

Posibilidades formativas de la tecnología aumentada. Un estudio diacrónico en escenarios universitarios

Julio Cabero Almenara¹; Esteban Vázquez-Cano²; Eloy López Meneses³; Alicia Jaén Martínez⁴

Recibido: Octubre 2018 / Evaluado: Abril 2019 / Aceptado: Mayo 2019

Resumen. Este artículo presenta un estudio diacrónico circunscrito a dos titulaciones cursadas en la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla en el que se describe una experiencia didáctica con 236 estudiantes que cursan asignaturas de “Tecnología de la Información y la Comunicación”. La acción formativa se desarrolló a través de un Seminario de Tecnologías Emergentes para analizar diversas aplicaciones de Realidad Aumentada en escenarios formativos y sus posibilidades educativas, además, de dinamizar en el alumnado actitudes proactivas y un uso competencial didáctico de las mismas. La investigación se ha implementado a través de una metodología cualitativa con el diseño de un mapa de categorías mediante el empleo del programa Atlas-Ti. Los resultados muestran que el alumnado de ambas titulaciones considera que la Realidad Aumentada es una tecnología emergente fácil de utilizar, dinamiza escenarios formativos motivadores y favorece el trabajo colaborativo. No obstante, también manifiesta que requiere de un elevado coste económico, puede incrementar la brecha digital y precisa de una formación especializada de los docentes.

Palabras clave: tecnología educativa; realidad aumentada; recursos didácticos; innovación universitaria; educación superior.

[en] Formative possibilities of augmented technology. A diachronic study in university scenarios

Abstract. This article presents a diachronic study circumscribed to two degrees taught at the Pablo de Olavide University in Seville. This didactic experience is developed with 236 students who study subjects of “Information and Communication Technology”. The activity was implemented through a seminar on Emerging Technologies to analyze various applications of Augmented Reality in educational settings and their educational possibilities, besides stimulating students’ proactive attitudes and a didactic and competent use of these technologies. The research has been implemented through a qualitative methodology with the design of a category map by using the Atlas-Ti program. The results show that the students of both degrees consider that the Augmented Reality is an easy-to-use emerging technology, stimulates motivating formative scenarios and favours collaborative work. However, it also states that it requires a high economic cost, can increase the digital divide and requires specialized training of teachers.

Keywords: educational technology; augmented reality; didactic resources; university innovation; higher education.

Sumario. 1.1. Contexto de la investigación 2. Metodología 3. Resultados 4. Conclusiones 5. Referencias bibliográficas.

Cómo citar: Cabero Almenara, J. et al. (2020). Posibilidades formativas de la tecnología aumentada. Un estudio diacrónico en escenarios universitarios. *Revista Complutense de Educación*, 31 (2), 141-152.

1. Introducción

La incorporación de las herramientas digitales a la educación es hoy un hecho evidente. En los últimos años una de las que ha cobrado gran relevancia es la realidad aumentada (Cabero et al., 2016; Marín-Díaz y Muñoz, 2018; Moreno-Martínez y Leiva-Olivencia, 2017). Asimismo, esta tecnología inmersiva puede desarrollarse en diversos

¹ Universidad de Sevilla (España)

E-mail: cabero@us.es

² Universidad Nacional de Educación a Distancia (España)

E-mail: evazquez@edu.uned.es

³ Universidad Pablo de Olavide (España)

E-mail: elopmen@upo.es

⁴ Universidad Pablo de Olavide (España)

E-mail: ajaemar@upo.es

niveles educativos y en diferentes disciplinas académicas (Cabero y García, 2016; Cabero, De la Honras y Sánchez, 2018; Pei y Ming, 2013). La Realidad aumentada (RA, en adelante), en concordancia con Cabero y García (2016) y Barroso, Cabero y Moreno-Fernández (2016), 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”, para generar un nuevo escenario formativo enriquecido.

Por su parte, Cabero y García (2016), señalan sus propiedades más significativas: ser una realidad mixta, integrada en tiempo real, que posee una diversidad de capas de información digital, que es interactiva y, que mediante su utilización, enriquecemos o alteramos la información. La RA ofrece numerosas posibilidades educativas y un inmenso potencial para mejorar el aprendizaje y la enseñanza (Bacca et al., 2014; Dunleavy, Dede y Mitchell, 2009; Prendes, 2015). Además, proporciona a los usuarios el acceso a un contenido multimedia rico, variado y significativo, facilitándole un contexto relevante y con el que poder interactuar de manera inmediata (Cabero y García, 2016). A su vez, Wu, Wen y Yi (2013) añaden más beneficios y señalan que contribuye no solo a reducir la distancia que existe entre el aprendizaje formal e informal, sino a habilitar un aprendizaje ubicuo, situado y enriquecido, facilitando la comprensión de conceptos complejos. Por lo que la virtud de este tipo de tecnología es que permite al usuario interactuar con los objetos de aprendizaje (Cabero y Barroso, 2015).

Desde un punto de vista tecnológico, Cabero y Barroso (2016), aunando las propuestas de diferentes autores, presentan los diferentes recursos y dispositivos tecnológicos que se necesitan para la producción y observación de objetos en RA, en concreto los autores nos señalan los siguientes:

- Un elemento que capture la imagen de la realidad que están viendo los usuarios (pantalla del ordenador, un teléfono o una videoconsola).
- Un dispositivo donde proyectar la mezcla de las imágenes reales con las imágenes sintetizadas (pueden servir los tres citados anteriormente).
- Un elemento de procesamiento o varios que trabajen conjuntamente, cuya función es la de interpretar la información del mundo real que recibe el usuario, generar la información virtual que cada servicio concreto necesite y mezclarla de forma adecuada (ordenadores, móviles o videoconsolas).
- Un tipo de software específico para la producción del programa. Un activador de la realidad aumentada o marcadores que pueden ser códigos Qr, objetos físicos, GPS...). Un servidor de contenidos donde se ubica la información virtual que queremos incorporar a la realidad.

Por otra parte, entre los principales desafíos que debe superar esta tecnología inmersiva puede resaltarse: necesidad de una formación especializada a los docentes, falta de recursos y objetos de aprendizaje de RA, insuficientes centros que apoyen al profesorado en la producción de objetos de aprendizaje de RA, y escasez de experiencias con RA que sirvan de apoyo (Billinghurst y Dünser, 2012; Cabero y García, 2015).

En definitiva, y teniendo presente las aportaciones reseñadas, en concordancia con Fernández-Robles (2018), se puede inferir que la realidad aumentada se presenta como una tecnología de verdadera utilidad para la formación universitaria, ya que permite trabajar con metodologías activas y constructivistas, ofrece la posibilidad de visualizar el objeto desde diferentes perspectivas, facilita la adquisición de conocimientos de difícil acceso, posibilita la presentación de escenarios simulados, y enriquece el material impreso.

1.1. Contexto de la investigación

La experiencia innovadora inmersiva se desarrolla a través de un Seminario de Tecnologías Emergentes desarrollado durante el mes de febrero de los cursos académicos 2016-17 y 2017-18 en la asignatura: “Tecnologías de la Información y la Comunicación en Educación Social”, correspondientes ambas al primer año de la titulación del Grado de Educación Social y Doble Grado de Educación Social y Trabajo Social de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Pablo de Olavide, de Sevilla (España) con una carga de 7,3 Créditos ECTS (European Credit Transfer System). Con respecto al programa de estudios, la asignatura de “Tecnologías de la Información y la Comunicación en Educación Social”, pertenece al área de Didáctica y Organización Educativa y se articula alrededor de diversos bloques temáticos; en nuestro caso, corresponde al cuarto núcleo de contenidos denominado: “Temas sociales/transversales”, en concreto al Tema 9: “La Realidad Aumentada en escenarios formativos sociales”. El organigrama conceptual de la asignatura se puede visualizar en el siguiente enlace: <http://cort.as/x-Ez>

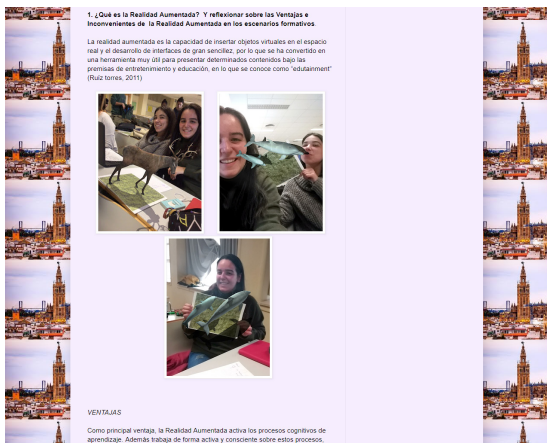
La acción formativa se desarrolló a través de un Seminario de Tecnologías Emergentes que perseguía los siguientes objetivos: 1) Analizar diversas aplicaciones de RA en escenarios formativos y sus posibilidades educativas. 2) Dinamizar en el estudiantado actitudes proactivas en el uso de tecnologías aumentadas y 3) Desarrollar en el alumnado competencias de uso didáctico de las aplicaciones de RA presentada en el Seminario formativo. Éste se desarrolló durante tres sesiones de dos horas de duración donde el alumnado de ambas titulaciones aprendía el concepto de la RA, los niveles de la tecnología de la RA, las posibilidades y limitaciones de la RA en escenarios formativos. Asimismo, se complementaba el marco teórico con el uso práctico por parte del estudiantado de diversas aplicaciones de RA orientadas al contexto educativo, tales como: Quiver, ZOOKAZAM, CHROMVILLE, Anatomy 4D, ArFlashcards. Para ello, se utilizaban diferentes “tablets”, marcadores impresos en papel (proporcionados por el docente) (Figura 1) y los teléfonos móviles de los estudiantes que descargaban las apps de las aplicaciones para el uso de la RA. Asimismo, en el edublog de la asignatura se creó una pestaña denominada: “Realidad Aumentada y Virtual” que recopilaba numerosas app de carácter educativo, tutoriales y noticias de interés (<http://cort.as/x-F4>).



Figura 1. Estudiantes de la asignatura TIC y Educación Social Universidad Pablo de Olavide. (Sevilla, España).

Al finalizar el Seminario formativo se solicitaba a cada estudiante rellenar un cuestionario elaborado ad hoc titulado: “Uso didáctico de la RA”, para indagar qué aplicación utilizadas en dicho Seminario formativo de RA era la más motivadora, analizarán los ámbitos preferentes de intervención social para utilizar estas tecnologías inmersivas y expusieran las fortalezas y debilidades de la RA en el contexto educativo. Su enlace es: <https://goo.gl/forms/STik3sI9KdPzZi773>

Por último, cada estudiante tenía que elaborar un edublog personal para la asignatura sobre las evidencias de las actividades realizadas en la asignatura (Figura 2), siendo unas de sus pestañas la Realidad Aumentada donde debían de responder a estas tres cuestiones: 1) ¿Qué es la Realidad Aumentada? Ventajas e Inconvenientes de la RA en los escenarios formativos. 2) Realizar un breve comentario (máx. 300 palabras) sobre los ámbitos preferentes de intervención social (Infancia, personas adultas, tercera edad, atención comunitaria...) que se pueden aplicar con esta tecnología emergente (RA) y 3) ¿Qué aplicación de Realidad Aumentada vistas en el Seminario de Tecnologías Emergentes (Zookazam, Anatomy 4D, Quiver, Chromville, Ar Flashcards, etc. te ha gustado más? ¿Por qué?



Edublog de la estudiante Rocío Pablos URL: http://rociopablostic.blogspot.com/p/blog-page_20.html



Edublog de la estudiante Rocío Castro URL: <http://socialticeducacion.blogspot.com/>

Figura 2. Edublogs de estudiantes de la asignatura: “TIC y Educación Social”.

2. Metodología

Abordamos un estudio exploratorio cuyo principal objetivo es conocer las posibilidades educativas en la formación universitaria de la RA. Para ello, partimos de una concepción metodológica basada en la investigación-acción colaborativa virtual por parte del estudiante universitario como una manera de fomentar sus propias competencias genéricas y específicas en el Espacio Europeo de Educación Superior (Pool-Cibrian y Martínez-Guerrero, 2013). Esta concepción metodológica se fundamenta en la interdependencia positiva que fomenta la responsabilidad grupal del trabajo colaborativo (Zimmerman, 2011). En nuestro estudio optamos por una metodología con un enfoque cualitativo que nos permite analizar con mayor profundidad la funcionalidad, limitaciones y posibilidades del uso didáctico de la RA por estudiantes que han empleado la misma en procesos formativos.

El análisis cualitativo se ha fundamentado en un proceso de codificación y categorización estructurado en dos etapas: la etapa descriptiva y la etapa interpretativa (Bogdan y Biklen, 1992; Miles y Huberman, 1994; Monje, 2011). El procedimiento se organizó en tres fases: Fase 1: Segmentación e identificación de unidades de significado y agrupación en categorías descriptivas. Fase 2: Construcción de un sistema de núcleos temáticos emergentes o metacategorías y fase 3: Identificación de dominios cualitativos (análisis secuencial y transversal de las metacategorías). Para el análisis descriptivo de los datos, se ha realizado el recuento de frecuencias de las fuentes de información prioritarias en la investigación (blogs y comentarios). En este sentido, se ha procedido a asociar etiquetas a las principales categorías explicativas; procediendo a la búsqueda de patrones y su clasificación conceptual mediante la reducción de datos a macrocategorías, categorías y unidades de significado con la ayuda del programa Atlas-Ti (Marshall y Rossman, 1995; Maxwell, 1998; Shaw, 1999; Stoecker, 1991; Yin, 1989). El procedimiento se organizó en tres fases como se expone en la Figura 3.

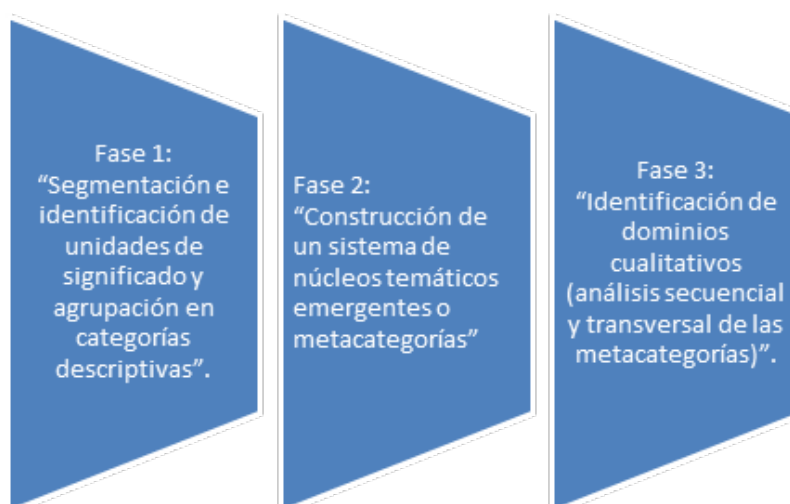


Figura 3. Esquema procedimental de análisis cualitativo.

La muestra participante estuvo compuesta un total de 236 estudiantes organizados según los datos recogidos en la Tabla 1.

Tabla. 1. Muestra de estudiantes incluidos en el estudio diacrónico de los cursos académicos 2016-18.

Curso académico	Doble Grado en Trabajo Social y Educación Social: TIC y Educación Social		Grado de Educación Social: TIC y Educación Social		Total
	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	
2016-2017	58	8	51	6	123
2017-2018	53	5	50	5	113
Total	111	13	101	11	236

Se diseñó el cuestionario “Uso didáctico de la RA” (Su enlace es: <https://goo.gl/forms/STik3sI9KdPzZi773>). El diseño del cuestionario partió de las consideraciones teóricas realizadas por Barroso y Gallego-Pérez (2017) y se revisó por juicio de expertos mediante estudio Delphi para poder delimitar las principales posibilidades educativas de la RA aplicada en contextos formativos de la Educación Superior (Patton, 1987). Para la ejecución del método Delphi se aplicaron cinco fases: 1. Elaboración de una primera lista de temáticas, con los descriptores que se podrían incluir. 2. Realización primera vuelta del estudio Delphi. 3. Análisis de los resultados alcanzados y elaboración de una nueva lista. 4. Realización segunda vuelta del estudio Delphi. 5. Análisis de los resultados alcanzados y elaboración del cuestionario. La intención didáctica principal del cuestionario era recabar la opinión de los estudiantes conforme a aspectos descriptivos valorativos de las diferentes herramientas propuestas y, principalmente, sobre tres ámbitos de opinión:

1. ¿Cuáles son los ámbitos preferentes de intervención social (Infancia, personas adultas, tercera edad, atención comunitaria...) que se pueden aplicar con esta tecnología emergente (RA)?
2. ¿Cuáles son las ventajas de la RA aplicadas a la formación?
3. ¿Cuáles son las limitaciones de la RA aplicadas a la formación?

3. Resultados

El proceso de reducción de datos a macrocategorías, categorías y unidades de significado fue un proceso complejo en el que se codificaron mediante el programa Atlas-Ti (versión 7.0), 418 unidades de significado textuales para el curso 2016-2017 y 518 unidades de significado textual para el curso 2017-2018, así contamos con un total de 936 unidades textuales. Durante el primer análisis de datos realizado para el curso 2016-2017 se establecieron la agrupación de estas unidades respecto a un eje de 3 dominios-dimensiones y 15 categorías deductivo-inductivas: 1) “ámbitos preferentes de intervención social con RA” (3 categorías); 2) “ventajas de la RA aplicadas a la formación” (7 categorías) y 3) “limitaciones de la RA aplicadas a la formación” (5 categorías) en torno a los cuales se han agrupado todas las unidades de significado.

Tras la incorporación de los datos recopilados a lo largo del curso 2017-2018, se mejora y complementa el análisis inicial recodificando dimensiones, quedando como se muestra en la Figura 4.

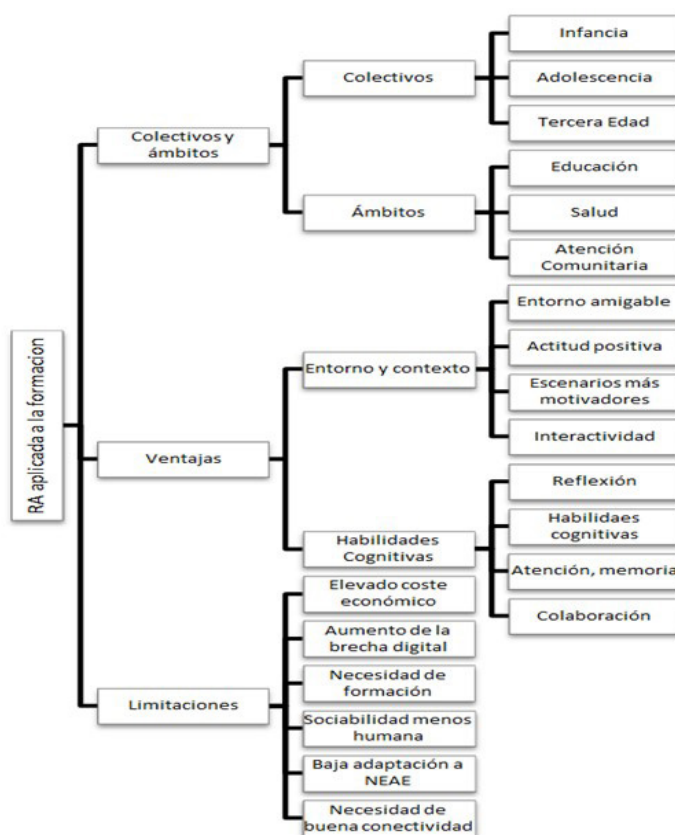


Figura 4. Categorías semánticas asociadas a la RA.

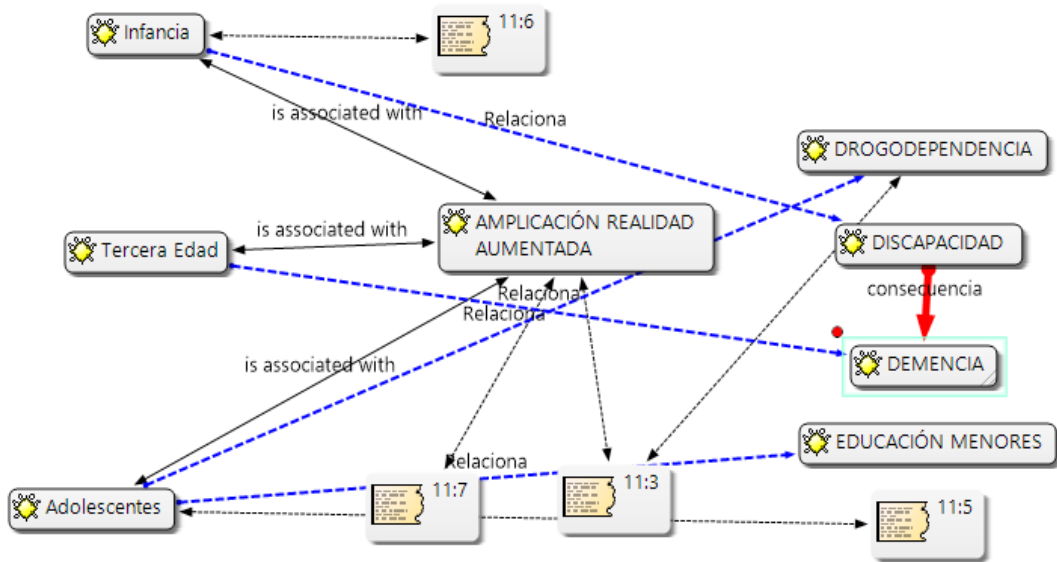
A continuación, se exponen los datos y comparativas realizadas. La primera dimensión analizada es la percepción de la funcionalidad de la RA sobre los principales colectivos y ámbitos de intervención asociados a las competencias profesionales de los dos grados universitarios, se complementa con información relativa a ámbitos y colectivos nuevos (Tabla 2).

Tabla. 2. Dimensión 1: “Ámbitos y colectivos preferentes de intervención social con RA. Análisis de los cursos académicos 2016-17 y 2017-18”.

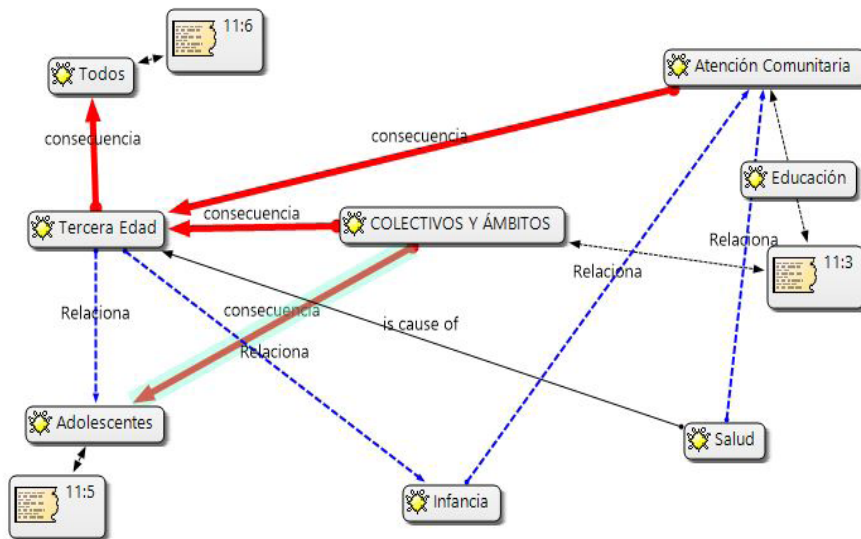
Curso Académico	Casos/Citas		% Casos		Nb Words		% Words	
	16-17	17-18	16-17	17-18	16-17	17-18	16-17	17-18
Infancia	51	37	47.6%	41.5%	97	95	51.3%	50.5%
Tercera Edad	32	33	32.4%	30.0%	65	85	37.9%	31.5%
Adolescentes	21	30	20.0%	28.5%	23	73	10.8%	18.0%
Total	104	100	100%	100%	185	253	100%	100%

Los estudiantes han considerado mayoritariamente y se suscribe a lo largo de ambos cursos, que la RA es aplicable en todas las etapas evolutivas y formativas del ser humanos, principalmente en la infancia (N= 97/51.3% (16-17) y N=95/50.5% (17-18)) y en la tercera edad (N= 65/37.9% (16-17) y N=85/31.5% (17-18) debido a sus condiciones de adaptabilidad en cualquier contexto que se presente. Si nos basamos en el ámbito educativo, la RA es una gran aliada para crear una interconexión entre lo virtual y la realidad y ayuda al alumno a reforzar el aprendizaje y acercarse más a los conocimientos mediante esta tecnología emergente. A su vez, se puede desarrollar fuera del ámbito educativo en personas adultas y de tercera edad para tratar diferentes situaciones psicosociales.

Asimismo, los estudiantes han considerado que sería interesante su uso en diferentes contextos formativos como un recurso que promueve la creatividad, la imaginación y la curiosidad de la persona, además de construir nuevos conocimientos e interaccionar de una manera tan directa con lo virtual. Estas valoraciones se han confirmado también parcialmente en diversos estudios universitarios con la aplicación del portafolio y los edublogs para mejorar la formación del alumnado en la adquisición de competencias para la atención de grupos sociales en desventaja por edad o situación sociolaboral con resultados muy positivos (López Meneses, Vázquez-Cano y Fernández Márquez, 2014; Vázquez-Cano, López Meneses, y Sánchez-Serrano, 2015; Vázquez-Cano, Martín-Monje y Castrillo, 2016). Por lo tanto, la realidad aumentada puede ayudar a incrementar el valor de otras tecnologías en el aspecto formativo y práctico del desarrollo de las competencias profesionales y académicas del alumnado universitario. Las relaciones más profundas que se establecen entre estas posibilidades de aplicación al ejercicio profesional del educador y trabajador social se pueden visibilizar en la Figura 5.



Curso académico 2016-17.



Curso académico 2017-18.

Figura 5. Red Atlas-Ti. Ámbitos preferentes de intervención social con RA. Comparativa de los cursos académicos 2016-17 y 2017-18.

En este sentido, como se puede apreciar en la red de conceptos y categorías generada por el tratamiento cualitativo con Atlas-Ti de las opiniones de los estudiantes, las principales áreas de intervención con RA se centran en: El ámbito educativo, incluyendo la faceta educativa en la infancia y la educación de menores (adolescentes) en la enseñanza formal y no formal. El ámbito sanitario o de salud y la atención comunitaria, teniendo en cuenta la drogodependencia aplicada a la educación y prevención entre adolescentes y la discapacidad asociada a la demencia en personas mayores (Vázquez-Cano, López Meneses y Sánchez-Serrano, 2015). De esta manera, los estudiantes consideran que la aplicación de estrategias didácticas y prácticas basadas en la RA en estos ámbitos podrían mejorar la adquisición de competencias por parte de los profesionales y, asimismo, servir de apoyo y mejora de las condiciones y tratamiento de los aspectos reseñados en los diferentes colectivos sociales.

La segunda dimensión analizada es la percepción de la funcionalidad de la RA sobre las ventajas de la RA aplicadas a la formación (Tabla 3).

Tabla 3. Dimensión 2: “ventajas de la RA aplicadas a la formación correspondiente a los curso académicos 2016-17 y 2017-18.

Curso académico		Casos/ Citas		% Casos		Nb Words		% Words	
		16-17	17-18	16-17	17-18	16-17	17-18	16-17	17-18
Habilidades Cognitivas	Formación de actitudes de reflexión.	26		17.10%		69		16.90%	
	Desarrollo de habilidades cognitivas, espaciales, perceptivo motoras y temporales.	19		12.20%		43		11.90%	
	Estimulación de la atención, concentración, y memoria inmediata.	21		13.10%		55		12.00%	
	Colaboración		18		14.00%		47		13.50%
Entorno y contexto	Ofrece un entorno amigable de comunicación para el trabajo educativo// situacional (favorece la interpretación del contexto)	16	21	11.30%	16.50%	34	59	12.80%	18.00%
	Aumenta la actitud positiva de los estudiantes//Ameno y divertido	25	37	16.10%	28.00%	61	95	15.90%	27.00%
	Potencia escenarios formativos más motivadores//mayor motivación	24	28	15.00%	21%	59	79	15.80%	21.00%
	Mejora la interactividad		27		20.50%		67		20.50%
Total		155	100	100%	100%	383	253	100%	

Como se observa en el análisis de frecuencias de citas y palabras, la RA aplicada al ámbito formativo permite activar los procesos cognitivos generando nuevas ideas, conocimientos u opiniones acerca del mundo que rodea al estudiante. Da lugar a la reflexión, a la explicación de fenómenos y aporta soluciones a determinados problemas (N= 69/16.9% (16-17). Asimismo, permite desarrollar habilidades cognitivas, espaciales, perceptivo motoras y temporales en los estudiantes (N= 43/11.9% (16-17). En este sentido, diferentes investigaciones muestran que la realidad aumentada puede mejorar el rendimiento académico del alumnado (Chiu, DeJaegher y Chao, 2015) y estimular el desarrollo de las competencias y habilidades de manera más eficaz que otras tecnologías (ElSayed, Zayed y Sharawy, 2011)

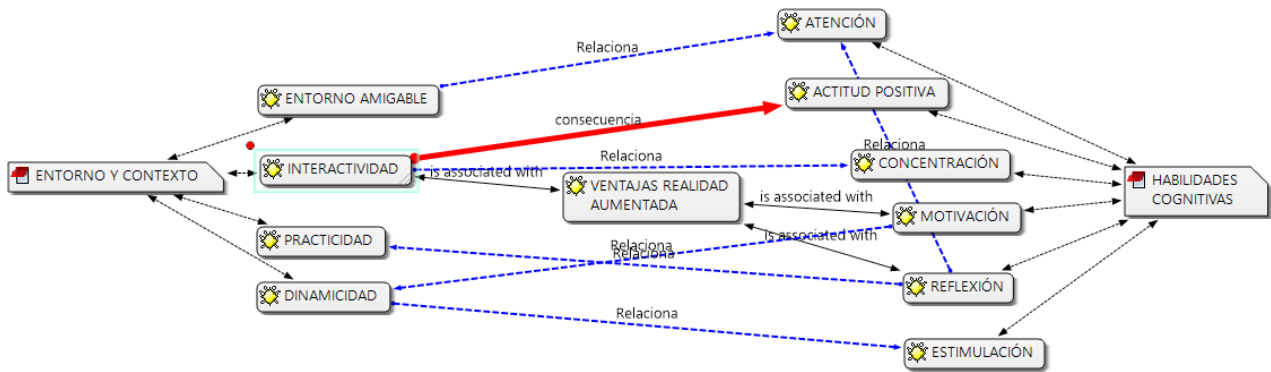
En referencia a las aplicaciones de la RA son consideradas por los estudiantes como estimuladoras de la atención, concentración, memoria inmediata, memoria mediata y del razonamiento (N= 55/12.0% (16-17) y finalmente permite la colaboración entre compañeros N=47/13.50% (17-18). Además, su empleo, posibilita un entorno y contexto amigable de comunicación para el trabajo educativo y ayuda a la comprensión del objeto de estudio (N= 34/12.8% (16-17) y N=59/18.0% (17-18). En consonancia con los hallazgos de otras investigaciones (Cózar et al., 2015; Barroso y Gallego, 2017, Fernández-Robles, 2018;) que reflejan el alto grado de aceptación por parte de los estudiantes en el el uso de esta tecnología emergente.

De igual manera, se infiere que estas tecnologías inmersivas aumenta la actitud positiva de los estudiantes ante el aprendizaje, así como su motivación, reforzando capacidades y competencias (N= 61/15.9% (16-17) y N=95/27.0% (17-18). En concordancia con los estudios de Akçayir, Akçayir, Pektas y Ocak (2016) y Fombona Cadavieco y Vázquez-Cano (2017) que observan que la utilización de estas tecnologías emergentes aumentan la motivación de los estudiantes universitarios.

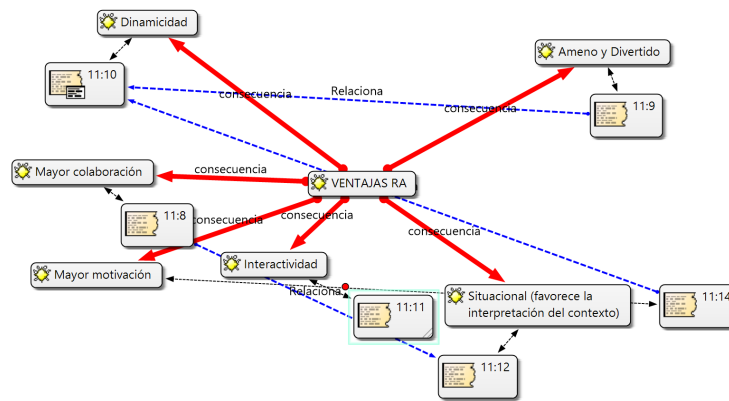
Los estudiantes de ambos grados consideran que el uso de la RA favorecen escenarios formativos más motivadores, colaborativos e interactivos y ayudan a una educación más abierta (N= 59/15.8% (16-17) y N=79/21.0% (17-18). Resultados similares han sido mostrados en la formación de los futuros docentes de educación primaria (Moreno-Martínez y Leiva-Olivencia, 2017). La motivación que produce la RA en los procesos formativos tam-

bién se ha puesto de relieve en diferentes estudios (Cózar et al., 2015; Leiva y Moreno, 2015; Lin et al. 2013); si bien en ambos estudios, se considera que el estudiante no debe centrarse el manejo de los aparatos, sino que debe contemplar la funcionalidad didáctica que subyace detrás de la tecnología para poder aplicarla correctamente tanto en el mundo académico como en el profesional.

Las relaciones entre las ventajas de la RA al ámbito formativo se pueden visualizar en la red de Atlas-Ti de la Figura 6.



Curso académico 2016-17.



Curso académico 2017-18.

Figura 6. Red Atlas-Ti. Ventajas de la RA aplicadas a la formación.

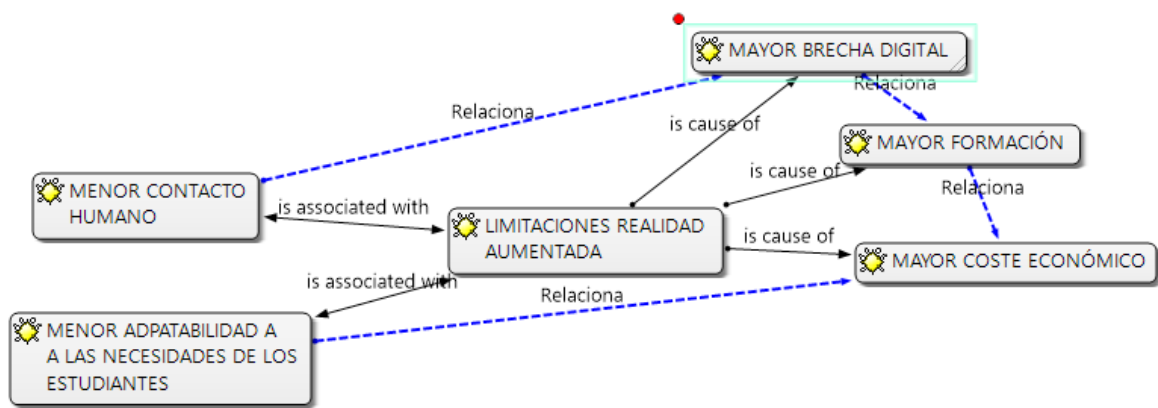
La red de análisis cualitativo muestra que las ventajas de la realidad aumentada se ven condicionadas desde dos parámetros interpretativos: el “entorno y el contexto” y las “habilidades cognitivas”. Los estudiantes consideran que la potencialidad de esta tecnología para el desarrollo de habilidades cognitivas en los usuarios parte de una adecuada selección del entorno y escenario en el que se van a aplicar. Por lo tanto, su adecuación a la situación y aspecto a estudiar o mejorar está en la base de su éxito, no es adecuada su utilización en cualquier contexto o entorno. Con referencia a la tercera dimensión analizada es la percepción de las limitaciones de la RA aplicadas a la formación (Tabla 4).

Tabla 4. Dimensión 3: “Las limitaciones de la RA aplicadas a la formación”.

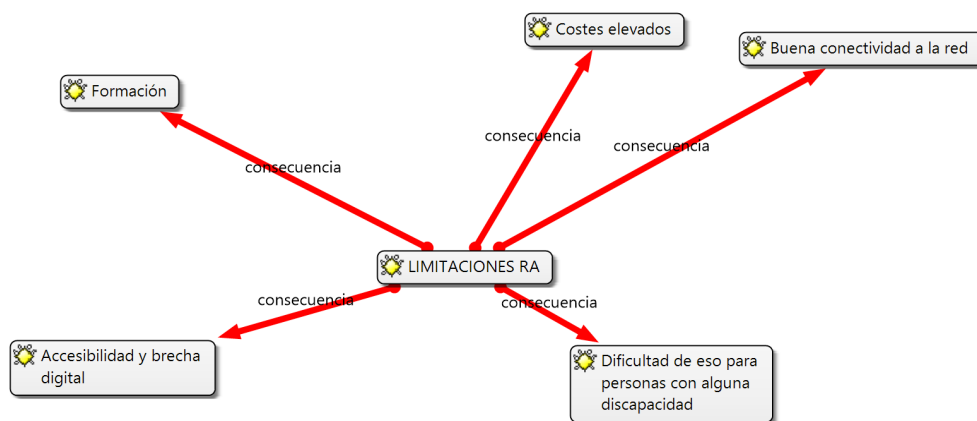
	Casos/ Citas		% Casos		Nb Words		% Words	
	16-17	17-18	16-17	17-18	16-17	17-18	16-17	17-18
Curso Escolar	16-17	17-18	16-17	17-18	16-17	17-18	16-17	17-18
Elevado coste económico//Costes Elevados	35	16	24.70%	13.50%	91	19	25.00%	12.50%
Puede incrementar la brecha digital interactiva// Accesibilidad y brecha digital	28	24	18.00%	48.50%	78	70	19.00%	31.50%
Requiere mayor formación en los educadores// Formación	37	26	26.30%	23.00%	98	45	27.50%	21.50%
Incrementa una sociabilidad virtual menos humana.	31	-	18.00%	-	81	-	15.00%	-
Baja adaptabilidad a las necesidades especiales de los estudiantes//Dificultad para personas con discapacidad	28	21	13.00%	15.00%	47	25	13.50%	16.00%
Buena conectividad a la red	-	19	-	19.00%		32		18.50%
Total	159	155	100%	100%	395	191	100%	100%

Respecto al cómputo frecuencial vinculado a las debilidades de esta tecnología inmersiva resalta el requerimiento de una inversión económica que garantice el acceso a esta tecnología en las aulas y centros formativos (N= 91/25.0% (16-17) y N=19/12.5% (17-18)). Esta situación puede provocar que se acreciente la accesibilidad y la brecha digital entre colectivos menos favorecidos socialmente (N= 78/19.0% (16-17) y N=70/31.5% (17-18)). Asimismo, también se requiere una formación específica para manipular la tecnología y poder proponer actividades formativas (N= 98/27.5% (16-17) y N=45/21.5% (17-18)). Sin esta adecuada formación, su uso puede llegar a resultar contraproducente porque podría generar un retraso en el desarrollo de competencias y contenidos en la programación de la enseñanza. Su uso, también se asocia con un incremento del distanciamiento humano, lo que puede terminar acrecentando una “didáctica fría”, poco asertiva que deshumanice los procesos de enseñanza-aprendizaje (N= 81/15.0% (16-17)). La literatura científica también ha evidenciado que la RA puede provocar problemas en su aplicación en procesos educativos principalmente por la dificultad que entraña la didáctica “des-humanizada” (Chiang, Yang y Hwang, 2014). Se reseña también que muchos de estos sistemas no se adaptan a las diferentes necesidades especiales en las aulas (N= 47/13.5% (16-17) y N=25/16.0% (17-18)). Finalmente se enuncia que es necesario un buen acceso a la red de internet para poder ejecutar correctamente acciones educativas de RA, dado que es un requisito obligatorio para poderla llevar a cabo N=32/18.5% (17-18)

Las relaciones entre las limitaciones de la RA al ámbito formativo se pueden visualizar en la red de Atlas-Ti de la Figura 7.



Curso académico 2016-17.



Curso académico 2017-18.

Figura 7. Red Atlas-Ti. Limitaciones de la RA aplicadas a la formación.

La red de relaciones conceptuales visualiza que las limitaciones de la RA a los procesos formativos también se relacionan entre ellas. Así el menor contacto humano “deshumanización” pueden incrementar la brecha digital y, a su vez, ésta puede dificultar la formación y la adquisición de esta tecnología en las aulas.

4. Conclusiones

Vivimos en la sociedad de la información, en un mundo globalizado donde los avances tecnológicos han originado profundas transformaciones (González-Mariño, 2006) y su uso se hace imprescindible en nuestro uso diario (De

la Horra, 2017). Y, por nuestra parte, estimamos que las tecnologías emergentes a corto plazo pueden transformar los escenarios formativos. En este sentido, la primera conclusión que se puede enunciar, en consonancia con Barroso, Cabero y Moreno-Fernández (2016), es que la incorporación de este tipo de tecnologías en el ámbito de la enseñanza es fácil, pues casi todos los estudiantes disponen de dispositivos móviles y saben descargarse las aplicaciones de RA. A su vez, el análisis del estudio diacrónico vinculado a la experiencia innovadora universitaria permite afirmar que la utilización de objetos aumentados en contextos de Educación Superior, despierta la motivación entre el estudiantado, en concordancia con otras investigaciones (Chin-Ming y Yen Nung, 2011; Neven, Hala y Mohamed, 2011; Wojciechowski y Cellary, 2013; Cózar et al. 2015; Kim, Hwang y Zo, 2016; Cabero, Llorente y Gutiérrez-Castillo, 2017). De igual manera, son aplicaciones tecnológicas que presentan un entorno usable y amigable de comunicación ayudando a la consolidación de las competencias digitales sobre la utilización de TIC, potencian escenarios formativos más motivadores y favorecen el trabajo colaborativo. Asimismo, se infiere del Seminario de Tecnologías Emergentes que el alumnado percibe que dichos recursos didácticos aumentados son útiles en los escenarios de la Educación Social y el Trabajo Social, desconocidos por la mayoría de ellos, lo cual puede ayudar a su futuro desarrollo sociolaboral, corroborando el estudio realizado por Barroso y Gallego-Pérez (2017). No obstante, manifiestan en ambos cursos académicos que estas tecnologías aumentadas requieren de un elevado coste económico, pueden incrementar la brecha digital y precisa de una formación especializada de los docentes. Además, como se expuso en Cabero y otros (2018) se debe analizar de forma exhausta la contextualización y la formación del profesorado en las futuras propuestas curriculares de integración de la RA para una óptima enseñanza formativa aumentada.

En última instancia, en el marco de reflexión con otros autores (Cabero, García y Barroso, 2016; Durall et al., 2012; Johnson et al., 2013) la Realidad Aumentada puede constituirse un elemento base de la educación en un futuro cercano. Sin olvidarnos como apunta Méndez (2012), las nuevas situaciones generadas por el avance tecnológico y su impacto en la vida cotidiana, cada vez, se hacen más interesantes y también abrumadoras.

Asimismo, es importante reseñar que la RA todavía tiene que superar una serie de retos y limitaciones que favorezcan una adecuada integración pedagógica. Entre otros, es necesario fomentar la formación del profesorado en este tipo de metodologías, junto con la mejora de la infraestructura de conectividad en las instalaciones universitarias.

5. Referencias bibliográficas

- Akçayir, M., Akçayir, G., Pektas, H. M. y Ocak, M. A. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342. doi:10.1016/j.chb.2015.12.054
- Álvarez-Marín, A., Castillo-Vergara, M., Pizarro-Guerrero, J. y Espinoza-Vera, E. (2017). Realidad Aumentada como Apoyo a la Formación de Ingenieros Industriales. *Formación Universitaria*, 10(2), 31-42. doi: 10.4067/S0718-50062017000200005
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S. y Kinshuk, J. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology and Society*, 17(4), 133-149.
- Barroso, J. y Gallego-Pérez, O. M. (2017). Producción de recursos de aprendizaje apoyados en Realidad Aumentada por parte de estudiantes de magisterio. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC* *Revista de Educación Mediática y TIC (Edmetic)*, 6(1), 23-38.
- Barroso, J., Cabero, J. y Moreno-Fernández, A. M. (2016). La utilización de objetos de aprendizaje en realidad aumentada en la enseñanza de la medicina. *International journal of technology and educational innovation*, 2(2), 77-83. doi: http://dx.doi.org/10.20548/innoeduca.2016.v2i2.1955
- Billinghurst, M. y Dünser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 56-63.
- Bogdan, R. y Biklen, S. K. (1992). *Investigación cualitativa de la educación*. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Cabero, J. y Barroso, J. (2015). Realidad Aumentada: Posibilidades Educativas. En J. Ruiz, J. Sánchez y E. Sánchez (Eds.). *Innovaciones con tecnologías emergentes* (pp.1-15) Málaga: Universidad de Málaga.
- Cabero, J. y Barroso, J. (2016). Posibilidades educativas de la realidad aumentada. *New Approaches in Educational Research*, 5(1), 46-52.
- Cabero, J. y García, F. (Coords.) (2016). *Realidad aumentada. Tecnología para la formación*, Síntesis: Madrid.
- Cabero, J., De la Honras, I. y Sánchez, J. M. (Coords.) (2018). *La Realidad aumentada como herramienta educativa. Aplicación a la Educación Infantil, Primaria, Secundaria y Bachillerato*. Madrid: Pirámide.
- Cabero, J., García, F. y Barroso, J. (2016). La producción de objetos de aprendizaje en Realidad Aumentada: la experiencia del SAV de la Universidad de Sevilla. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 6, 110-123.
- Cabero, J., Leiva, J., Moreno, N., Barroso, J. y López-Meneses, E. (2016). *Realidad aumentada y educación. Innovación en contextos formativos*. Barcelona: Octaedro.
- Cabero, J., Llorente, M. C. y Gutiérrez-Castillo, J. J. (2017). Evaluación por y desde los usuarios: objetos de aprendizaje con Realidad aumentada. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 53, 1-17.
- Cabero, J., Vázquez-Cano, E. y López-Meneses, E. (2018). Uso de la Realidad Aumentada como recurso didáctico en la enseñanza universitaria. *Formación universitaria*, 11(1), 25-34.
- Cabero, J., y García, F. (2015). Conceptos previos. En F. García y J. Cabero (Ed.), *Realidad aumentada. Tecnología para la formación* (pp.13-20). Madrid: Síntesis.
- Chiang, T.-H.-C., Yang, S.-J.-H. y Hwang, G.-J. (2014). An Augmented Reality-based Mobile Learning System to Improve Students' Learning Achievements and Motivations in Natural Science Inquiry Activities. *Educational Technology and Society*, 17(4), 352-365.

- Chin-Ming, C. y Yen Nung, T. (2011). Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers y Education*, 59, 638-652.
- Chiu, J. L., DeJaegher, C. J. y Chao, J. (2015). The effects of augmented virtual science laboratories on middle school-students' understanding of gas properties. *Computers & Education*, 85, 59-73.
- 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.
- De la Horra, G. (2017). Realidad Aumentada: Una revolución educativa. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 9-22.
- Dunleavy, M., Dede, C. y Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22. doi:10.1007/s10956-008-9119-1.
- 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
- ElSayed, N. A., Zayed, H. H. y Sharawy, M. I. (2011). ARSC: augmented reality student card. *Computers y Education*, 56, 1045-1061.
- Fernández-Robles, B. (2018). La utilización de objetos de aprendizaje de realidad aumentada en la enseñanza universitaria de educación primaria *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 9, 90-104.
- Fombona Cadavieco, J. y Vázquez-Cano, E. (2017). Posibilidades de utilización de la Geolocalización y Realidad Aumentada en el ámbito educativo. *Educación XXI*, 20(2), 319-342. doi: <https://doi.org/10.5944/educxx1.19046>
- Fombona, J., Pascual, M. A. y Madeira, M.F. (2012). Realidad Aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 41, 197-210.
- González-Mariño, J. C. (2006). B-Learning utilizando software libre, una alternativa viable en Educación Superior. *Revista Complutense de Educación*, 17(1), 121-133.
- Johnson, L., Adams, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A. y Ludgate, H. (2013). *Techology Outlook for Australian Tertiary Education 2013-2018: An NMC Horizon Project Regional Analysis*. Austin, Texas: 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
- Leiva, J. J. y Moreno, N. (2015). Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas didácticas. *Revista Didáctica, Innovación y Multimedia (DIM)*, 31. Recuperado de: <http://dim.pangea.org/revista31.htm>
- Lin, T., Been-Lirn, H., Li, N., Wang, H. y Tsai, Ch. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. *Computers & Education*, 68, 314-321
- López Meneses, E., Vázquez-Cano, E. y Fernández-Márquez, E. (2014). Análisis de la percepción de los alumnos sobre las áreas de intervención del futuro educador y trabajador social a través de una didáctica digital con mapas conceptuales multimedia. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 41, 1-17.
- Marín-Díaz, V. y Muñoz, V. P. (2018). Trabajar el cuerpo humano con realidad aumentada en educación infantil. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 9, 148-158.
- Marshall, C. y Rossman, G. B. (1995). *Designing Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA, Sage.
- Maxwell, J. A. (1998). Designing a Qualitative Study. En L. Bickman D. J. y Rog (Eds.), *Handbook of Applied Social Research Method* (pp. 69-100). Thousand Oaks, CA, Sage.
- Méndez, P. J. (2012). Mundos Cambiantes: La Tecnología y la Educación 3.0. *Revista Complutense de Educación*, 23(1), 11-22.
- Miles, M. B. y Huberman, A. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*. Newbury Park, CA: Sage.
- Monje, C. A. (2011). *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa. Guía Didáctica*. Nieva: Universidad Surcolombiana. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Programa de Comunicación Social y Periodismo.
- Moreno-Martínez, N. y Leiva-Olivencia, J.J. (2017). Experiencias formativas de uso didáctico de la realidad aumentada con alumnado del grado de educación primaria en la universidad de Málaga. *Revista de Educación Mediática y TIC (Edmetic)*, 6(1), 81-104.
- Neven, A. Hala, M. H. y Mohamed, I. (2011). ARSC: Augmented reality student card an augmented reality solution for the educational field. *Computers y Education*, 56, 1045-1061. doi: 10.1016/j.compedu.2010.10.019.
- Patton, M.Q. (1987). Depth Interviewing. En M.Q. Patton, *How to Use Qualitative Methods in evaluation* (pp. 108-143). London: Sage Publications.
- Pei, E. L. y Ming, T. (2013). Using augmented-reality-based mobile learning material in EFL English composition: An exploratory case study. *British Journal Educational Technology*, 4(1), 1-4. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01302.x>
- Pool-Cibrian, W. J. y Martínez-Guerrero, J. I. (2013). Autoeficacia y uso de estrategias para el aprendizaje autorregulado en estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 15(3), 21-37.
- Prendes, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 187-203.
- Shaw, E. (1999). A guide to the Qualitative Research Process: Evidence from a Small Firm Study. *Qualitative Market Research: An International Journal*, 2(2), 59-70.
- Stoecker, R. (1991). *Evaluating and Rethinking The Case Study*. *The Sociological Review*, 39 (1), 88-112.
- Tecnológico de Monterrey. (2015). *Reporte EduTrends. Radar de Innovación Educativa 2015*, Tecnológico de Monterrey, Monterrey, México.
- Vázquez-Cano, E., López Meneses, E., y Sánchez-Serrano, J. L. (2015). Analysis of social worker and educator's areas of intervention through multimedia concept maps and online discussion forums in Higher Education. *Electronic Journal of e-Learning*, 13(5), 333-346.
- Vázquez-Cano, E., Martín-Monje, E. y Castrillo, M.ªD. (2016). Analysis of PLE's implementation under OER design as a productive teaching-learning strategy in Higher Education. A case-study at Universidad Nacional de Educación a Distancia. *Digital Education Review*, 29, 62-85.
- 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., Wen, S. y Yi, H. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.
- Yin, R.K. (1989). *Case Study Research: design and Methods, Applied social research Methods Series*. Newbury Park CA: Sage
- Zimmerman, B. J. (2011). Motivational sources and outcomes of self-regulated learning and Performance. En Schunk, D. H. y Zimmerman, B. J. (Eds.), *Handbook of Self-Regulation of learning and Performance* (pp.49-64). Routledge Taylor & Francis Group: New York and London
- Zimmerman, B. J. y Schunk, D. (2011). Self-regulated learning and performance: an introduction and an overview. En B. J. Zimmerman y D. Schunk (Eds.). *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance*. Routledge: UK.