado del término e-learning con la aparición de Internet, que antes

aprendizaje, como son el constructivismo (Sun & Shu, 2016), el conectivismo, o las técnicas de los mapas conceptuales, entre otras (Marzal & Pedrazzi, 2015).

Se fabrican equipos con una mayor ergonomía y facilidad de uso pedagógico, y aparecen nuevas interfaces amigables (Navarro & al. 2016), el m-learning genera dinámicas colaborativas para aprender e interactuar. Esta concepción resulta fundamental para su uso docente, aunque estas opciones abren posibilidades y también problemas procedimentales (Al-Emran, Elsherif, & Shaalan, 2016). Por otro lado, se potencia un aprendizaje personal, informal, espontáneo y creativo (Gimhyesuk, 2016). La importancia de estas características se multiplica por rasgos comunes como la accesibilidad, la motivación, el autocontrol del tiempo y la diversión. Todo ello sugiere pautas de aprendizaje (Castro & al., 2016).

Las investigaciones detallan implicaciones metodológicas en distintas áreas y niveles educativos. Castro y colaboradores (2016) analizan el m-learning en Educación Secundaria, la metodología en matemáticas relacionada con el uso de SMS, las redes sociales (Facebook y Twitter) y los objetos de aprendizaje (LO) basados en nuevos estilos y contextos de aprendizaje. Rodrigo (2016) analiza las tablets de cómputo y diferencia las metodologías utilizadas en Educación Primaria o Secundaria; sugiere que su uso está condicionado por el objetivo inicial de su adquisición, por las estrategias pedagógicas marcadas en el aula, por el nivel educativo de uso, y la cantidad de recursos relacionados utilizados. En niveles inferiores se usan especialmente las tablets, y los profesores tienden a aplicar un enfoque educativo tradicional, centrándose más en las actividades que en el contenido, sin abordar competencias. Aparece el juego en el proceso de aprendizaje, el método proyectos, y nuevas oportunidades asociadas donde las tablets trastocan las estrategias tradicionales (Suarez-Guerrero, Lloret-Catala, & Mengual-Andres, 2016).

En la RA es más crucial conocer las metodologías apropiadas para lograr una implementación efectiva (Chen, Chou, & Huang, 2016). Pejoska y colaboradores (2016) centran el componente narrativo de la RA en el lenguaje netamente audiovisual.

Aun siendo herramientas mono-usuario, los beneficios de la virtualización parecen claros, tanto en formación autónoma (Hackett & Proctor, 2016), como en interacción colaborativa, de persona a persona dentro o fuera del aula, o de persona a grupos (Lindsay, 2016). Amara y colaboradores (2016) analizan esa colaboración que denominan Mobile Computer Supported Collaborative Learning (MCSCCL), y recalcan la falta de análisis sistemáticos sobre metodologías de interacción grupal, y de soluciones generalizables.

Aunque el empleo de tecnologías aumenta la disposición de los estudiantes a aprender más sobre el entorno, también se ha considerado el carácter problemático que conlleva el uso del dispositivo móvil en el aula. El m-learning puede romper la normalidad del aula, y habitualmente sucede en los exámenes, como recalcan Kaiiali y colaboradores (2016). Otros autores han incidido en cómo el uso de la telefonía móvil en la escuela es problemático y muchos docentes son reticentes a su uso al desviar la atención, generar ciberacosos y otros problemas.

4.3. Producción sobre factores de uso y dimensión lúdico-motivacional

Parece que la penetración de las TIC va relacionada con las infraestructuras. Burden y Hopkins (2016) identifican como barreras para la inserción de las tecnologías el contexto físico y la capacitación del personal, como barreras secundarias las actitudes y creencias. En educación superior destacan las barreras relacionadas con la gestión de aulas donde no hay las conexiones precisas, por lo que son decisivas las pautas de los gestores (Alrasheedi, Capretz, & Raza, 2016). Chang y colaboradores (2016) describen una correlación positiva entre las percepciones sobre los entornos innovadores y el rendimiento creativo, y subrayan cómo el m-learning produce motivación también en las organizaciones y en los gestores educativos.

Un componente fundamental del m-learning es el motivacional, derivado de lo lúdico de su experiencia. Varios análisis correlacionan el interés, concentración y rendimiento. Karimi (2016) identifica las características individuales que motivan a los estudiantes al uso educativo de estos dispositivos, y reiteran su nuevo estilo lúdico de aprendizaje, tanto en el contexto formal como informal. Para Ruiz y Belmonte (2014) los jóvenes universitarios muestran una actitud positiva hacia la descarga, instalación y uso de aplicaciones. Hsia (2016) analiza cómo el alumnado actúa presionado por lo que de él se espera, la ecología del aula condiciona el comportamiento, y esta creencia afecta significativamente el nivel de logro.

No se puede obviar el impulso comercial que subyace, incrementando el mercado de las TIC y haciendo los dispositivos móviles asequibles, con más utilidades e incluyendo la RA en materiales educativos, tales como libros interactivos. Esta tendencia crece apoyada por las inversiones económicas (Kopecky & Sztokowski, 2016). Kim, Chun y Lee (2014) indican que el nivel de uso de los estudiantes está condicionado por el precio de la tecnología.

El ambiente de rigidez de la enseñanza tradicional contrasta con el aprendizaje basado en juegos y la narración de historias, «storytelling», como vías especialmente prominentes para generar motivación extrínseca. Furio y colaboradores (2015) comparan el aprendizaje móvil con el tradicional y, aunque no encuentran diferencias significativas, consideran que su sentido de juego resulta más agradable, ya que une los desafíos lúdicos con la rigidez del mundo real, conceptos abstractos con los retos prácticos, procesos de aprendizaje en contextos verídicos y contenidos virtuales en RA. Otras investigaciones verifican el potencial atractivo de la RA para los estudiantes (Cubillo & al., 2015). Sakr y colaboradores (2016) exploran la involucración emocional de alumnos que aprendieron acerca de la Guerra Mundial con el acercamiento multimodal de la RA. Laine y colaboradores (2016) combinan estas ideas en una plataforma de RA, donde generan juegos de aprendizaje de ciencias que interaccionan con el contexto.

4.4. Producción relacionada con factores de deslocalización espacial

Una variable del m-learning especialmente abordada es la modificación de los espacios de aprendizaje, al sacar el fenómeno educativo fuera del aula tradicional. Lin y Yang (2016), y Welsh y colaboradores (2015) estudian las posibilidades de los dispositivos móviles en las salidas de campo. Reyhav, Dunaway y Kobayashi (2015) clasifican tres tipologías de uso del m-learning: a) La actividad de enseñanza y aprendizaje como extensión del aula aún fuera de ella, pero donde objetivos, actividades y herramientas son similares a las generadas por el plan de estudios tradicional; b) Actividades de aprendizaje planteadas por el estudiante que busca activamente nuevos conocimientos; c) Aprendizaje espontáneo producido durante actividades diarias, que fluye un contexto dado no planeado. Sintetizan el aprendizaje m-learning fuera de clase como formal o informal; planificado o espontáneo; dirigido por el maestro o por el alumno; dirigido por un entorno escolar o por un entorno laboral. En ocasiones, este aprendizaje no planificado responde a intereses comerciales (Pavlou & Fygenon, 2006). Parece que el aprendizaje fuera del centro educativo no suele lograr un profundo cambio en los comportamientos y patrones generados, y es difícil controlar su eficacia. Normalmente el investigador toma como referencia patrones de comportamiento con el dispositivo móvil utilizados de forma normal en la vida diaria del usuario. Estos patrones, no necesariamente educativos, son importantes ya que marcan la pauta en el aprendizaje deslocalizado.

Los comportamientos esperados con estos aparatos parecen estar centrados en la diversión y en las actividades cotidianas de ocio. Agarwal y Karahanna (2000: 673) introdujeron un constructo denominado «absorción cognitiva», que se define como un estado de profunda implicación con la herramienta, y esta teoría puede fundar la motivación para el aprendizaje fuera de aula con dispositivos móviles.

La RA viene a sustituir la experiencia de la salida de campo al realizarse en el propio dispositivo (Harley & al., 2016), entrando en ambientes inmersivos e interactivos, aulas virtuales o escenarios diseñados para apoyar el aprendizaje (Nagata, Giner, & Abad, 2016). Tan y Chang (2015) proponen un algoritmo científico para identificar objetos de la realidad a los cuales puede agregarse la RA para usos educativos. También, Tarn y colaboradores (2015) desarrollan una nueva metodología que reproduce un sistema ecológico virtual semejante a un jardín donde los estudiantes interactúan y ven crecer insectos.

García, Guerrero y Granados (2015) identificaron buenas prácticas formativas virtuales, concluyendo que los estudiantes son capaces de aprender eficazmente al sentirse situados en la ubicación de la experiencia, al producirse una alta interacción que se asimila como real. Son lugares comunes propicios también para el diálogo social y la experiencia lúdica (Tscholl & Lindgren, 2016).

4.5. Producción relacionada con materias con implementación de la RA

No todas las materias implementan las nuevas tecnologías con igual cadencia, y hemos detectado que la realidad aumentada aún se vincula escasamente con formación y aprendizaje, como concluyen Abate y Nappi (2016) y García, (2016). Tscholl y Lindgren (2016), Laine y colaboradores (2016), Liou, Bhagat y Chang (2016), entre otros, describen la beneficiosa incorporación de la RA en el aprendizaje de las ciencias. Las referencias más numerosas tienen relación con Tecnología y Medicina, así Huang, Liaw y Lai (2016) describen el uso de simuladores de pacientes humanos y sistemas de ambiente virtual. La aceptación de estos entornos de aprendizaje de realidad virtual, VR, por los estudiantes es elevada, concediéndole un impacto positivo a utilidad percibida y la facilidad de uso. Heradio y colaboradores (2016), y Potkonjak y colaboradores (2016) ordenan las experiencias formativas en ingeniería, y analizan la literatura sobre los laboratorios virtuales desde sus inicios hasta 2015.

Otra materia con implementación es el aprendizaje de idiomas, Mobile Assisted Language Learning, y especialmente del inglés (Gimhyesuk, 2016). Liu, Lu y Lai (2016) revisaron la literatura en WoS con técnicas de minería

de texto y detallan las habilidades específicas que se potencian en cada caso. Kim (2016) demuestra los resultados positivos en la comprensión oral, donde juegan un papel importante los niveles de interés y motivación para escuchar tareas, así como una mayor autonomía de los estudiantes universitarios en su propio aprendizaje. Sung, Changb y Liua (2016) analizan el aprendizaje autónomo del inglés y el impacto en la capacidad auditiva. No podemos olvidar el gran mercado económico existente tras la formación en lenguas extranjeras, donde se utilizan potentes estrategias comerciales, combinadas con el potencial de los juegos y la capacidad seductora de la RA, como componentes impulsores de actividades incluso de nivel avanzado (Richardson, 2016).

5. Discusión y conclusiones

La revisión de la literatura científica relacionada denota que urge crear un marco teórico conceptual consensuado y asimilado por la comunidad educativa. Muchos trabajos apuntan hacia la necesidad de una reorientación en la filosofía educativa que, como indican Mohd y colaboradores (2014), no infravalora los aspectos creativos y lúdicos como impulsores del proceso de enseñanza y aprendizaje. Coincidimos con varios autores en constatar la irrupción de estos instrumentos como elementos transformadores de metodologías y moduladores de la interacción educativa, superando la mera deslocalización espacio-temporal (Vázquez-Cano, Sevillano, & Fombona, 2016). Se reitera que todo este proceso de implementación tecnológica no debería contemplarse de forma sistemática, sino bajo perspectivas parcializadas por área, como también subrayaron Davies y colaboradores (2010).

El análisis cualitativo ha detectado cinco grupos de descriptores que son clave en las investigaciones sobre m-learning y RA: la conceptualización terminológica, los cambios metodológicos, el análisis de los factores de uso, la dimensión motivacional y lúdica, la deslocalización y determinadas materias con mayor implementación de la RA. Estas son referencias para las instituciones educativas, que ceden protagonismo ante acciones informales, uso de herramientas para m-learning, entornos virtuales inmersivos multimedia fuera de los reglamentos docentes, cursos MOOC, y modelos híbridos, b-learning. Además de un enriquecimiento cuantitativo por un mayor acceso a la información, este fenómeno genera marcos innovadores de actividad, tales como determinados grupos virtuales, interacciones gratificantes, nuevas escalas de valores, situados fuera de las regulaciones administrativas, aunque susceptibles de convertirse en fórmulas exitosas de aprendizaje.

Los datos muestran la situación del fenómeno en el momento analizado, y dada la importancia de las fuentes, esta tendencia es fiel reflejo del nivel de penetración que tiene el m-learning y la tecnología RA en la investigación científica, siendo una referencia oportuna para posteriores investigaciones sectoriales.

El análisis cualitativo ha detectado cinco grupos de descriptores que son clave en las investigaciones sobre m-learning y RA: la conceptualización terminológica, los cambios metodológicos, el análisis de los factores de uso, la dimensión motivacional y lúdica, la deslocalización y determinadas materias con mayor implementación de la RA. Estas son referencias para las instituciones educativas, que ceden protagonismo ante acciones informales, uso de herramientas para m-learning, entornos virtuales inmersivos multimedia fuera de los reglamentos docentes, cursos MOOC (Aguaded, Vázquez-Cano, & López-Meneses, 2016), y modelos híbridos, b-learning (Mittag, 2016). Además de un enriquecimiento cuantitativo por un mayor acceso a la información, este fenómeno genera marcos innovadores de actividad, tales como determinados grupos virtuales, interacciones gratificantes, nuevas escalas de valo-

res, situados fuera de las regulaciones administrativas, aunque susceptibles de convertirse en fórmulas exitosas de aprendizaje.

Apoyos

Proyecto internacional Erasmus+ KA204, sobre la competencia transversal uso de las TIC (2016-1-ES01-KA204-025159): «Compartir prácticas educativas eficaces y sistematizar un programa de competencias de formación para el empleo y la inclusión de los adultos en situación de vulnerabilidad». UNAM-DGAPA PAPIMPE-PE-304717, Independencia Intelectual de Universitarios del Siglo XXI.

Referencias

- Abate, A., & Nappi, M. (2016). Augmented Reality Based Framework for Multimedia Training and Learning. *Multimedia Tools and Applications*, 75(16), 9507-9509. <https://doi.org/10.1007/s11042-016-3551-7>
- Aguaded, I., Vazquez-Cano, E., & Lopez-Meneses, E. (2016). El impacto bibliométrico del movimiento MOOC en la Comunidad Científica Española. *Educación XXI*, 19(2), 77-104. <https://doi.org/10.5944/educXXI.13217>
- Al-Emran, M., Elsherif, H., & Shaalan, K. (2016). Investigating Attitudes towards the Use of Mobile Learning in Higher Education. *Computers in Human Behavior*, 56, 93-102. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.11.033>
- Alrasheedi, M., Capretz, L., & Raza, A. (2016). Management's Perspective on Critical Success Factors Affecting Mobile Learning in Higher Education Institutions, an Empirical Study. *Journal of Educational Computing Research*, 54(2), 253-274. <https://doi.org/10.1177/0735633115620387>
- Amara, S., Macedo, J., Bendella, F., & Santos, A. (2016). Group Formation in Mobile Computer Supported Collaborative Learning Contexts: A Systematic Literature Review. *Educational Technology, & Society*, 19(2), 258-273.
- Avila, H. (1999). *Introducción a la metodología de la investigación*. México: Instituto Tecnológico de Cuauhtémoc.
- Avila, L., & Bailey, M. (2016). Augment your Reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 36(1), 6-7.
- Burden, K., & Hopkins, P. (2016). Barriers and Challenges Facing Pre-Service Teachers use of Mobile Technologies for Teaching and Learning. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 8(2), 1-20.
- Cabero, J., & Barroso, J. (2016). The Educational Possibilities of Augmented Reality. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5(1), 44-50. <https://doi.org/10.7821/naer.2016.1.140>
- Cantillo, C., Roura, M., & Sanchez, A. (2012). Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación. *LaEduc@ción Digital Magazine*, 147.
- Castro, G., Dominguez, E., Velazquez, Y., Matla, M., Toledo, C., & Hernandez, S. (2016). MobiLearn: Context-Aware Mobile Learning System. *IEEE Latin America Transactions*, 14(2), 958-964.
- Cubillo, J., Martin, S., Castro, M., & Boticki, I. (2015). Preparing Augmented Reality Learning Content should be Easy: UNED ARLE- an Authoring Tool for Augmented Reality Learning Environments. *Computer Applications in Engineering Education*, 23(5), 778-789. <https://doi.org/10.1002/cae.21650>
- Chang, Y., Chien, Y.H., Yu, K., Lin, H., & Chen, M. (2016). Students' Innovative Environmental Perceptions and Creative Performances in Cloud-Based M-Learning. *Computers in Human Behavior*, 63, 988-994. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.06.032>
- Chen, C.H., Chou, Y., & Huang, C.Y. (2016). An Augmented-Reality-Based Concept Map to Support Mobile Learning for Science. *Asia-Pacific Education Researcher*, 25(4), 567-578. <https://doi.org/10.1007/s40299-016-0284-3>
- Davies, R.S., Howell, S.L., & Petrie, J.A. (2010). A Review of Trends in Distance Education Scholarship at Research Universities in North America, 1998-2007. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 11(3), 42-56.
- El-Kabtane, H., Sadgal, M., El Adnani, M., & Mourdi, Y. (2016). An Augmented Reality Approach to Integrate Practical Activities in E-Learning Systems. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 7(2), 107-117. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2016.070215>
- Furio, D., Juan, M., Seguí, I., & Vivo, R. (2015). Mobile Learning Vs. Traditional Classroom Lessons: A Comparative Study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(3), 189-201. <https://doi.org/10.1111/jcal.12071>
- García, A., Guerrero, R., & Granados, J. (2015). Buenas prácticas en los entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje. *Revista Cubana de Educación Superior*, 34(3), 76-88. (<https://goo.gl/OUIfYt>) (2017-01-07).
- García, J. (2016). Augmented Reality: Technology for Training. *Pixel-Bit*, 49, 241-242.
- Gimhyesuk (2016). A Study on Mobile Application Design for English Vocabulary Learning. *Journal of Linguistics Science*, 78, 67-99. <https://doi.org/10.21296/jls.2016.09.78.67>
- Hackett, M., & Proctor, M. (2016). Three-Dimensional Display Technologies for Anatomical Education: A Literature Review. *Journal of Science Education and Technology*, 25(4), 641-654. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9619-3>
- Harley, J., Poitras, E., Jarrell, A., Duffy, M., & Lajoie, S. (2016). Comparing Virtual and Location-Based Augmented Reality Mobile Learning: Emotions and Learning Outcomes. *Educational Technology Research and Development*, 64(3), 359-388. <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9420-7>
- Heradio, R., de la Torre, L., Galan, D., Cabrerizo, F., Herrera-Viedma, E., & Dormido, S. (2016). Virtual and Remote Labs in Education: A Bibliometric Analysis. *Computers & Education*, 98, 14-38. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.010>
- Hsia, J. (2016). The Effects of Locus of Control on University Students' Mobile Learning Adoption. *Journal of Computing in Higher Education*, 28(1), 1-17. <https://doi.org/10.1007/s12528-015-9103-8>
- Huang, H., Liaw, S., & Lai, C. (2016). Exploring Learner Acceptance of the Use of Virtual Reality in Medical Education: A Case Study of Desktop and Projection-Based Display Systems. *Interactive Learning Environments*, 24(1), 3-19. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.008>

- Hwang, G., & Tsai, C. (2011). Research trends in mobile and ubiquitous learning: A review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*, 42(4), 65–70.
- Kaiiali, M., Ozkaya, A., Altun, H., Haddad, H., & Alier, M. (2016). Designing a Secure Exam Management System (SEMS) for M-Learning Environments. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(3) 258-271.
- Karimi, S. (2016). Do Learners' Characteristics Matter? An Exploration of Mobile-Learning Adoption in Self-Directed Learning. *Computers in Human Behavior*, 63, 769-776.
- Kim, D., Chun, H., & Lee, H. (2014). Determining the Factors that Influence College Students' Adoption of Smartphones. *Association for Information Science & Technology*, 65(3), 578-588. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.01.001>
- Kim, H. (2016). Utility of the Mobile in Language Learning: With Reference to English Listening Comprehension at a University Level. *Journal of Mirae English Language and Literature*, 21(2), 181-201.
- Kim, H., & Hyun, M. (2016). Predicting the Use of Smartphone-Based Augmented Reality (AR): Does Telepresence Really Help? *Computers in Human Behavior* 59, 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.01.001>
- Kopecky, K., & Sztokowski, R. (2016). Use of Mobile Touch Devices as Part of Lifelong Learning with Specific Focus on Tablets. *ICLLEL 2015, 1st International Conference on Lifelong Learning and Leadership for All*, 221-225.
- Laine, T., Nygren, E., Dirin, A., & Suk, H. (2016). Science Spots AR: A Platform for Science Learning Games with Augmented Reality. *ETR&D-Educational Technology Research and Development*, 64(3), 507-531. <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9419-0>
- Lin, Y.L., & Yang, J.C. (2016). Augmented Reality Based Learning Applied to Green Energy. *Journal of Materials Education*, 38(1-2), 37-50.
- Lindsay, L. (2016). Transformation of Teacher Practice Using Mobile Technology with One-To-One Classes: M-Learning Pedagogical Approaches. *British Journal of Educational Technology*, 47(5), 883-892. <https://doi.org/10.1111/bjet.12265>
- Liou, W., Bhagat, K., & Chang, C. (2016). Beyond the Flipped Classroom: A Highly Interactive Cloud-Classroom (HIC) Embedded into Basic Materials Science Courses. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 460-473. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9606-8>
- Liu, G., Lu, H., & Lai, C. (2016). Towards the Construction of a Field: The Developments and Implications of Mobile Assisted Language Learning (MALL). *Digital Scholarship in the Humanities*, 31(1), 164-180. <https://doi.org/10.1093/lc/fqu070>
- Martínez, L., & Bello, J. (2001). Humanidades, educación y nuevas tecnologías. *Revista Chilena de Humanidades*, 21, 187-203. (<https://goo.gl/7uqkHN>).
- Marzal, M., & Pedrazzi, S. (2015). Educational Potential of Topic Maps and Learning Objects for M-Learning in the Knowledge Society. *Transinformação*, 27(3), 229-244. <https://doi.org/10.1590/0103-37862015000300005>
- Mazaheri, M., Mohamed, F., & Karbasi, M. (2014). *Mobile Phone Usage Patterns among Students in Iran*. (<https://www.behavioralsciences.com>) (2016-12-12).
- Mittag, H. (2016). Blended Learning in Practice: An Overview on Recent Developments. *Lifelong Learning Society*, 12(2), 171-186.
- Mohd, A., Daniel, E., Low, W., & Abaziz, K. (2014). Teachers' Perception of Mobile Edutainment for Special Needs Learners: The Malaysian Case. *International Journal of Inclusive Education*, 18(12), 1237-1246.
- Nagata, J., Giner, J., & Abad, F. (2016). Virtual Heritage of the Territory: Design and Implementation of Educational Resources in Augmented Reality and Mobile Pedestrian Navigation. *IEEE-RITA*, 11(1), 41-46. <https://doi.org/10.1109/RITA.2016.2518460>
- Navarro, C.X., Molina, A., Redondo, M.A., & Juarez-Ramirez, R. (2016). Framework to Evaluate M-Learning Systems: A Technological and Pedagogical Approach. *IEEE-RITA*, 11(1), 33-40. <https://doi.org/10.1109/RITA.2016.2518459>
- Pavlou, P., & Fygenon, M. (2006). Understanding and Predicting Electronic Commerce Adoption: An Extension of the Theory of Planned Behavior. *MIS Quarterly*, 30(1), 115-143. <https://doi.org/10.2307/25148720>
- Pejoska, J., Bauters, M., Purma, J., & Leinonen, T. (2016). Social Augmented Reality: Enhancing Context-Dependent Communication and Informal Learning at Work. *British Journal of Educational Technology*, 47(3), 474-483. <https://doi.org/10.1111/bjet.12442>
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C.,... & Jovanovic, K. (2016). Virtual Laboratories for Education in Science, Technology, and Engineering: A Review. *Computers & Education*, 95, 309-327. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>
- Reychav, I., Dunaway, M., & Kobayashi, M. (2015). Understanding Mobile Technology-Fit Behaviors Outside the Classroom. *Computers & Education*, 87, 142-150. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.04.005>
- Richardson, D. (2016). Exploring the Potential of a Location Based Augmented Reality Game for Language Learning. *International Journal of Game-Based Learning*, 6(3), 34-49. <https://doi.org/10.4018/IJGBL.2016070103>
- Rodrigo, L. (2016). The Didactic and Methodological Use of Tablets in Classrooms of Primary and Secondary Education in Catalonia. *Pixel-Bit*, 48, 9-25. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2016.i48.01>
- Ruiz, F., & Belmonte, A. (2014). Los jóvenes como usuarios de aplicaciones de marca en dispositivos móviles. Young People as Users of Branded Applications on Mobile Devices. *Comunicar*, 43, 73-81. <https://doi.org/10.3916/C43-2014-07>
- Sakr, M., Jewitt, C., & Price, S. (2016). Mobile Experiences of Historical Place: A Multimodal Analysis of Emotional Engagement. *Journal of the Learning Sciences*, 25(1), 51-92. <http://doi.org/10.1080/10508406.2015.1115761>
- Suarez-Guerrero, C.I., Lloret-Catala, C., & Mengual-Andres, S. (2016). Percepción docente sobre la transformación digital del aula a través de tablets: un estudio en el contexto español. [Teachers' Perceptions of the Digital Transformation of the Classroom through the Use of Tablets: A Study in Spain]. *Comunicar*, 49, 81-89. <https://doi.org/10.3916/C49-2016-08>
- Sun, B., & Shu, H. (2016). M-learning in Foreign Language Learning. Proceedings of the 2016 International Conference on Contemporary Education, Social Sciences and Humanities. *Advances in Social Science Education and Humanities Research*, 74, 242-246.
- Sung, Y., Changb, K., & Liua, T. (2016). The Effect of Flow Experience on English Listening and Self-Directed Learning Abilities through a Listening Activity Using a Smartphone Application. *Multimedia-Assisted Language Learning*, 19(3), 158-177. <https://doi.org/10.15702/mall.2016.19.3.158>
- Tan, Q., & Chang, W. (2015). Location-Based Augmented Reality for Mobile Learning: Algorithm, System and Implementation. *Electronic Journal of e-Learning*, 13(2), 138-148.

- Tarnag, W., Ou, K., Yu, C., Liou, F., & Liou, H. (2015). Development of a Virtual Butterfly Ecological System Based on Augmented Reality and Mobile Learning Technologies. *Virtual Reality*, 19(3-4), 253-266. <https://doi.org/10.1007/s10055-015-0265-5>
- Toh, S., Abdullah, N., Miskon, S., Rahman, A., & Habit, H. (2015). Personal Knowledge Management in M-Learning: A Systematic Literature Review. *Advanced Science Letters*, 21(6), 1910-1914. <https://doi.org/10.1166/asl.2015.6158>
- Tscholl, M., & Lindgren, R. (2016). Designing for Learning Conversations: How Parents Support Children's Science Learning within an Immersive Simulation. *Science Education*, 100(5), 877-902. <https://doi.org/10.1002/sce.21228>
- Vazquez-Cano, E., Sevilano, M., & Fombona, J. (2016). Análisis del uso educativo y social de los dispositivos digitales en el contexto universitario panhispánico. *RIE*, 34(2), 453-469. <https://doi.org/10.6018/rie.34.2.224691>
- Weiser, M. (1991). The Computer for the 21st Century. *Scientific American*, 256(3), 94-104. <https://doi.org/10.1145/329124.329126>
- Welsh, K., Powell, V., France, D., Park, J., & Whalley, W. (2015). Student Perceptions of Ipad as Mobile Learning Devices for Fieldwork. *Journal of Geography in Higher Education*, 39(3), 450-469. <https://doi.org/10.1080/03098265.2015.1066315>
- Yousafzai, A., Chang, V., & Gani, A. (2016). Multimedia Augmented M-learning: Issues, Trends and Open Challenges. *International Journal of Information Management*, 36(5), 784-792. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.010>

¿Cómo debería ser un CONTENIDO de calidad DIRIGIDO A LA infancia?



Descubre la respuesta en
www.infanciaycomunicacion.org

