






Aplicación del juego ubicuo con realidad aumentada en Educación Primaria

Application of the ubiquitous game with augmented reality in Primary Education

-  Dr. José-Manuel Sáez-López es Profesor Ayudante Doctor en el Departamento de Didáctica, Organización Escolar y Didácticas Específicas de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (España) (jmsaezlopez@edu.uned.es) (<https://orcid.org/0000-0001-5938-1547>)
-  Dra. M. Luisa Sevillano-García es Catedrática en el Departamento de Didáctica, Organización Escolar y Didácticas Específicas de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (España) (mlsevillano@edu.uned.es) (<https://orcid.org/0000-0002-2841-8738>)
-  Dra. M. Ángeles Pascual-Sevillano es Catedrática de Escuela Universitaria en el Departamento de Ciencias de la Educación de la Universidad de Oviedo (España) (apascual@uniovi.es) (<https://orcid.org/0000-0001-6942-6198>)

RESUMEN

La inmersión de la realidad aumentada (RA) propicia la coexistencia de objetos virtuales y entornos reales que permiten la experimentación con fenómenos que no son posibles en el mundo real. La realidad aumentada está generando una nueva oportunidad de crecimiento de la ubicuidad en los entornos educativos. El objetivo de este estudio es analizar el impacto que tiene sobre el aprendizaje la integración educativa de los enfoques de juego ubicuo con realidad aumentada. Se realizó un estudio cuasi experimental con 91 alumnos de sexto curso de Educación Primaria, se diseñó el escenario de aprendizaje y se seleccionó la aplicación de realidad aumentada «WallaMe», que fue utilizada en cinco sesiones de una unidad didáctica del área de Educación Artística. Mediante el procedimiento de pretest y postest se evaluaron el rendimiento académico y las habilidades de búsqueda de información, y una escala Likert analizó las variables motivación y colaboración entre los estudiantes. Los resultados mostraron que el grupo experimental obtiene mejoras estadísticamente significativas en la motivación hacia el aprendizaje, el rendimiento académico de la materia y en la competencia digital. En definitiva, se concluye que las actividades dinámicas manejadas en la intervención, que hacen uso de realidad aumentada y localización, aportan beneficios en los procesos de enseñanza aprendizaje, y propician una innovación y mejora educativa con el uso de la tecnología educativa.

ABSTRACT

Augmented reality (AR) immersion enables virtual objects and real environments to coexist and encourage experimentation with phenomena that are not possible in the real world. Augmented reality is generating new opportunities for the development of ubiquity within educational environments. The objective of this study was to analyze the impact that the integration of ubiquitous game approaches with augmented reality has on learning. A quasi-experimental study was carried out with 91 sixth-grade primary school students; the learning scenario was designed and the augmented reality application “WallaMe” was selected for use in five sessions of a didactic unit in Art Education. Through pretest and posttest procedures, academic performance and information search skills were evaluated, and a Likert scale analyzed the motivation and collaboration variables among the students. The results showed that the experimental group obtained statistically significant improvements in the academic performance of the subject, motivation, in the search for, and analysis of, information, level of fun and collaboration. The conclusion is that the dynamic activities managed in the intervention, which made use of augmented reality and localization, benefit teaching-learning processes, and encourage innovation and improvement through educational technology.

PALABRAS CLAVE | KEYWORDS

Aprendizaje móvil, aula, educación básica, estrategias de búsqueda, procesos de aprendizaje, enseñanza, tecnología educativa, tendencia educacional.

Mobile learning, classroom, basic education, search strategies, learning processes, education, educational technology, educational trends.



1. Introducción

La utilización de entornos de aprendizaje basado en juegos –o en inglés, «game-based learning» (GBL) (Squire, Giovanetto, Devane, & Durga, 2005)– como potenciadores de aprendizajes se ha extendido en los últimos años y numerosas investigaciones demuestran el éxito de estas prácticas sobre la capacidad de razonamiento (Bottino, Ferlino, Ott, & Tavella, 2007), de liderazgo, colaboración (Zhao & Linaza, 2015) y motivación hacia el aprendizaje en Educación Primaria. Sin embargo, los resultados de la aplicación «Realidad aumentada» en contextos de aula basados en juego ha sido menos investigada, si bien la interrelación de ambas dimensiones es objeto actual de estudio en la literatura científica educativa. Existe todavía poco trabajo teórico y conceptual con el que explicar la compleja relación entre las características de la evolución tecnológica rápida y, a veces revolucionaria, su potencial de educación y aprendizaje, así como su integración complementaria en la actividad docente (Cabero & Marín, 2018).

Esta investigación se contempla como una aportación novedosa y singular. Siguiendo a Knaus (2017), los docentes deben conocer la potencialidad de los medios digitales, software y algoritmos para integrar su uso de forma didáctica racional cuando sea posible, viendo que son recursos, nunca fines. Existen investigadores y profesionales (Cantillo, Roura, & Sánchez, 2012; Brazuelo, Gallego, & Cacheiro, 2017) de la enseñanza que se han cuestionado la conveniencia o no de integrar juegos virtuales en el concepto y la práctica educativa mediante dispositivos móviles y ubicuos. Los estudios consultados coinciden en señalar que en la integración de juegos y realidad aumentada (en adelante RA) es necesaria una aplicación didáctica, cuidando las dimensiones de creatividad, colaboración y reflexión. La dimensión de creatividad ha sido subrayada hace años por las investigadoras Pérez-Rodríguez y Delgado-Ponce (2012). Por otra parte, otras investigaciones (Koring, 2016) concluyen que los niños aprenden mucho de los juegos con otros niños. En consecuencia, el ideal es que, con los medios digitales se juegue en grupo y se reflexione también sobre el juego.

Desde la perspectiva educativa, se considera que las aplicaciones basadas en RA podrían ser el comienzo de una interacción didáctica en ciudades, museos y lugares de interés cultural, posibilitando actividades educativas dirigidas a motivar a los usuarios. Estos desarrollos impulsan la desubicación de la enseñanza fuera del centro educativo y también trasladan al estudiante fuera de la realidad, surgiendo así los escenarios inmersivos (Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2009; Bronack, 2011).

1.1. Aprendizaje digital Basado en Juego

Klopfer, Osterweil y Salen (2009) definen los juegos de aprendizaje digital como aquellos dirigidos a la adquisición de conocimiento, fomentando hábitos mentales y de comprensión que generalmente son útiles dentro de un contexto académico. Además, poseen los mecanismos determinantes para su efectividad pues son portadores de motivación intrínseca y disfrute (Perrotta, Feathersotone, Aston, & Houghton, 2013). Está claro que es interesante el uso de juegos que usan sistemas de posicionamiento global (GPS) porque cambian el paradigma de los jugadores: deben salir a la calle para lograr sus metas y deben caminar para obtener objetos y alcanzar objetivos que les permitan avanzar en el juego. Esto puede combatir los hábitos sedentarios que prevalecen en los jugadores.

Los juegos son capaces de promover el pensamiento de orden superior. La evidencia positiva en varios estudios (Dondlinger, 2007; Steinkuehler & Duncan, 2008) indica que el diseño de juegos con fines educativos debe recomendarse, pues el jugador/estudiante participa en un ambiente en el que puede experimentar con las relaciones entre todos los objetos, resolver un conjunto de problemas, aprender un nuevo alfabetismo de forma activa y facilitar un aprendizaje crítico (Gee, 2004).

Varias investigaciones destacan las ventajas del Aprendizaje Basado en Juego como entorno que promueve la motivación y el compromiso del estudiante (Blunt, 2007; Greenfield, 2010; Slova ek, Zovki, & Cekovi, 2014), lo que nos ha impulsado a su verificación mediante la investigación educativa. A través de estas prácticas, la motivación está presente en los procesos pedagógicos (Aguaded, 2012; Eseryel, Law, Ifenthaler, Ge, & Miller, 2014; Katja, 2012; Liao, 2015). La investigación educativa proporciona hallazgos que ayudan a determinar si es aconsejable adoptar objetivos y fomentar actividades de aprendizaje que sean significativas y motivadoras para los estudiantes.

1.2. Explorando la realidad aumentada

Klopfer y Squire (2008) definen ampliamente la RA como una situación en la cual un contexto del mundo real se superpone dinámicamente con una localización coherente o información virtual sensible al contexto. Cabero y Barroso (2016) describen la RA como la combinación en tiempo real de información digital y física a través de diferentes dispositivos tecnológicos. La integración de mundos virtuales y reales a través de la RA crea un escenario enriquecido (Bronack, 2011; Cabero & García, 2016; Fombona, Pascual, & Madeira, 2012; Fombona, 2013 Rico & Agudo, 2016; Squire & Klopfer, 2007). Cabero y Barroso (2016) destacan que cualquier espacio físico puede ser un escenario académico estimulante, y que la RA favorece el aprendizaje ubicuo a través de un ambiente de aprendizaje rico, en el que el estudiante interactúa con objetos y maneja información.

Algunas experiencias de éxito en las que los alumnos tienen que usar dispositivos portátiles para realizar investigaciones, interpretar datos de ubicación únicos y dar soluciones en un entorno lúdico con RA son: «Environmental Detectives» (Squire &

El aprendizaje ubicuo supone la ruptura entre aprendizaje formal e informal, permite un modo más social de aprender, supone el paso del aprendizaje «basado en el currículum» al aprendizaje «basado en problemas» y el marco de referencia es el estudiante.

Klopfer, 2007), que es un juego en el que los estudiantes asumen el papel de ingenieros ambientales y tienen que resolver varios problemas en el entorno real. Otra experiencia con la misma dinámica es «Mad City Mystery» (Squire & Jan, 2007), en el que los jugadores tienen que resolver un crimen obteniendo información de su entorno; o el juego «Frequency 1550» desarrollado por The Waag Society para ayudar a los alumnos a conocer la Amsterdam medieval (Akkerman, Admiraal, & Huizenga, 2009). Las ventajas de la RA permiten detectar ubicaciones, el estado de los estudiantes y los recordatorios de tareas. Esta dinámica ofrece alternativas para reenfocar la atención de los estudiantes. La tecnología de la RA es fácil de incorporar a la enseñanza, ya que permite incorporar dispositivos propios de los estudiantes sin necesidad de tecnologías adicionales. Fombona y Vázquez (2017) afirman que los estudiantes ya en la etapa de primaria disponen de equipos susceptibles de realizar tareas apoyadas en los desarrollos de RA, pues el 80% de sus equipos cuentan con el sistema operativo Android y en el 60% de ellos tienen el sistema GPS integrado, lo que les posibilita realizar tareas de geolocalización. Barroso y Cabero (2016) tras una minuciosa investigación concluyen que los objetos de realidad aumentada despiertan gran interés entre los estudiantes, tanto desde el punto de vista técnico y estético, como de su facilidad de utilización.

Este sistema permite trabajar en tiempo real con comentarios y proporciona información para fomentar la sensación de inmediatez de los participantes. Los medios mencionados relativos a la RA proporcionan interacciones con un sentido de inmersión, que es «la impresión subjetiva de que uno se está involucrando en una experiencia global y realista» (Dede, 2009: 66). Y todo ello desde un aprendizaje ubicuo, expandido a través de medios digitales móviles que permiten la construcción e intercambio de conocimiento entre lo virtual y lo presencial (Díez & Díaz, 2018). El aprendizaje ubicuo supone la ruptura entre aprendizaje formal e informal, permite un modo más social de aprender, supone el paso del aprendizaje «basado en el currículum» al aprendizaje «basado en problemas» y el marco de referencia es el estudiante (Burbules, 2014).

Destacamos diferentes subconjuntos de RA, la RA móvil, la RA basada en jugabilidad y la RA multijugador, que ofrecen diferentes posibilidades para apoyar la implementación de estas perspectivas. Con base en las características más sobresalientes de estos planteamientos, clasificamos los enfoques de instrucción en tres categorías principales: enfoques que enfatizan la participación de los estudiantes en «roles», las interacciones de los estudiantes con ubicaciones físicas (ubicuidad, colaboración, aprendizaje situado, aprendizaje informal) y el diseño de tareas de aprendizaje (aprendizaje en perspectivas 3D, visualización de lo invisible). El presente estudio se centra en una intervención que enfatiza tareas de

aprendizaje, ubicuidad, colaboración y aprendizaje situado, con el uso de localización y con programas como «WallaMe».

2. Método

2.1. Diseño de la investigación

Partimos de un diseño cuasi experimental con grupo experimental y grupo control y con pretest y postest. A partir de este enfoque, el objetivo principal es analizar el impacto que tiene sobre el aprendizaje la integración educativa de los enfoques de juego ubicuo con RA. Para ello, las variables a analizar son: el rendimiento académico, las habilidades de búsqueda y análisis de información, el grado de diversión y la colaboración establecida entre los alumnos. Las hipótesis formuladas son: el uso ubicuo de la RA mejora el rendimiento académico (H1); la utilización de la RA mejora la búsqueda y análisis de información (H2); la integración de la RA mejora la motivación y diversión (H3); la utilización de la RA y ubicuidad propicia la colaboración (H4). La investigación está estructurada en las siguientes dimensiones, con indicadores e instrumentos en cada una de ellas (Tabla 1).

Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Análisis
Dimensión 1: Búsqueda, selección y análisis de información	Rendimiento	Prueba-Test	Análisis descriptivo Prueba de Wilcoxon Prueba U de Mann-Whitney
	Búsqueda de		
	Análisis de		
	Diversión		
	Colaboración		
Dimensión 2: Integración educativa de «WallaMe»	Resultados		
	Motivación		
	Diversión		
	Búsqueda de		
	Colaboración		

2.2. Participantes

El estudio se ha llevado a cabo en un centro público de Educación Primaria de la Comunidad de Madrid y se ha aplicado a la totalidad de alumnos de sexto curso (91 estudiantes), en el área de Educación Artística. El grupo experimental está conformado por 69 estudiantes que han realizado búsquedas de información con medios tecnológicos (Dimensión 1) y han integrado la aplicación «WallaMe» en cinco sesiones de la unidad didáctica «Arte en Europa» (Dimensión 2). El grupo de control está constituido por los 22 alumnos de una clase que desarrollan la misma unidad didáctica con un libro de texto y de una manera «tradicional» con enfoques expositivos y una metodología centrada en el profesor. La muestra es no probabilística e intencional. En cuanto a las características de la muestra, el grupo experimental cuenta con 34 niñas y 35 niños. Y el grupo control con 13 niñas y 9 niños. El control de pretest en conocimientos de «Arte en Europa» en ambos grupos nos permite afirmar que tienen el mismo nivel de conocimientos.

2.3. Proceso de intervención

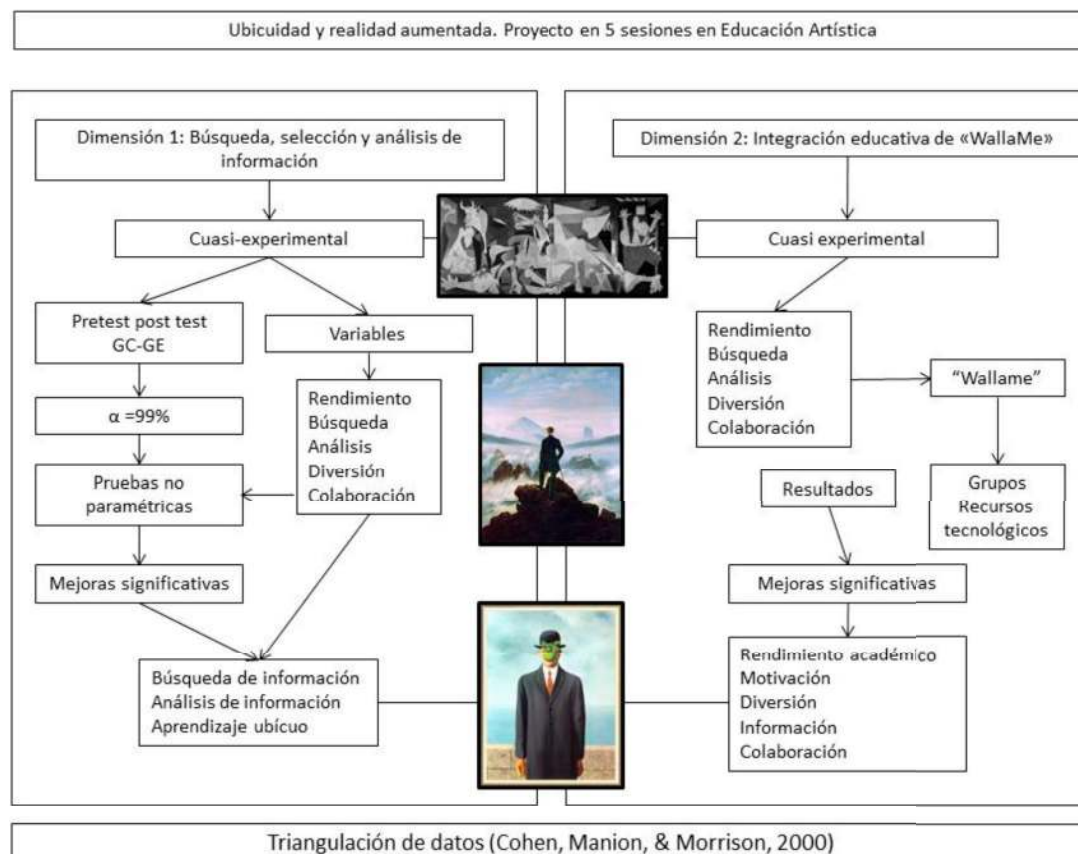
Con base en la delimitación conceptual detallada en la sección teórica anteriormente expuesta (Mathews, 2010; Rosenbaum, Klopfer, & Perry, 2007; Squire & Jan, 2007; Squire & Klopfer, 2007), el análisis de las herramientas y la intervención se centra en una aplicación de aprendizaje basada en juegos, y aprendizaje basado en el lugar. Las categorías en las que se enmarcan el análisis y la aplicación son:

- Enfoques que enfatizan las interacciones de los estudiantes con ubicaciones físicas.
- Enfoques que enfatizan el diseño de tareas de aprendizaje.

En la Dimensión 1 se analizan la posibilidad de búsqueda, selección y análisis de información por parte de los estudiantes con el teléfono móvil. Por tanto, con un aprendizaje ubicuo. Las 5 sesiones en Educación Artística están orientadas al aprendizaje del arte, en concreto obras pictóricas en Europa. Se organizan los estudiantes individualmente y después en grupo para realizar búsquedas de información de las obras de

los distintos países, analizando los estilos artísticos, el contexto histórico, los autores y la repercusión social y cultural (Figura 1).

Figura 1. Diseño de investigación



En la Dimensión 2, se aplica una intervención en cinco sesiones de la unidad didáctica «Arte en Europa». En la intervención, los estudiantes deben conectarse a su dispositivo móvil a través de la aplicación gratuita «WallaMe» (Figura 2). Los estudiantes en grupos van a buscar en el patio del centro educativo imágenes de algunas de las obras pictóricas más importantes de Europa.

Una vez se han obtenido las imágenes, deben trabajar en grupos para descubrir los siguientes datos: título de cada obra pictórica, autor, país, contexto histórico, contexto social de la época, estilo pictórico, descripción del estilo e interpretación de la obra artística. Se proporcionan diferentes indicaciones y materiales para ayudar a los estudiantes a estructurar su tarea y trabajar con ordenadores con conexión a Internet en el aula. Una vez que han terminado, en la última sesión se realiza una puesta en común para evaluar la exactitud de las preguntas (trabajo, autor, estilo) y para recopilar las contribuciones de los estudiantes con respecto a la interpretación de las diferentes obras. Trabajamos con conceptos históricos y artísticos de gran interés, mientras aprendemos la geografía de Europa y desarrollamos la competencia digital en una tarea de búsqueda continua de información.

Una vez que los dos grupos han recibido las cinco sesiones, se somete a ambos al postest que permitirá evaluar el rendimiento académico del alumnado en relación a los contenidos impartidos de la unidad didáctica. Además, se aplica un cuestionario de escala Likert de uno a cinco para analizar las variables de motivación, compromiso, diversión y colaboración en ambos grupos.

En ambas dimensiones se analiza y busca información relativa a los contenidos artísticos trabajados. La estructura curricular es coherente con la legislación vigente: contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje. Como contenidos se destaca el proceso creativo: Propósito de la obra,

búsqueda de información (bibliográfica e Internet), planificación, trabajo a desarrollar analizando obras artísticas de diversos países.

Figura 2. Uso de «WallaMe» con trabajos artísticos.
Captura en teléfono móvil



Como criterios de evaluación se destacan: 1) Distinguir las diferencias fundamentales entre las imágenes fijas y en movimiento clasificándolas siguiendo patrones aprendidos; 2) Aproximarse a la lectura, análisis e interpretación del arte y las imágenes fijas y en movimiento en sus contextos culturales e históricos comprendiendo de manera crítica su significado y función social, siendo capaz de elaborar composiciones visuales nuevas a partir de los conocimientos adquiridos; 3) Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación de manera responsable para la búsqueda, creación y difusión de imágenes fijas y en movimiento.

Como estándares de aprendizaje se establecieron los siguientes: clasifica imágenes fijas y en movimiento atendiendo a diversos criterios; Valora críticamente los mensajes que transmiten las imágenes; desarrolla hábitos de orden, uso correcto, y adecuado mantenimiento de los materiales e instrumentos utilizados en sus creaciones artísticas; muestra creatividad e iniciativa en sus producciones artísticas; participa activamente en tareas de grupo; valora con respeto las composiciones realizadas; maneja programas informáticos sencillos de sonido y tratamiento de imágenes digitales (tamaño, brillo, color, contraste...) que le sirva para el desarrollo del proceso creativo.

3. Análisis y resultados

3.1. Dimensión 1: Búsqueda y análisis de información y obras artísticas

Una vez que comparamos los datos del grupo control y grupo experimental, se detallan los resultados de los estudiantes que buscan información desde un planteamiento convencional con el libro de texto, y estudiantes que usan los recursos electrónicos y recursos con el teléfono móvil y la RA.

3.1.1. Pretest y postest. Prueba de Wilcoxon y prueba de los signos

Partiendo de que los estudiantes en ambos grupos tienen los mismos niveles iniciales, es esencial analizar la prueba posterior (postest) donde un aumento en las puntuaciones puso de relieve diferencias significativas en los valores obtenidos de acuerdo con el tratamiento utilizado. Se destaca que, según los resultados alcanzados en la prueba de Wilcoxon y en la prueba de signos con una significación de 0,01, existe una mejoría estadísticamente significativa en varios factores, por lo que aceptamos la hipótesis de investigación sobre un incremento en el rendimiento académico, búsqueda de información, análisis de información, diversión y colaboración (Tabla 2).

	Media		Wilcoxon		Sign test	
	Pretest	Postest	Z	Sig.	Z	Sig
Rendimiento académico	3,05	3,91	-5,513	.000	-5,215	.000
Búsqueda de información	3,33	4,25	-5,575	.000	-6,086	.000
Análisis de información	3,26	3,85	-4,248	.000	-3,276	.001
Diversión	3,35	3,87	-4,144	.000	-3,528	.000
Colaboración	3,37	3,81	-3,472	.001	-2,969	.003

3.1.2. Grupo de control y grupo experimental

Por otra parte, se detalla un aumento en los puntajes de los estudiantes después de aplicar los tratamientos asignados, con una mejora estadísticamente significativa del grupo experimental en relación con el grupo de control. Los estudiantes que realizaron la actividad a través de recursos electrónicos y aprendizaje ubicuo obtuvieron mejores resultados en las variables analizadas que el grupo de control que trabajó con el libro de texto (Tabla 3).

	Media		Mann-Whitney	
	G. Control	G. Experimental	U	Sig.
Rendimiento académico	3,27	3,91	348,5	.000
Búsqueda de información	3,68	4,25	388,5	.000
Análisis de información	3,14	3,85	356	.000
Diversión	3,23	3,87	402	.000
Colaboración	3,23	3,81	425	.001

3.2. Dimensión 2: Integración educativa de «WallaMe»: un caso en la Educación Primaria

En esta dimensión, analizamos la intervención llevada a cabo con la aplicación «WallaMe» en el área de Educación Artística. Se lleva a cabo un diseño cuasi experimental, ya que no es posible trabajar con una muestra aleatoria debido a la ética y a la logística. Se aplica en el grupo experimental un pretest (O1), un programa (X) y un postest (O2). En el grupo de control se aplica el pretest (O1) y el postest (O2). Este diseño garantiza el control de la mayoría de las fuentes y es más accesible en entornos educativos. En resumen, se realizan una prueba previa (pretest) y una prueba posterior (postest), y también hay un grupo de control, por lo que se realizan varias pruebas no paramétricas, debido a una propuesta de investigación cautelosa.

Se dispone de un grupo experimental de 69 estudiantes de tres centros que han integrado la aplicación «WallaMe» en cinco sesiones de la unidad didáctica «Arte en Europa». También hay un grupo de control con 22 estudiantes que desarrollan la misma unidad didáctica con un libro de texto y de una manera «tradicional». La muestra no es probabilística e intencional, por lo que se trata de un diseño cuasi experimental. Aunque se supone que el número de estudiantes en el grupo experimental es suficiente para asumir normalidad, se adopta una posición conservadora y se aplican pruebas no paramétricas (prueba de Wilcoxon y prueba U de Mann-Whitney) con un nivel de significación (α) de 0,01.

3.2.1. Pretest y posttest: Prueba de Wilcoxon y prueba de los signos

Se realizó un análisis exploratorio de los datos. Los valores inferiores en la prueba preliminar sugieren que los estudiantes en ambos grupos tienen los mismos niveles iniciales. Fue en la prueba posterior (posttest) donde un aumento en las puntuaciones indica diferencias significativas en los valores obtenidos de acuerdo con el tratamiento utilizado. Se destaca que, según los valores obtenidos en la prueba de Wilcoxon y en la prueba de signos con una significación de 0.01, existe una mejoría estadísticamente significativa, por lo que aceptamos la hipótesis de investigación sobre un incremento en los resultados académicos, motivación, diversión, búsqueda de información y colaboración (Tabla 4).

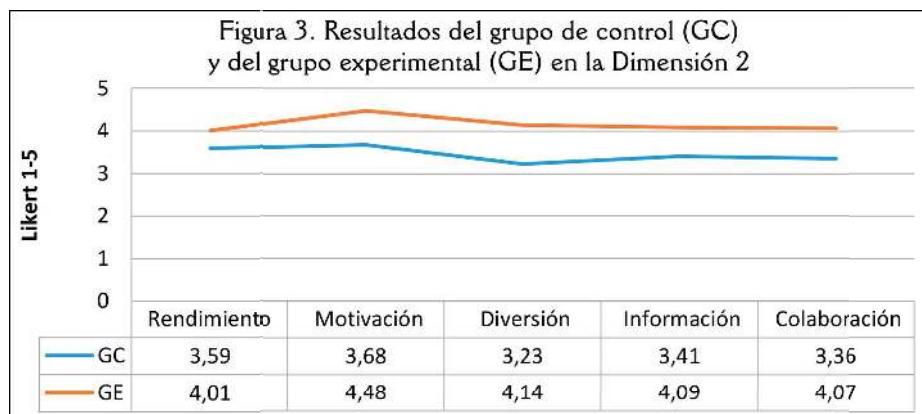
	Media		Wilcoxon		Sign test	
	Pretest	Posttest	Z	Sig.	Z	Sig.
Resultados académicos	3,39	4,01	-4,015	.000	-3,776	.000
Motivación	3,30	4,48	-6,240	.000	-6,326	.000
Diversión	3,13	4,14	-5,449	.000	-4,576	.000
Búsqueda de información	3,41	4,09	-4,433	.000	-3,946	.000
Colaboración	3,25	4,07	-4,140	.000	-4,166	.000

3.2.2. Grupo de control y grupo experimental

Además de los datos que establecen que existe una variación con un aumento en los puntajes de los estudiantes después de aplicar los tratamientos asignados, también se detalla una mejora estadísticamente significativa del grupo experimental en relación con el grupo de control.

	Media		Mann-Whitney	
	G. Control	G. Experimental	U	Sig.
Resultados académicos	3,59	4,01	532	.000
Motivación	3,68	4,48	367,5	.000
Diversión	3,23	4,14	362,5	.000
Búsqueda de información	3,41	4,09	464,5	.004
Colaboración	3,36	4,07	440	.002

Los estudiantes que realizaron la actividad con la aplicación «WallaMe» obtuvieron mejores resultados en las variables analizadas que el grupo de control, que trabajó con el libro de texto y a través de instrucción directa (Tabla 5).



Se observa una mejoría estadísticamente significativa en las variables dependientes analizadas, con una mayor incidencia en motivación y diversión que destaca la naturaleza activa de la intervención aplicada (Figura 3). La mejora en el rendimiento académico obtenida en la prueba de la unidad didáctica en el área

de Educación Artística, se aprecia con los valores del grupo de control de 3,32 en el pretest y 3,59 en el postest, mientras que en el grupo experimental se obtiene 3,39 en el pretest (similar al grupo GC) y 4,01 en el postest (una mejora respecto al GC). En definitiva, se comienza con valores similares en el pretest, pero en el postest hay una mejora debido a los procesos de aprendizaje, con una eficiencia especial en la calificación del grupo experimental, que supera el valor de 4. A partir de los datos del análisis, la tendencia y la mejora son estadísticamente significativas al aplicar la intervención objeto de estudio.

4. Discusión

Una vez que se presentan los resultados analizados, es posible comparar varios datos de otros autores relacionados con el impacto del enfoque propuesto con respecto a la ubicación y la RA en entornos educativos. Estos recursos pueden involucrar a los estudiantes y apoyar el aprendizaje en ciertos contextos. De acuerdo con los resultados de la presente investigación, algunos estudios aseguran que el aprendizaje con localización y RA permite mejoras y beneficios en los procesos de aprendizaje (Bronack, 2011; Mathews, 2010; Rosenbaum, Klopfer, & Perry, 2007; Squire & Jan, 2007; Squire & Klopfer, 2007) con ventajas en la motivación del alumnado (Bressler & Bodzin 2013; Cózar-de-Moya, Hernández, & Hernández, 2015; Han, Jo, Hyun, & So, 2015). Hay una variedad de estudios que han valorado la ubicuidad con elementos tecnológicos y RA en distintos contextos y áreas (Huang, Sun, & Li, 2016; Kim & Han, 2014; Pendit, Zaibon, & Abubakar, 2015) resaltando ventajas interactivas y motivadoras coherentemente con los resultados de la presente investigación.

Otras experiencias en la enseñanza elemental destacan interacciones, creando materiales locales y significativos para los estudiantes (Diego-Obregon, 2014), con contenidos curriculares y trabajo cooperativo (Ramírez & Cassinero, 2014) y con trabajos y proyectos centrados en una educación medioambiental (Kamarainen & al., 2013). Estos antecedentes y experiencias llevadas a cabo en otras partes del mundo detallan pruebas significativas del uso de la RA y la ubicuidad en entornos educativos con mejoras sustanciales y coincidentes con el presente estudio. El análisis concuerda con otros autores en que las actividades de aprendizaje relacionadas con la RA a menudo involucran enfoques innovadores con simulaciones participativas (Wu, Lee, Chang, & Liang, 2013). Dado el caso aplicado, se acordó que la naturaleza de estos enfoques de instrucción es bastante diferente del enfoque centrado en el docente (Kerawalla, Luckin, Seljeflot, & Woolard, 2006; Squire & Jan, 2007).

Este estudio corrobora la coherencia del planteamiento de Klopfer y Squire (2008) que detalla la necesidad de equilibrar los impulsos competitivos y facilitar los flujos descentralizados de información en las actividades educativas. Asimismo, los resultados coinciden con las ventajas de la colaboración y la gestión de la tecnología y la información como habilidades esenciales (Kerawalla & al., 2006; Klopfer & Squire, 2008; Squire & Jan, 2007).

5. Conclusiones

Si bien son abundantes los estudios teóricos sobre las posibilidades y diseño de aplicaciones de RA, no lo es tanto la investigación sobre los efectos en la mejora del aprendizaje del diseño de escenarios basados en el juego con RA, es decir, la aplicación en contextos diarios del aula. Se considera que globalmente los recursos y planteamientos analizados son beneficiosos en la práctica pedagógica y que existen proyectos y medios adecuados para el diseño y desarrollo de actividades educativas. A partir de una triangulación de datos (Cohen, Manion, & Morrison, 2000) y de los resultados en las dos dimensiones analizadas, se concluye:

1) A través de un uso de dispositivos móviles y ubicuidad en la búsqueda de información en Educación Artística, se detallan mejoras de rendimiento académico y una mejora en la búsqueda y análisis de información (Dimensión 1, Tabla 2, Tabla 3).

2) Los planteamientos con aprendizaje ubicuo, RA y búsqueda de información aportan mayor diversión y posibilidades colaborativas a los estudiantes (Dimensión 1, Tabla 2, Tabla 3).

3) Se observan mejoras estadísticamente significativas en el rendimiento académico cuando se aplican actividades en el entorno a partir del caso en la Dimensión 2 (Tabla 4, Tabla 5, Figura 3).

4) Se encuentran mejoras estadísticamente significativas en la motivación, la diversión, la búsqueda

de información y en la colaboración. La aplicación pedagógica de la RA con ubicación en un proyecto sobre obras artísticas de Europa ha tenido éxito como estudio de caso y ha proporcionado resultados con numerosas ventajas (Tabla 4, Tabla 5).

Es evidente que una integración de este diseño pedagógico requiere de ciertos recursos, una infraestructura con una buena conexión, y una formación docente adecuada para integrarlo. Sin embargo, una vez que se cuenta con estos elementos, las ventajas y evidencias son claras en el presente estudio. Se pone de manifiesto que actualmente las aplicaciones disponibles que usan la ubicación y RA tienen claros objetivos lúdicos y de entretenimiento; empero, con algunas excepciones y, mediante un diseño organizado y planificado, pueden desarrollar actividades y proyectos que brinden ventajas, tal como se detalla en varios estudios y se verifica en este. En el caso investigado, hemos resaltado los valores con mejoras estadísticamente significativas en el rendimiento, motivación, diversión, búsqueda de información y colaboración entre los estudiantes. Desde la perspectiva de este caso, se garantiza que las actividades lúdicas y dinámicas que utilizan localización y RA brindan beneficios pedagógicos y son una oportunidad de éxito que permite la innovación educativa mediante la aplicación de tecnologías emergentes.

Referencias

- Aguaded, I. (2012). Media proficiency, an educational initiative that cannot wait. [La competencia mediática, una acción educativa inaplazable]. *Comunicar*, 39, 07-08. <https://doi.org/10.3916/C39-2012-01-01>
- Akkerman, S., Admiraal, W., & Huizenga, J. (2009). Storification in history education: A mobile game in and about medieval. *Computers & Education*, 52(2), 449-459. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.09.014>
- Barroso, J., & Cabero, J. (2016). Evaluación de objetos de aprendizaje en realidad aumentada: Estudio piloto en el Grado de Medicina. *Enseñanza & Teaching*, 34(2), 149-167. <https://doi.org/http://doi.org/10.14201/et2016342149167>
- Blunt, R. (2007). Does game-based learning work? Results from three recent studies. In *Interservice/Industry Training, Simulation & Education Conference (I/ITSEC)* (pp. 1-11). Florida, USA: NTSA.
- Botino, R.M., Ferlino, L., Ott, M., & Tavella, M. (2007). Developing strategic and reasoning abilities with computer games at primary school level. *Computers & Education*, 49(4), 1272-1286. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.02.003>
- Brazuelo, F., Gallego, D., & Cacheiro, M.L. (2017). Los docentes ante la integración educativa del teléfono móvil en el aula. *Revista de Educación a Distancia*, 52, 1-22. <https://doi.org/10.6018/red/52/6>
- Bressler, D.M., & Bodzin, A.M. (2013). A mixed methods assessment of students' flow experiences during mobile augmented reality science game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6), 505-517. <https://doi.org/10.1111/jcal.12008>
- Bronack, S.C. (2011). The role of immersive media in online education. *Journal of Continuing Higher Education*, 59(2), 113-117. <https://doi.org/10.1080/07377363.2011.583186>
- Burbules, N. (2014). El aprendizaje ubicuo: nuevos contextos, nuevos procesos. *Entramados*, 1, 131-133. <https://bit.ly/2SOhHah>
- 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>
- Cabero, J., & García, F. (2016). *Realidad aumentada*. Madrid: Síntesis.
- Cabero, J., & Marín, V. (2018). Blended learning y realidad aumentada: Experiencias de diseño docente. *RIED*, 21(1), 57-74. <https://doi.org/10.5944/ried.21.1.18719>
- Cantillo, C., Roura, M., & Sánchez, A. (2012). Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación. *La Educ@ción Digital Magazine*, 147, 1-21. <https://bit.ly/2znGXZy>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000). *Research methods in education* New York: . Routledge Falmer. <https://bit.ly/2BdCnOz>
- Cózar, R., De-Moya, M., Hernández, J., & 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. <https://bit.ly/2V4Ford>
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66-69. <https://doi.org/10.1126/science.1167311>
- Diego-Obregon, R. (2014). Realidad aumentada en documentos e imágenes. *Aula de Innovación Educativa*, 230, 65-66. <http://bit.ly/2Q1fCTw>
- Díez, E., & Díaz, J.M. (2018). Ubiquitous learning ecologies for a critical cyber-citizenship. [Ecologías de aprendizaje ubicuo para la ciber ciudadanía crítica]. *Comunicar*, 54, 93-103. <https://doi.org/10.3916/C54-2018-05>
- Dondlinger, M.J. (2007). Educational video games design: A review of the literature. *Journal of Applied Educational Technology*, 4(1), 21-31. <https://bit.ly/2BzU9M3>
- Dunleavy, M., Dede, C., & 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. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>
- Eseryel, D., Law, V., Ifenthaler, D., Ge, X., & Miller, R. (2014). An investigation of the interrelationships between motivation, engagement, and complex problem solving in game-based learning. *Educational Technology & Society*, 17(1), 42-53. <https://bit.ly/2FK8jhl>

- Fombona, J. (2013). La interactividad de los dispositivos móviles geolocalizados, una nueva relación entre personas y cosas. *Revista Historia y Comunicación Social*, 18, 777-788. https://doi.org/10.5209/rev_HICS.2013.v18.44007
- Fombona, J., Pascual, M.J., & Madeira, M.F. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Pixel-Bit*, 41, 197-210. <https://bit.ly/2rpVST5>
- Fombona, J., & Vázquez-Cano, E. (2017). Posibilidades de utilización de la geolocalización y realidad aumentada en el ámbito educativo. *Educación XXI*, 1(20), 319-342. <https://doi.org/10.5944/educxx1.19046>
- Gee, J.P. (2004). *Lo que nos enseñan los videojuegos sobre el aprendizaje y el alfabetismo*. Málaga: Aljibe. <https://bit.ly/2Bjioqw>
- Greenfield, P.M. (2010). Video games revisited. In Van-Eck, R. (Ed.), *Gaming and cognition: Theories and practice from the learning sciences* (pp. 1-21). Hershey, PA: IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-61520-717-6.ch001>
- Han, J., Jo, M., Hyun, E., & So, H.J. (2015). Examining young children's perception toward augmented reality-infused dramatic play. *Educational Technology Research and Development*, 63(3), 455-474. <https://doi.org/10.1007/s11423-015-9374-9>
- Huang, C.S.J., Yang, S.J.H., Chiang, T.H.C., & Su, A.Y.S. (2016). Effects of situated mobile learning approach on learning motivation and performance of EFL students. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(1), 263-276. <http://bit.ly/2Q0oNDT>
- Kamarainen, A.M., Mercalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M.S., & Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.018>
- Katja, F. (2012). Mobiles Lernen in der Schule. In Laufer, J., & Röllecke, R. (Eds.), *Chancen digitaler Medien für Kinder und Jugendlichen* (pp. 53-59). München: Koepadverlag.
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). 'Making it real': Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3), 16-174. <https://doi.org/10.1007/s10055-006-0036-4>
- Kim, H., & Han, S. (2014). A framework for the automatic 3D city modeling using the panoramic image from mobile mapping system and digital maps. 2014 IEEE Virtual Reality (VR). <https://doi.org/10.1109/VR.2014.6802087>
- Klopper, E., Osterweil, S., & Salen, K. (2009). *Moving learning games forward*. Cambridge, MA: The Education Arcade. <https://bit.ly/2XbN90z>
- Klopper, E., & Squire, K. (2008). Environmental detectives: The development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228. <https://doi.org/10.1007/s11423-007-9037-6>
- Knaus, T. (2017). Pädagogik des digitale: Phänomene, Potentiale, Perspektiven. In Eder, S., Mikat, C., & Tillmann, A. (Eds.), *Software takes command* (pp. 40-68). München: Kopaed. <https://bit.ly/2Gxjr0L>
- Liao, T. (2015). Augmented or admented reality? The influence of marketing on augmented reality technologies. *Information Communication & Society*, 18(3), 310-326. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2014.989252>
- Mathews, J.M. (2010). Using a studio-based pedagogy to engage students in the design of mobile-based media. English teaching: Practice and. *Critique*, 9(1), 87-102. <https://bit.ly/2TXdSf5>
- Pendit, U.C., Zaibon, S.B., & Abubakar, J.A. (2015). Digital interpretive media usage in cultural heritage sites at Yogyakarta. *Jurnal Teknologi*, 75(4), 71-77. <https://doi.org/10.11113/jt.v75.5069>
- Pérez-Rodríguez, M.A., & Delgado-Ponce, A. (2012). From digital and audiovisual competence to media competence: Dimensions and indicators. [De la competencia digital y audiovisual a la competencia mediática: Dimensiones e indicadores]. *Comunicar*, 39, 25-35. <https://doi.org/10.3916/C39-2012-02-02>
- Perrota, C., Featherstone, G., Aston, H., & Houghton, E. (2013). Game-based learning: Latest evidence and future directions. <https://bit.ly/2GQIRHh>
- Ramírez, V., & Cassinero, S. (2014). *Realidad aumentada-trabajo cooperativo; nivel inicial*. Buenos Aires: Innovación y Educación. <http://bit.ly/2JD3ua4>
- Rico, M.M., & Agudo, J.E. (2016). Aprendizaje móvil de inglés mediante juegos de espías en Educación Secundaria. *RIED*, 19(1), 121-139. <https://doi.org/10.5944/ried.19.1.14893>
- Rodewald, E.M. (2017). *Profilklasse, 'Smart Gaming'*. München: Kopaed. <https://amzn.to/2tunVWki>
- Rosenbaum, E., Klopper, E., & Perry, J. (2007). On location learning: Authentic applied science with networked augmented realities. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 31-45. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9036-0>
- Slovacek, K.A., Zovkic, N., & Cekovic, A. (2014). A Language games in early school age as a precondition for the development of good communicative skills. *Croatian Journal of Education*, 16(1), 11-23. <https://bit.ly/2Nc4uBM>
- Squire, K., Giovanetto, L., Devane, B., & Durga, S. (2005). From users to designers: Building a self-organizing game-based learning environment. *Tech Trends*, 49(5), 34-42. <https://doi.org/10.1007/BF02763688>
- Squire, K., & Jan, M. (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 5-29. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-9037-z>
- Squire, K., & Klopper, E. (2007). Augmented reality simulations on handheld computers. *Journal of the Learning Sciences*, 16(3), 371-413. <https://doi.org/10.1080/10508400701413435>
- Steinkuehler, C., & Duncan, S. (2008). Scientific habits of mind in virtual worlds. *Journal of Science Education and Technology*, 17, 530-543. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9120-8>
- Wu, H.K., Lee, S.W.Y., Chang, H.Y., & Liang, J.C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Zamora-Manzano, J.L., & Bello-Rodríguez, S. (2017). Dispositivos móviles como herramienta de aprendizaje en el mundo del Derecho. In Pérez-Fera, M., & Rodríguez-Pulido, J. (Eds.), *Buenas prácticas docentes del profesorado universitario* (pp. 139-152). Barcelona: Octaedro.

Zhao, Z., & Linaza, J.L. (2015). La importancia de los videojuegos en el aprendizaje y el desarrollo de niños de temprana edad. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology, 13*(2), 301-318. <https://doi.org/10.14204/ejrep.36.14108>