

**CONAMA 2020**

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

# La realidad aumentada como estrategia didáctica en contextos de educación ambiental



TÍTULO

---



TÍTULO

---

**CONAMA 2020**

**Autor Principal:** Héctor Molero Lombarte (Asociación Española de Educación Ambiental)

## ÍNDICE

1. Título
2. Palabras Clave
3. Resumen
4. Introducción
5. Metodología
6. Resultados
7. Discusión
8. Conclusiones
9. Bibliografía

## 1. TÍTULO

La realidad aumentada como estrategia didáctica en contextos de educación ambiental.

## 2. PALABRAS CLAVE

REALIDAD AUMENTADA; TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN; EDUCACIÓN AMBIENTAL; EDUCACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD

## 3. RESUMEN

La Realidad Aumentada (RA) se configura como una potencial herramienta para el aprendizaje inmersivo en el aula. No solo eso, sino que muchos autores consideran ya que la RA es una tendencia tecnológica en contextos muy diversos. El objetivo general de este trabajo es conocer el estado actual de la Realidad Aumentada en el ámbito de la Educación Ambiental a través de la recopilación de experiencias prácticas mediante una revisión bibliográfica y cualitativa en la base de datos ERIC. Esta selección de artículos se analiza a la luz de un marco teórico sobre la Realidad Aumentada como estrategia didáctica construido con referencias destacadas y actualizadas. Algunas de las conclusiones del análisis de los artículos son: la carencia teórica a la hora de aproximarnos a una conceptualización de la Realidad Aumentada, el uso avanzado de la Realidad Aumentada con geolocalización o reconocimiento de objetos reales, la variedad de potencialidades educativas que muestran los artículos (interactividad, participación, rol activo del alumnado, mejora en la evaluación de la información y juicio crítico, motivación, cooperación, comunicación grupal, competencias digitales, habilidades cognitivas y gestión de problemas) y la variedad en los usos de la Realidad Aumentada para la Educación Ambiental (modelado de objetos, gamificación o aprendizaje por descubrimiento), entre otras.

## 4. INTRODUCCIÓN

“Quizás ninguna otra tecnología digital tenga el potencial de revolucionar la experiencia educativa como la Realidad Aumentada (RA)” (p. 97, Kidd y Crompton, 2016). La Realidad Aumentada (RA) se configura como una potencial herramienta para el aprendizaje inmersivo en el aula. No solo eso, sino que muchos autores consideran ya que la RA es una tendencia tecnológica en contextos muy diversos. Sin embargo, ¿qué teorías de aprendizaje sustentan su uso educativo? ¿Qué conceptualización de la RA se deriva de la trayectoria académica que tenga este ámbito de estudio? ¿A qué elementos y tipologías hace referencia? ¿Qué potencialidades y aplicaciones educativas tiene? ¿Qué dispositivos y qué software se usa? ¿Está consolidada en áreas como la Educación Ambiental?

Las TIC son consideradas por Corbetta, Sessano y Krasnanski (2012) como herramientas que facilitan la comprensión de la complejidad que supone la EA, a la par que garantizan la democratización necesaria en este ámbito (acompañada de horizontalidad, participación ciudadana y trabajo en red). Esta mirada emancipadora de las TIC es visionaria en tanto es conceptualizada como una oportunidad para la construcción de nuevos enfoques.

Continuando con esta posición, autores como Badillo y Martínez (2014) sitúan a los actores del acto comunicativo-educativo ambiental en una posición política y de compromiso social. En este sentido, las TIC pueden suponer una herramienta de interacción ciudadana y de desarrollo de un pensamiento crítico ante la realidad ambiental actual. Así, definen la ‘educación’ como un trinomio comunicación-educación-medio ambiente en un sentido interrelacionado y convergente.

Estos autores advierten de no caer en un uso instrumental de las TIC, sino que han de formar parte de un enfoque relacional, interactivo y comprensivo de la realidad. A pesar de la dicotomía que muestran en base a diferentes autores, se posicionan a favor de una visión de construcción y deconstrucción constante, de diálogo y participación ciudadana en contextos virtuales. “No es suficiente continuar dejando por sentado la importancia y los derechos a la educación y la comunicación o limitando el análisis en si el uso de las TIC en la educación ambiental es pertinente” (idem, p.269).

El objetivo general de esta publicación que parte de mi Trabajo Fin de Máster en el Máster Universitario en Estrategias y Tecnologías para la Función Docente en la Sociedad Multicultural (Máster ESTRATIC por la UNED) es conocer el estado actual de la Realidad Aumentada en el ámbito de la Educación Ambiental.

Los objetivos específicos son:

- Recopilar experiencias prácticas de la Realidad Aumentada en el ámbito de la Educación Ambiental a través de una revisión bibliográfica
- Analizar las experiencias prácticas recogidas a la luz del marco teórico elaborado.

Además, esta comunicación estaría vinculada con la línea de CONAMA denominada “Calidad e impacto ambiental”, ya que la Realidad Aumentada, junto con otras TIC, supone un avance en la calidad social y pedagógica de la Educación Ambiental.

## 5. METODOLOGÍA

Ante la situación sanitaria de este curso 2019-20 y las dificultades que han entrañado la realización de un Trabajo Fin de Máster aplicado, esta publicación se basa en una investigación cualitativa de tipo bibliográfico que permita a través de una problemática indagar en fuentes primarias y secundarias la temática que se quiere abordar.

El contexto que se investiga es la Educación Ambiental. Siguiendo en esta línea, se ha escogido estudiar la RA como estrategia didáctica concreta en la Educación Ambiental. El problema central de este trabajo, tal y como se concreta en los objetivos, es conocer el estado actual de la Realidad Aumentada en el ámbito de la Educación Ambiental.

La estrategia utilizada para este Trabajo Fin de Máster es “la investigación documental o el uso de documentación [...] El uso genuino de esta estrategia tendría lugar siempre que se pretendiese basar el estudio sobre todo en evidencia documental” (p. 99, Valles, 1999). Algunos de los estudios consultados han sido los siguientes: Bacca et. al. (2014), Prendes (2015), Fombona y Pascual (2016), Fombona et. al. (2017), Gavilanes, Abásolo y Cuji (2018) y Quintero et. al. (2019).

La secuenciación metodológica está vinculada a los objetivos específicos del TFM:

- FASE I. Revisión sistemática de la literatura sobre la RA como estrategia didáctica. La revisión de la literatura en esta primera parte sirve de guía para el laberinto que conforma el enfoque cualitativo (Hernández, Fernández y Baptista, 2005). El resultado de esta revisión es la elaboración de la fundamentación teórica.
- FASE II. Recopilación de experiencias prácticas de la RA en el ámbito de la Educación Ambiental a través de una revisión bibliográfica.
- FASE III. Análisis de las experiencias prácticas recogidas a la luz del marco teórico.
- FASE IV. Elaboración de la discusión a la luz de los resultados y su análisis. Redacción de las conclusiones y la prospectiva. Difusión de la investigación para su proyección final mediante una propuesta de publicación a modo de póster científico.



## 6. RESULTADOS

En concreto, el contenido de esta comunicación se basa en la fase II y III, ya que la fase I forma parte del marco teórico extenso desde el que se analizan estos artículos y no se incluye por el límite de páginas. Por lo tanto, el análisis correspondiente a las fases II y III se realiza de un total de 5 artículos, que se presentan a continuación por orden alfabético.

- Chien, C. (2019). English for Ecotourism and Its Sustainability with Augmented Reality Technology. *International Education Studies*, 12 (6), 134-147. <https://doi.org/10.5539/ies.v12n6p134>
- Kumpulainen, K.; Byman, J.; Renlund, J.; Wong, C.C. (2020). Children's Augmented Storying in, with and for Nature. *Education Sciences*, 10 (6), 149. <http://dx.doi.org/10.3390/educsci10060149>
- Kyza, E.A.; Georgiu, Y. (2018). Scaffolding augmented reality inquiry learning the design and investigation of the TraceReaders location-based, augmented reality platform. *Interactive Learning Environments*, 27(2), 211-225. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1458039>
- Litts, B.K.; Lewis, W.E.; Mortensen, C.K. (2019). Engaging youth in computational thinking practices through designing place-based mobile games about local issues. *Interactive Learning Environments*, 28 (3), 302-315. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1674883>
- Wu, P.H.; Hwang, G.J.; Yang, M.L.; Chen, C.H. (2017). Impacts of integrating the repertory grid into an augmented reality-based learning design on students' learning achievements, cognitive load and degree of satisfaction. *Interactive Learning Environments*, 26(2), 221-234. <http://dx.doi.org/10.1080/10494820.2017.1294608>

### Análisis del Bloque A. Nuevas teorías de aprendizaje aplicadas a la RA

El primer bloque que analizar es el referido a las nuevas teorías de aprendizaje aplicadas a la RA. Como se puede observar, en los artículos de Chien (2019), Kumpulainen, Byman, Renlund y Wong (2020) y Litts, Lewis y Mortensen (2019) no se menciona el aprendizaje ubicuo, móvil, inmersivo, híbrido y/o conectivista. Sin embargo, tanto Kyza y Georgiu (2018) como Wu, Hwang, Yang y Chen (2017) mencionan el aprendizaje móvil y el inmersivo, respectivamente. Asimismo, ambos mencionan el aprendizaje ubicuo.

Cada artículo se posiciona desde una corriente pedagógica muy marcada. Se encuentran sinergias entre Chien (2019), Kumpulainen, Byman, Renlund y Wong (2020) y Litts, Lewis y Mortensen (2019) en un enfoque basado en nuevas formas de comunicación y relación. Asimismo, todos los artículos caracterizan su enfoque teórico desde la multimodalidad o el aprendizaje con dispositivos móviles de diferentes maneras, en diferentes lugares o en diferentes momentos.

## Análisis del Bloque B. Conceptualización de la RA

El segundo bloque que analizar es el referido a la conceptualización de la RA. Como se puede observar, Litts, Lewis y Mortensen (2019) son los únicos que no caracterizan la RA ni la definen de ninguna manera. El resto de artículos definen de forma análoga la RA como la superposición de imágenes que enriquecen el mundo real en el que se superpone. La fundamentación teórica de Kyza y Georgiu (2018) y Wu, Hwang, Yang y Chen (2017) aportan numerosas referencias y definiciones, incluyendo a Azuma (1997) como referente fundamental. Chien (2019) y Kumpulainen, Byman, Renlund y Wong (2020) hacen una conceptualización de la RA más pobre.

Ningún autor muestra figuras o tablas teóricas sobre la RA, tampoco mencionan la virtualidad de Milgram y Kishino (1994), las realidades mixtas o Tom Caudell como el responsable de la acuñación del término, todos ellos referentes muy frecuentes en la fundamentación teórica de este TFM.

## Análisis del Bloque C. Elementos, tipos y niveles de la RA

El tercer bloque que analizar es el referido a los elementos, tipos y niveles de la RA. Como se puede observar, solo Chien (2019) y Kyza y Georgiu (2018) mencionan los elementos constituyentes de la RA que aplican. Kumpulainen, Byman, Renlund y Wong (2020) y Wu, Hwang, Yang y Chen (2017) mencionan algunos de esos elementos. Litts, Lewis y Mortensen (2019) no mencionan ningún elemento.

Chien (2019) y Wu, Hwang, Yang y Chen (2017) utilizan una “RA basada en el reconocimiento de las formas”, usando marcadores (nivel 1) o objetos reales (nivel 2), respectivamente. Kumpulainen, Byman, Renlund y Wong (2020), Kyza y Georgiu (2018) y Litts, Lewis y Mortensen (2019) usan una “RA basada en el reconocimiento de la posición” (nivel 2 por la geolocalización). Cuatro de cinco artículos serían de nivel 2.

## Análisis del Bloque D. Potencialidades educativas de la RA

El cuarto bloque que analizar es el referido a las potencialidades educativas de la RA. Se han diferenciado las potencialidades educativas de la RA a nivel teórico de las que se encuentran en los hallazgos de cada artículo. De esta manera, si englobamos las potencialidades a nivel teórico, encontramos que las más comunes son:

- Interactividad, participación y rol activo del alumnado (5 de 5).
- Mejora en la evaluación de la información y en el juicio crítico (5 de 5).
- Motivación e implicación del alumnado (4 de 5).
- Cooperación y colaboración, mayor comunicación grupal (3 de 5).
- Contextualización de la información presentada (3 de 5)
- Adaptación a las necesidades y estilos de aprendizaje del alumnado (3 de 5).

También aparecen en menor proporción la mejora en la gestión de problemas, la observación de elementos difíciles de ver en el aula o apertura del aula a otros espacios, la mejora de habilidades cognitivas, memoria o atención y la creatividad.

Respecto a los hallazgos, la motivación y la implicación del alumnado aparecen en los artículos de Kumpulainen, Byman, Renlund y Wong (2020), Litts, Lewis y Mortensen (2019) y Wu, Hwang, Yang y Chen (2017). La cooperación y colaboración, así como la mayor comunicación grupal aparecen en los artículos de Chien (2019), Kyza y Georgiu (2018) y Litts, Lewis y Mortensen (2019). La mejora en la evaluación de la información y en el juicio crítico aparece en los artículos de Chien (2019), Kumpulainen, Byman, Renlund y Wong (2020) y Kyza y Georgiu (2018). La interactividad, la participación y el rol activo, así como la mejora de las competencias digitales aparecen en los artículos de Kumpulainen, Byman, Renlund y Wong (2020) y Litts, Lewis y Mortensen (2019). La mejora de habilidades cognitivas, memoria o atención se muestra en los artículos de Kyza y Georgiu (2018) y Wu, Hwang, Yang y Chen (2017). La mejora en la gestión de problemas aparece en los artículos de Chien (2019) y Kyza y Georgiu (2018). Por último, la observación de elementos difíciles de ver en el aula o la apertura del aula a otros espacios, la contextualización de la información presentada y la creatividad y pensamiento divergente se presentan en los hallazgos del artículo de Litts, Lewis y Mortensen (2019).

## Análisis del Bloque E. Aplicaciones de la RA en educación

El quinto bloque que analizar es el referido a las aplicaciones de la RA en educación. Como se puede observar, con la premisa de la RA como estrategia didáctica para la educación ambiental, cada aplicación educativa es específica y diferente. En concreto:

- Chien (2019): Aprendizaje de inglés para propósitos específicos (ESP). Promoción del desarrollo sostenible en el ecoturismo, concretamente sobre humedales protegidos del sur de Taiwán con estudiantes universitarios.
- Kumpulainen, Byman, Renlund y Wong (2020): Ecoalfabetización a través de Julle, una herramienta de narración digital de RA en la naturaleza. La narratividad que se generó se realizó a través de una identidad lúdica, afectiva y sensorial. Se realiza con Educación Primaria.
- Kyza y Georgiu (2018): Aprendizaje por indagación y con andamiaje a través de la plataforma TraceReaders de RA para trabajar el razonamiento histórico en Educación Primaria (Young Archaeologists) y las Ciencias Ambientales (Mystery at the Lake) en Educación Secundaria. En concreto, investigar el porqué de la localización de un antiguo asentamiento neolítico e investigar la bioacumulación de pesticidas y la eutrofización en lagos.
- Litts, Lewis y Mortensen (2019): Incorporación de habilidades de Pensamiento Computacional (CT) a través del diseño de juegos móviles basados en la localización. La temática es la educación cívica y ambiental vinculada a su comunidad, concretamente a través de narrativas y storytelling en Educación Primaria y Secundaria.
- Wu, Hwang, Yang y Chen (2017): Aprendizaje de las ciencias naturales a través de la RA, basándose en el método "Repertory Grid" como herramienta mental de apoyo y en el principio de contigüidad del aprendizaje multimedia. En concreto, aprendizaje de lepidópteros en Educación Primaria.

## Análisis del Bloque F. Dispositivos de uso común en educación

El sexto y último bloque que analizar es el referido a los dispositivos de uso común en educación. Como se puede observar, el hardware utilizado son smartphones en tres de cinco artículos y tablets en los dos restantes. No se mencionan dispositivos no vinculados a otro sentido que no sea el visual, multisensoriales o de tipo espacial. El software es diferente en cada artículo, usando incluso apps específicas como MyAr Julle o TraceReaders. En los demás, usan Aurasma, ARIS o QCAR, plataformas más conocidas.

## 7. DISCUSIÓN

Autores como Gómez (2018), Morales (2018) o Barroso et. al. (2017) coinciden en la carencia de estudios rigurosos y suficientes sobre la RA en el ámbito de la educación. Es evidente que esta carencia es real al encontrar únicamente cinco artículos en la base de datos ERIC sobre la aplicación de la RA en Educación Ambiental. A pesar de esto, los resultados permiten acercarnos al objetivo de conocer el estado actual de la Realidad Aumentada en el ámbito de la Educación Ambiental, ya que son artículos recientes y contextualizados en algún entorno educativo en el que se aplica la RA vinculada con la Educación Ambiental.

Cabría esperar que estos artículos partieran de nuevas teorías de aprendizaje como el aprendizaje ubicuo, el aprendizaje móvil, el aprendizaje inmersivo, el aprendizaje híbrido y/o conectivista. No podemos olvidar que Sánchez (2018) ya apuntaba que los enfoques teóricos más adecuados para la RA en educación eran el aprendizaje ubicuo y móvil. Sin embargo, esto no siempre es así. El aprendizaje ubicuo es mencionado en dos de los cinco artículos analizados.

En primer lugar, se menciona en el artículo de Kyza y Georgiu (2018), que incluso llega a caracterizar dicho aprendizaje como aquel que trasciende los límites físicos del aula, al hilo de lo que Sevillano (2011) o Pascual y Fombona (2015) definen como ubicuidad. Este último artículo también menciona el aprendizaje móvil vinculándolo con el aprendizaje ubicuo, tal y como hacen autores como Sevillano y Vázquez-Cano (2015).

En segundo lugar, se menciona en el artículo de Wu, Hwang, Yang y Chen (2017), que enfoca la ubicuidad enlazada con el aprendizaje situado. Sevillano (2015) se refiere a las actividades situadas al hablar de la naturalidad y la autenticidad que suponen las actividades basadas en la ubicuidad. En este artículo también se menciona el aprendizaje inmersivo, pero no hace referencia a las realidades mixtas como parte de dicho aprendizaje, sino que únicamente trata la Realidad Aumentada, por lo que no coincidiría con el enfoque teórico de Martín y Merchán (2019). Por último, sí que indica claramente que se usan los móviles en los contextos de aprendizaje, por lo que podríamos decir que se acercan a una conceptualización del aprendizaje móvil.

Además, los artículos de Chien (2019) y Kumpulainen, Byman, Renlund y Wong (2020) se acercan a la caracterización que realiza Siemens (2004a, 2004b, citados por Cabero et. al., 2016) cuando habla de un aprendizaje con redes, conexiones y nodos de información que se alimentan y se mantienen.

Respecto a la conceptualización de la RA presentada en los cinco artículos analizados, tiende a ser algo pobre o escasa y se acercan a las definiciones recogidas por Fundación Telefónica (2011), Estebanell, Ferrés, Cornellà y Codina (2012), Prodromou (2019), Donally (2018), Gómez (2018) o Ruiz (2013). La RA suele ser definida como la superposición de imágenes que enriquecen el mundo real en el que se superponen. En ningún momento se enmarca la RA como parte de las realidades mixtas (Milgram y Kishino, 1994, citados por Morales, 2018), ni se caracteriza con mayor profundidad como hacen Cabero et. al. (2016) o Barroso et. al. (2017). Únicamente Kyza y Georgiu (2018) mencionan que la RA existía ya como tecnología en los años 60. El resto de artículos ni siquiera hacen mención a ningún aspecto del recorrido histórico de la RA. Por último, en los artículos de Kyza y Georgiu (2018) y Wu, Hwang, Yang y Chen (2017) sí que citan a Azuma (1997) como referente fundamental, tal y como hacen la gran mayoría de las fuentes consultadas en la fundamentación de este trabajo.

Si observamos los elementos constituyentes de la RA descritos en los cinco artículos, podemos observar que ciertamente pocos hacen referencia a todos los reseñados por autores como Martín y Merchán (2019). El elemento que más aparece mencionado es la captura de la imagen y el activador o desencadenante de la RA. Siguiendo las categorías de Estebanell, Ferrés, Cornellà y Codina (2012), los artículos presentan un uso de la RA basado en el reconocimiento de la posición (nivel 2 por la geolocalización) o en el reconocimiento de las formas (nivel 1 y 2). Además, según Lens-Fitzgerald (2009, citado por Reinoso, 2012), esto indicaría que nos encontramos con una aplicación de la RA bastante avanzada, bien basada en objetos reales o en la geolocalización.

En referencia a las potencialidades educativas de la RA, encontramos que los cinco artículos encuentran afinidades con las fuentes consultadas en la fundamentación del trabajo. Los cinco artículos vinculan la aplicación de la RA con la interactividad, participación y rol activo del alumnado, así como con la mejora en la evaluación de la información y el juicio crítico, siguiendo a autores como Morales (2019), Sánchez (2018), Kidd y Crompton (2016). La motivación con el alumnado es también una variable reseñada por prácticamente todas las referencias de la fundamentación y por cuatro de los cinco artículos analizados.

Si nos basamos en los hallazgos de los cinco artículos analizados, las potencialidades educativas más mencionadas siguen siendo las mencionadas en el párrafo anterior, pero se añaden nuevas. La cooperación y la colaboración, así como la mayor comunicación grupal aparece como un beneficio concluyente en tres de los cinco artículos analizados, en sintonía con la visión de Donally (2018), Cabero y Barroso (2015) o Kipper y Rampolla (2012). La mejora de las competencias digitales, habilidades cognitivas o la gestión de problemas también aparecen, aunque en menor grado.

Las aplicaciones de la RA pueden ser muchas y de variadas formas. En concreto, los cinco artículos analizados demuestran un alto nivel de especificidad. El artículo de Chien (2019) y el de Litts, Lewis y Mortensen (2019) podrían enmarcarse en lo que Reinoso (2012) clasifica como modelado de objetos, también mencionado por Castellanos y Pérez (2017). En estos dos artículos, el alumnado genera, manipula y explora modelos 3D a través de aplicaciones como Aurasma y ARIS, respectivamente, con objetivos enmarcados en la Educación Ambiental (promoción del desarrollo sostenible en el ecoturismo o educación cívica y ambiental vinculadas a la comunidad).

En el artículo de Kumpulainen, Byman, Renlund y Wong (2020) nos encontramos con una propuesta eminentemente lúdica para trabajar las narrativas y la sensibilización ambiental. Se clasificaría en lo que Reinoso (2012) describiría como juegos educativos basados en la geolocalización. Cabiria (2012) y Castellanos y Pérez (2017) también hablan de propuestas de gamificación basadas en la RA.

Respecto al artículo de Kyza y Georgiu (2018), nos encontramos con propuestas basadas en el descubrimiento y la investigación de hechos históricos o ambientales, ya que la RA, como apunta Reinoso (2012), favorece la contextualización y la indagación de información. Lo mismo ocurre con el artículo de Wu, Hwang, Yang y Chen (2017), en el que la propuesta de aprendizaje se basa en el descubrimiento de datos de los lepidópteros con herramientas de apoyo cognitivo concretas.

Por último, cabe destacar que los dispositivos utilizados para las propuestas de los cinco artículos analizados son de tipo visual (smartphones o tablets). Por lo tanto, los dispositivos utilizados se clasificarían como handheld displays o dispositivos de mano. Se descarta el uso de las phablets o los wearables indicados por Brazuelo (2016, 2018) y Kipper y Rampolla (2012). Tampoco utilizan smartglasses, como indican Martín y Merchán (2019). No se utilizan dispositivos que complementen a los visuales ni de tipo multimodal, como describen Ruiz (2013) o Craig (2013).

Respecto al software, se usan aplicaciones reseñadas por autores como Estebanell, Ferrés, Cornellà y Codina (2012), Ruiz (2013) y Brazuelo (2016). Sin embargo, también aparecen otros programas como ARIS, QCAR o TraceReaders, que parecen ser específicas y menos conocidas.

## 8. CONCLUSIONES

- Que la ubicuidad y la movilidad suponen modelos pedagógicos claves a la hora de acercarse a las TIC y su papel educativo.
- Que la Realidad Aumentada supone el acercamiento de más teorías de aprendizaje además del aprendizaje ubicuo y móvil, como pueden ser el aprendizaje inmersivo, el aprendizaje híbrido o el aprendizaje conectivista.
- Que la Realidad Aumentada tiene ya un corpus teórico con un cierto recorrido a nivel teórico, especializado y divulgativo, que ayuda a generar una conceptualización sólida de sus características y sus potencialidades educativas.
- Que existen carencias claras de estudios rigurosos y suficiente sobre la RA en el ámbito de la Educación Ambiental.
- Que el aprendizaje ubicuo, móvil e inmersivo son pertinentes para enfocar el uso de la RA en Educación Ambiental.
- Que se encuentran carencias teóricas a la hora de aproximarnos a una conceptualización de la RA como estrategia didáctica en los cinco artículos analizados.
- Que los cinco artículos analizados exponen que la tecnología de la RA está ya muy avanzada y extendida con RA basadas en el reconocimiento de la posición o de las formas de nivel 2 (objetos reales o geolocalización, respectivamente).
- Que las potencialidades educativas de la RA que presentan los cinco artículos analizados a nivel teórico son la interactividad, la participación y el rol activo del alumnado, así como la mejora en la evaluación de la información y el juicio crítico. La motivación es también una variable muy destacada a nivel teórico.
- Que las potencialidades educativas de la RA que presentan los cinco artículos analizados en sus hallazgos son los mostrados a nivel teórico, sumados a la cooperación y la colaboración, la comunicación grupal, la mejora de las competencias digitales, las habilidades cognitivas y la gestión de problemas.
- Que las aplicaciones de la RA que presentan los cinco artículos analizados pueden ser muy diversas y específicas. Que se enmarcan en el modelado de objetos, la gamificación y los juegos educativos o el aprendizaje por descubrimiento.
- Que el hardware que se usó en los cinco artículos analizados es de tipo visual (smartphones o tablets) y que el software tiende a ser conocido, lo que podría sugerir cierto uso generalizado de estos dispositivos y plataformas.

La investigación presentada podría, cuando la situación lo permita, enriquecerse con estudios de campo en Centros Educativos, museos, Centros de Educación Ambiental, etc. donde se esté ya utilizando esta herramienta (RA), tales como el Centro de Información y Educación Ambiental (CIEA) Dehesa de la Villa o el Centro de Educación Ambiental (CEA) Arboreto Luis Ceballos de la Comunidad de Madrid.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Bacca, J.; Baldiris, S.; Fabregat, R.; Graf, S. y Kinshuk (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology & Society*, 17 (4), 133-149.
- Badillo, M. E. y Martínez, O. G. (2014). Educomunicación y medio ambiente: en la búsqueda y construcción de fisuras. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 5(1), 255-270.
- Barroso, J.; Cabero, J.; García, F.; Calle, F.; Gallego, O. y Casado, I. (2017). Diseño, producción, evaluación y utilización educativa de la realidad aumentada. Universidad de Sevilla. <https://idus.us.es/handle/11441/65626>
- Brazuelo, F. (2016). Recursos móviles y realidad aumentada. En M.L. Cacheiro, C. Sánchez y J.M. González, Recursos tecnológicos en contextos educativos (391-424). UNED. <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.uned.es/lib/unedbiblioteca-ebooks/reader.action?docID=4508008&ppg=390#>
- Brazuelo, F. (2018). El aprendizaje móvil o mobile learning. En M.L. Cacheiro (Coord.), Educación y tecnología: estrategias didácticas para la integración de las TIC (273-288). UNED. <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.uned.es/lib/unedbiblioteca-ebooks/detail.action?docID=5426517&query=realidad+aumentada>
- Cabero, J. y Barroso, J. (2015). Realidad Aumentada: posibilidades educativas. En J. Ruiz-Palmero, J. Sánchez-Rodríguez y E. Sánchez-Rivas (Ed.), Innovaciones con tecnologías emergentes (1-12). Universidad de Málaga.
- Cabero, J.; Leiva, J.J.; Moreno, N.M.; Barroso, J. y López, E. (2016). Realidad aumentada y educación: Innovación en contextos formativos. Octaedro. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/universidadcomplutense-ebooks/detail.action?docID=4824329>
- Cabiria, J. (2012). Augmenting Engagement: Augmented Reality in Education. En C. Wankel y P. Blessinger, *Increasing Student Engagement and Retention Using Immersive Interfaces: Virtual Worlds, Gaming and Simulation* (225-252). Emerald.
- Castellanos, A. y Pérez. C. (2017). New Challenge in Education: Enhancing Student's Knowledge through Augmented Reality. En J.M. Ariso (Ed.), *Augmented Reality. Reflections on Its Contribution to Knowledge Formation*. De Gruyter. <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/31407>
- Chien, C. (2019). English for Ecotourism and Its Sustainability with Augmented Reality Technology. *International Education Studies*, 12 (6), 134-147. <https://doi.org/10.5539/ies.v12n6p134>
- Corbetta, S., Sessano, P. y Krasnanski, M. (2012). Educación Ambiental (EA), formación docente y TIC´s, el desafío complejo de una triple articulación. Hacia la definición de un espacio transversal. *Revista de la Escuela de Ciencias de la Educación*, (7), 267-290.
- Craig, A.B. (2013). *Understanding Augmented Reality. Concepts and Applications*. Elsevier. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/universidadcomplutense-ebooks/reader.action?docID=1183494&ppg=5>

- Donally, J. (2018). Learning Transported: Augmented, Virtual and Mixed Reality for All Classrooms. International Society for Technology in Education. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/universidadcomplutense-ebooks/reader.action?docID=5880781&ppg=3>
- Estebanell, M., Ferrés, J., Cornellà, P. y Codina, D. (2012). Realidad aumentada y códigos QR en educación. En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez (Coord.), Tendencias emergentes en Educación con TIC (135-155). Asociación Espiral, Educación y Tecnología. [https://ciberespinal.org//tendencias/Tendencias\\_emergentes\\_en\\_educacin\\_con\\_TIC.pdf](https://ciberespinal.org//tendencias/Tendencias_emergentes_en_educacin_con_TIC.pdf)
- Fombona, J., y Pascual, M.A. (2016). La producción científica sobre Realidad Aumentada, un análisis de la situación educativa desde la perspectiva SCOPUS. EDMETIC, 6(1), 39-61. <https://www.uco.es/ucopress/ojs/index.php/edmetic/article/view/5807>
- Fombona, J.; Pascual-Sevillana, A. y González-Videgaray, M.C. (2017). M-learning y realidad aumentada: Revisión de literatura científica en el repositorio WoS. Comunicar, 25 (52). <https://www.redalyc.org/jatsRepo/158/15852692010/15852692010.pdf>
- Fundación Telefónica (2011). Realidad aumentada: una nueva lente para ver el mundo. Sociedad de la Información en España 2010. Publicaciones Fundación Telefónica. <https://www.fundaciontelefonica.com/cultura-digital/publicaciones/80/#openModal>
- Gavilanes, W.; Abásolo, M.J. y Cuji, B. (2018). Resumen de revisiones sobre Realidad Aumentada en Educación. Revista Espacios, 39 (15). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73208>
- Gómez, M. (2018). La realidad aumentada, los códigos QR y la geolocalización móvil para educación. En M.L. Cacheiro (Coord.), Educación y tecnología: estrategias didácticas para la integración de las TIC (289-302). UNED. <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.uned.es/lib/unedbiblioteca-ebooks/detail.action?docID=5426517&query=realidad+aumentada>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2005). Metodología de la investigación. McGrawHill.
- Kidd, S. H. y Crompton, H. (2016). Augmented Learning with Augmented Reality. En D. Churchill, J. Lu, T.K.F. Chiu y B. Fox (Ed.). Mobile Learning Design. Theories and Application (97-108). Springer.
- Kipper, G. y Rampolla, J. (2012). Augmented Reality: An emergin technologies guide to AR. Elsevier. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/universidadcomplutense-ebooks/reader.action?docID=1073012&ppg=21>
- Kumpulainen, K.; Byman, J.; Renlund, J.; Wong, C.C. (2020). Children's Augmented Storying in, with and for Nature. Education Sciences, 10 (6), 149. <http://dx.doi.org/10.3390/educsci10060149>
- Kyza, E.A.; Georgiu, Y. (2018). Scaffolding augmented reality inquiry learning the design and investigation of the TraceReaders location-based, augmented reality platform. Interactive Learning Environments, 27(2), 211-225. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1458039>

- Litts, B.K.; Lewis, W.E.; Mortensen, C.K. (2019). Engaging youth in computational thinking practices through designing place-based mobile games about local issues. *Interactive Learning Environments*, 28 (3), 302-315. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1674883>
- Martín, P. y Merchán, A. (2019). I-Learning: realidad aumentada como ciberapoyo inmersivo para la educación. En G.O. Rodríguez-Garay, M.P. Álvarez-Chávez y C. Martín Jiménez (Coord.), *Tecnologías emergentes y realidad virtual: experiencias lúdicas e inmersivas* (73-90). Egregius. <https://idus.us.es/handle/11441/92490>
- Morales, E. (2018). La Realidad Virtual y Aumentada como instrumento de educación activa. En A. Chaves-Montero, S. Peñalva y L. Rodas Alfaya (Edit.), *Aprendizaje lúdico: los videojuegos* (63-78). Egregius. <https://egregius.es/catalogo/aprendizaje-ludico-los-videojuegos/>
- Pascual, M. A. y Fombona, J. (2015). Posibilidades de uso del Smartphone en y para la educación. En E. Vázquez-Cano y M. L. Sevillano (Ed.), *Dispositivos digitales móviles en educación. El aprendizaje ubicuo* (67-84). Narcea.
- Prendes, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, (46), 187-203. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/45413/realidad%20aumentada%20y%20educacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Prodromou, T. (Eds.) (2019). Introducción. En T. Prodromou, *Augmented Reality in Educational Settings* (29-35). Brill. <https://brill.com/view/book/edcoll/9789004408845/front-7.xml>
- Quintero, J.; Baldiris, S.; Rubira, R.; Cerón, J. y Velez, G. (2019). Augmented Reality in Educational Inclusion. A Systematic Review on the Last Decade. *Frontiers in Psychology*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2019.01835/full>
- Reinoso, R. (2012). Posibilidades de la realidad aumentada en educación. En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez (Coord.), *Tendencias emergentes en Educación con TIC* (135-155). Asociación Espiral, Educación y Tecnología. [https://ciberespinal.org//tendencias/Tendencias\\_emergentes\\_en\\_educacin\\_con\\_TIC.pdf](https://ciberespinal.org//tendencias/Tendencias_emergentes_en_educacin_con_TIC.pdf)
- Ruiz, D. (2013). La realidad aumentada y su aplicación en el patrimonio cultural. Tred. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/universidadcomplutense-ebooks/reader.action?docID=4823896&ppg=7>
- Sánchez, J. (2018). La realidad aumentada como nuevo ecosistema de aprendizaje. En J. Cabero-Almenara, I. De la Horra y J. Sánchez (Coord.), *La Realidad Aumentada como herramienta educativa. Aplicación a la Educación Infantil, Primaria, Secundaria y Bachillerato*. Paraninfo.
- Sevillano, M. L. (2011). Un espacio en la enseñanza-aprendizaje para los medios de comunicación. En M. L. Sevillano (Ed.), *Medios, recursos didácticos y tecnología educativa*. Pearson.
- Sevillano, M. L. (2015). El contexto socioeducativo de la ubicuidad y la movilidad. En E. Vázquez-Cano y M. L. Sevillano (Ed.), *Dispositivos digitales móviles en educación. El aprendizaje ubicuo* (17-38). Narcea.

- Sevillano, M. L. y Vázquez-Cano, E. (2015). Modelos de investigación en contextos ubicuos y móviles en Educación Superior. McGrawHill.
- Valles, M.S. (1999). Técnicas cualitativas de investigación social. Reflexión metodológica y práctica profesional. Síntesis Sociología.
- Wu, P.H.; Hwang, G.J.; Yang, M.L.; Chen, C.H. (2017). Impacts of integrating the repertory grid into an augmented reality-based learning design on students' learning achievements, cognitive load and degree of satisfaction. *Interactive Learning Environments*, 26(2), 221-234. <http://dx.doi.org/10.1080/10494820.2017.1294608>