



Universitat
Oberta
de Catalunya

MÁSTER DE EDUCACIÓN Y TIC

Asignatura TFM. Modalidad Teórica
Especialidad en docencia

Usos de la Realidad Aumentada y la
Geolocalización en la Educación al Aire Libre para el
diseño de actividades de enseñanza y aprendizaje
significativas en Ciencias Naturales

Alumna: Sofía Oltra Zapata

Docente colaborador: Armando Cortes Ordoñez

Elche 2021

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Usos de la Realidad Aumentada y la Geolocalización en la Educación al Aire Libre para el diseño de actividades de enseñanza y aprendizaje significativas en Ciencias

Resumen

En el presente TFM se analizan los usos educativos de la realidad aumentada y la geolocalización en espacios naturales al aire libre. Ya que, el distanciamiento de los alumnos nativos digitales con los entornos naturales, puede provocar diversos problemas educativos y del desarrollo. Por ello el objetivo principal de este trabajo es disponer de criterios pedagógicos y tecnológicos claves para el diseño de actividades y experiencias significativas al aire libre, a través del uso de las tecnologías educativas de la RA y la geolocalización, que permitan aumentar la motivación de los alumnos de Educación Primaria en las Ciencias Naturales, así como desarrollar valores ambientales, sociales y culturales con el patrimonio medioambiental que les rodea. Para ello se han definido los aspectos más importantes de la RA, geolocalización, la motivación, la educación al aire libre y los valores ambientales, a través del análisis y la reflexión de diversos estudios que han analizado las prácticas educativas de estas tecnologías. En base a estos estudios se han presentado una serie de criterios como: la vinculación de los entornos naturales con los contenidos curriculares; la selección de herramientas y dispositivos tecnológicos conforme a los objetivos, las características del alumnado, los medios y características contextuales de los espacios naturales; así como la importancia de dotar de significado a la formación a través de actividades reales y manipulativas que despierten la motivación de los alumnos hacia el aprendizaje y la vinculación de los espacios naturales, que les permita desarrollar valores ambientales de cuidado y respeto de la naturaleza.

Conceptos clave

Realidad aumentada, Geolocalización, Educación al aire libre, Motivación y Valores ambientales.

Índice

Resumen	1
Conceptos clave.....	1
1. Introducción	3
2. Planteamiento del problema y justificación	4
3. Objetivos	7
4. Antecedentes y marco teórico.....	7
4.1. Realidad aumentada.....	7
4.2. Geolocalización.....	10
4.3. Educación al aire libre.....	12
4.4. Motivación	14
4.5. Valores ambientales, sociales y culturales	15
5. Análisis y discusión del tema	17
5.1. Ventajas del aprendizaje híbrido en Educación Primaria	17
5.2. Uso de la RA y la geolocalización en la educación al aire libre	20
5.2.1. Aplicaciones de Realidad Aumentada	20
5.2.2. Aplicaciones de geolocalización.....	22
5.3. Criterios pedagógicos y tecnológicos a tener en cuenta en los diseños pedagógicos de actividades híbridas al aire libre.	23
5.3. Aspectos de compromiso ético y responsabilidad social de las tecnologías inmersivas.....	25
6. Conclusiones.....	26
7. Limitaciones	26
8. Líneas futuras de trabajo	26
9. Referencias bibliográficas.....	27

1. Introducción

Uno de los retos educativos actuales que deben afrontar los docentes de hoy en día es fomentar el acercamiento y la motivación de los discentes en el descubrimiento de los entornos y elementos naturales para su comprensión, valoración y cuidado. Los estudiantes actuales son nativos digitales que han crecido al lado de la tecnología, la cual usan diariamente para acceder a información de todas partes y lugares del mundo, y quizá por eso, los espacios y entornos naturales más cercanos, son menos motivadores o atractivos para ellos. Esta desconexión de la naturaleza y la falta de equilibrio digital entre las escuelas, la vida cotidiana y los espacios naturales puede llegar a ser “letal”, como afirma el educador ambiental Louv (2012), quien sostiene que los sentidos, a medida que se va pasando menos tiempo en entornos naturales, se van estrechando fisiológica y psicológicamente.

Ante el reto educativo de acercar al alumnado a estos paisajes naturales, la realidad aumentada (RA en adelante) y la geolocalización se presentan como una gran alternativa en la tarea de aunar la tecnología con los espacios naturales, de forma en que realidad y virtualidad se mezclen, diseñando experiencias educativas inmersivas que fomenten la motivación en el alumnado de Educación Primaria. Son numerosas las investigaciones en las cuales se han empleado ambas tecnologías con usos didácticos, García y Pérez (2010) señalan la facilidad que posee la RA para captar la atención de los estudiantes gracias a la creación de nuevos entornos de aprendizaje virtuales tridimensionales e interactivos. Reinoso (2012) destaca el uso de esta tecnología aumentativa en el refuerzo del aprendizaje y el incremento de la motivación. Por otro lado, Martín y Ertzberger (2013) reportan diversos estudios en los cuales se ha observado un aumento de la motivación, y por consiguiente una mejora en la cantidad y la calidad del trabajo de los alumnos tras el uso educativo de la geolocalización.

El presente Trabajo de Fin de Máster pretende disponer de criterios pedagógicos y tecnológicos claves para el diseño de actividades y experiencias significativas al aire libre, a través del uso de las tecnologías educativas de la realidad aumentada y la geolocalización, que permitan aumentar la motivación de los alumnos de Educación Primaria en el área de Ciencias Naturales, así como desarrollar valores ambientales, sociales y culturales con el patrimonio medioambiental que les rodea. Para ello, se abordarán los siguientes apartados: planteamiento del problema y justificación; objetivos; antecedentes y marco histórico; análisis y discusión del tema; conclusiones; limitaciones; futuras líneas de trabajo y referencias bibliográficas.

2. Planteamiento del problema y justificación

El crecimiento de la vida urbanita y el impacto de los medios digitales en las formas de comunicación, han producido el distanciamiento de las personas, de los entornos naturales, y este distanciamiento conlleva numerosos efectos negativos para la salud física y mental de los individuos (Taylor y Kuo, 2006; Corraliza y Collado, 2011). Para hacer constancia de estos problemas Louv (2008) ha propuesto emplear el término “*déficit de la naturaleza*” para describir el conjunto de estos síntomas.

La necesidad de fomentar el acercamiento y la conexión de los alumnos con la naturaleza, para dar respuesta a este déficit, ha sido analizada por diferentes estudios e investigadores. Freire (2010) defiende la necesidad innata de los individuos, tanto adultos como niños, de tener contacto con el mundo natural, pues este contacto favorece la sensibilidad y la creatividad de los aprendizajes, el sentimiento de libertad y espacio, así como la capacidad para manejar riesgos. Un estudio realizado por Bailie (2012), señala que el contacto con la naturaleza tiene un impacto positivo en el estado de salud social, psicológica, académica y física de los niños. Además, otros beneficios de este contacto entre naturaleza y alumnos como señalan Corraliza y Collado (2011), son la disminución de las preocupaciones y el respeto hacia el medio ambiente.

De acuerdo con Cheng y Tsai (2013) las nuevas tecnologías de la información y la comunicación presentan fuertes componentes didácticos, lo que posibilita y fomenta que sean utilizadas con fines formativos. Además, como manifiestan Sharples et al., (2005) las propiedades de las tecnologías móviles permiten el diseño de experiencias educativas en contextos reales integrados en el curriculum, por lo que su uso puede ser trasladado al entorno natural.

En la labor de acercar los espacios naturales al alumnado digital, entre las diferentes tecnologías disponibles, la realidad aumentada y la geolocalización presentan una serie de características propias que posibilitan su utilización en experiencias educativas en espacios naturales como la Educación Basada en el Lugar (*Place-Based Education*) planteada por Sobel (2004), o la Educación al Aire Libre (*Outdoor Education*) estudiada por (Dahlgren y Szczepanski, 2007). Dado que la RA y la geolocalización permiten emplear los dispositivos móviles para utilizar funciones de reconocimiento de ubicación, se posibilita la participación de los alumnos en actividades contextuales en espacios abiertos (Priestnall et al., 2010; Rosenbaum et al., 2006).

En la literatura científica educativa, encontramos diferentes precedentes del uso educativo de ambas tecnologías, y las ventajas que conllevan. De acuerdo con Dede (2009) la RA puede ayudar a los estudiantes a participar en exploraciones auténticas en el mundo real. Además, como señalan García y Pérez (2010) el uso didáctico de la RA ayuda a captar la atención de los estudiantes gracias a la creación de nuevos entornos de aprendizaje virtuales tridimensionales e interactivos. Por su parte, Reinoso (2012) destaca el empleo de esta tecnología aumentativa en el refuerzo del aprendizaje y el incremento de la motivación. Otros autores como Wu et al., (2013) afirman que esta tecnología facilita la observación de elementos que no se pueden observar fácilmente a simple vista, ya que esta técnica permite la visualización inmersiva de objetos virtuales junto con objetos del mundo real. De esta manera, la RA aumenta la motivación de los estudiantes y les ayuda a adquirir mejores habilidades de investigación (Sotiriou & Bogner, 2008).

Entre las principales ventajas de la RA, Dunleavy, Dede y Mitchell (2009) destacan su capacidad única para la creación de entornos de aprendizaje híbridos inmersivos en los que se combinan objetos digitales y físicos, facilitando así el desarrollo de las habilidades de procesamiento, tales como el pensamiento crítico o la resolución de problemas, así como, de las habilidades comunicativas, desarrolladas a través de ejercicios colaborativos interdependientes. Por otro lado, un estudio realizado por Akçayır et al., (2016) reveló que el uso educativo de la RA en contextos universitarios mejora las habilidades de laboratorio de los estudiantes, y les ayuda a desarrollar actitudes positivas relacionadas con el trabajo en el laboratorio de física.

Otra tecnología que vincula el uso de los dispositivos móviles y las nuevas tecnologías en los contextos educativos es la geolocalización, una técnica que también ha sido objeto de análisis y estudio. Gros y Fores (2013) señalan que el uso educativo de la geolocalización potencia la implicación, la motivación y pro-actividad de los alumnos en sus procesos de aprendizaje, al asociar contenidos digitales a una ubicación geográfica física. Además, esta vinculación con espacios geográficos reales, facilita la vinculación de los alumnos con el territorio, ya que de esta manera los contenidos teóricos de las actividades formativas se encuentran estrechamente relacionados con el contexto de los estudiantes. En esta línea de investigación, Martín y Ertzberger (2013) reportan diversos estudios en los cuales el profesorado ha observado un aumento de la motivación, y por consiguiente una mejora en la cantidad y la calidad del trabajo de los alumnos tras el uso educativo de la geolocalización.

Por otro lado, entre los estudios relacionados con la tecnología geolocalizadora que proponen su empleo en experiencias educativas en espacios físicos naturales, se destaca el potencial de esta tecnología, en el desarrollo de competencias y habilidades, como la participación en conversaciones y prácticas disciplinarias en lugares personalmente relevantes (Bell et al., 2009); la observación de los aspectos disciplinarios relevantes de un lugar (Yoon, et al, 2012); o la relación de las experiencias naturales locales con la exploración de nuevas perspectivas, representaciones o conversaciones del medio natural (Land, Smith, y Zimmerman, 2013).

Para garantizar la calidad, sostenibilidad y responsabilidad social de este Trabajo de Fin de Máster se ha empleado una metodología basada en el método de investigación teórica. Para ello, en primer lugar, se ha planteado una problemática inicial y su justificación, seguidamente con el fin de resolver esta problemática, se ha planteado una hipótesis a desarrollar y se han definido las diferentes preguntas de estudio que colaborarán a la resolución de la de dicha hipótesis. Seguidamente, se ha elaborado una búsqueda bibliográfica en motores de búsqueda científicos para seleccionar aquellos estudios científicos que permitan elaborar un marco teórico y conceptual de los términos que se consideran elementales para este TFM: RA, geolocalización, motivación, valores ambientales y educación al aire libre. Para asegurar la calidad y responsabilidad social de este trabajo todos los estudios empleados para la elaboración del mismo han sido correctamente citados en el texto siguiendo la normativa APA.

Posteriormente, se ha realizado un análisis y discusión del tema planteado, a través de la reflexión sobre los diversos estudios científicos en los cuales se han usado la realidad aumentada y la geolocalización en el aula de Educación Primaria, identificando sus características y los resultados educativos obtenidos, con el fin de disponer de los criterios pedagógicos y tecnológicos deseados. Por otro lado, se ha planteado una perspectiva de reflexión basada en aspectos de compromiso ético y/o responsabilidad social, a través de una reflexión fundamentada y completa sobre la diversidad en términos de competencia ambiental, social y cultural en el ámbito de intervención de la educación y TIC de las tecnologías inmersivas. Finalmente, se plantean las conclusiones obtenidas en el trabajo de investigación realizado, así como las limitaciones encontradas, las posibles líneas de estudio para seguir profundizando sobre el tema y las referencias bibliográficas empleadas.

3. Objetivos

El objetivo general que persigue el presente TFM es el disponer de criterios pedagógicos y tecnológicos claves para el diseño de actividades y experiencias significativas al aire libre, a través del uso de las tecnologías educativas de la realidad aumentada y la geolocalización, que permitan aumentar la motivación de los alumnos de Educación Primaria en el área de Ciencias Naturales, así como desarrollar valores ambientales, sociales y culturales con el patrimonio medioambiental que les rodea.

Para conseguir este propósito se abordarán las siguientes preguntas de estudio:

- Describir en profundidad estudios que hayan usado realidad aumentada y la geolocalización identificando sus características y sus resultados educativos en el aula de Educación Primaria.
- Analizar los valores que aporta la educación al aire libre en la enseñanza de las Ciencias Sociales a través de las didácticas inmersivas.
- Enumerar los criterios pedagógicos y tecnológicos se deben tener en cuenta en los diseños pedagógicos de actividades híbridas al aire libre.

4. Antecedentes y marco teórico

4.1. Realidad aumentada

La realidad aumentada es una tecnología de la información y la comunicación cuyos orígenes según Basogain et al. (2007) se sitúan a principios de los años noventa, al implementar la combinación de imágenes generadas por ordenador sobre la visión del mundo real que tiene el usuario. Esto fue posibles gracias al uso combinado de tecnología basada en ordenadores de procesamiento rápido, técnicas de renderizado de gráficos en tiempo real, y sistemas de seguimiento de precisión portables.

Esta tecnología ha sido definida por diversos investigadores, según Cobo y Moravec (2011, p. 105) la RA hace referencia a la “*visualización directa o indirecta de elementos del mundo real combinados (o aumentados) con elementos virtuales generados por un ordenador, cuya fusión da lugar a una realidad mixta*”. Por su parte, Estebanell, et al. (2012, p.136) la define como “*una tecnología que permite añadir información virtual sobre la realidad*”. Autores como Cabero (2013) o Gómez (2013) la definen como aquel entorno en el que se produce la integración de lo virtual y lo real.

Como lo hace notar Reinoso (2012), el uso de esta tecnología permite completar escenas del mundo real con información digital en diversos formatos (texto, imagen, audio, vídeo y modelos 3D), permitiendo de esta manera, mejorar la percepción y el grado de conocimiento de la realidad.

Son numerosas las tecnologías inmersivas que hacen uso de la realidad y virtualidad, por ello, recientemente se ha acuñado el término de Realidad Extendida (RE) para hacer referencia a la combinación de todos los entornos reales y virtuales, así como a las interacciones humano-máquina generados por computadoras y dispositivos tecnológicos (Gownder et al., 2016). El término RE engloba las siguientes tecnologías:

- **Realidad aumentada (RA):** esta técnica aumenta la propia realidad, combinando elementos del mundo real y del mundo virtual en tiempo real. Asimismo, el usuario no pierde el contacto con el mundo real, sino que también interactúa con la información virtual presentada (Basogain et. al, 2007).
- **Virtualidad aumentada (VA):** consiste en el reemplazo del mundo real por un mundo virtual (Cozar et al., 2015), en este mundo virtual se integran e interactúan personas u objetos en tiempo real. Esta integración se logra con el uso de diversas técnicas como la transmisión de vídeos o la digitalización tridimensional de objetos físicos.
- **Realidad virtual (RV):** a través de esta tecnología se diseñan simulaciones tridimensionales donde se proporciona información sensorial (imágenes, sonidos, vídeos...) con el fin de que el usuario perciba que está en un lugar virtual, en el cual experimentar actividades que no se pueden desarrollar de forma práctica en el mundo real (Saldaña, 2020).

De las distintas posibilidades que ofrece la realidad extendida, el presente trabajo se centra en las tecnologías referidas a la realidad aumentada. Para llevar a cabo el diseño y ejecución de experiencias inmersivas que hagan uso de experiencias inmersivas de RA es necesario el uso de dispositivos que, según autores como Di Serio, Ibáñez y Kloos (2013), deben presentar tres características:

1. Combinar objetos reales y virtuales en un entorno real.
2. Posibilitar la alineación de objetos reales y virtuales entre sí.
3. Llevar a cabo la ejecución de forma interactiva y en tiempo real.

Los requerimientos técnicos de los dispositivos de RA no son muy complejos, estos se encuentran presentes en la mayoría de dispositivos inteligentes como *tablets*, *smartphones*, ordenadores o consolas. Estos aparatos deben incluir una cámara que capte la imagen del entorno, un microprocesador para modificar la señal de vídeo, una pantalla donde se visualice la imagen captada combinada con el contenido digital, y un software de RA. Además, se puede hacer uso de elementos activadores de RA como códigos QR, marcadores, objetos o puntos geolocalizados que, al ser detectados por el sistema, producen la superposición de la información digital. (Reinoso, 2012).

Son numerosas las clasificaciones sobre las tecnologías y formas que se pueden englobar bajo el término de realidad aumentada. Por ejemplo, Portalés (2008) establece diferentes criterios para su catalogación como pueden ser: el entorno físico en que se desarrolla la aplicación (al aire libre o cerrados); la extensión que estos entornos abarquen (locales o ubicuos); la movilidad de los dispositivos de registro entre los que se distinguen los sistemas móviles y los sistemas espaciales; el número de usuarios que pueden interactuar simultáneamente con el sistema (individual o colaborativo) y el tipo de colaboración establecida para su uso, la cual puede ser presencial o remota.

Así mismo, Estebanell et al. (2012) ofrecen una clasificación de la RA según el tipo de reconocimiento que se efectúe, el cual puede ser de formas o de la posición. La RA basada en el reconocimiento de formas se basa en el procesamiento de una forma (marcadores, imagen u objeto) que realiza la cámara de un dispositivo haciendo aparecer un elemento virtual. Por otro lado, la RA basada en el reconocimiento de la posición está condicionada por la posición, orientación e inclinación del dispositivo móvil empleado para la presentación de los elementos virtuales de RA, para ello este tipo de tecnología requiere un dispositivo GPS, brújula, acelerómetros y conexión a internet (elementos incluidos en los móviles de última generación).

Otra forma de clasificar la tecnología inmersiva es según los niveles planteados por Lens-Fitzgerald (2009), quien clasifica la RA en niveles de acuerdo a los parámetros, las técnicas y la forma de trabajo empleada distinguiendo cuatro niveles (del 0 al 3).

- Nivel 0. Hiperenlace con el mundo físico, a través del uso de códigos reconocibles como los códigos *QR - Code Embed*.
- Nivel 1. RA basada en marcadores.
- Nivel 2. RA basada en el reconocimiento de imágenes u objetos (*markeless*).
- Nivel 3. RA basada en el uso de dispositivos de visión (*Smart Glasses*).

4.2. Geolocalización

La geolocalización es definida por Fambona y Vázquez-Cano (2017, p. 323) como “*la identificación de la posición de un dispositivo móvil en el espacio real*”. Esta tecnología se basa en la combinación de GPS (*Global Positioning System* o Sistema de Posicionamiento Global) con softwares de georreferenciación, que mediante un sistema de coordenadas marcadas por satélite permite la ubicación del usuario (en movimiento o en reposo) y posibilita la localización de puntos físicos de “interés” a su alrededor (González, 2014).

Son diversos los usos y aplicaciones que se pueden realizar con la tecnología de la geolocalización, tras el análisis de numerosos estudios y clasificaciones, Fambona y Vázquez-Cano (2017) diferencian 4 tipologías:

- Las aplicaciones geoposicionadoras.
- Las aplicaciones de realidad aumentada.
- Las aplicaciones de realidad aumentada geolocalizada.
- Las aplicaciones de realidad aumentada con enlaces a internet.

La primera clasificación de aplicaciones, **las geoposicionadoras** permiten situar un dispositivo con elevada precisión en un lugar geográfico según sus coordenadas terrestres “*location-specific*” (Klopfer y Sheldon, 2010). En ocasiones, se combinan el dato de la localización con un mapa superpuesto en línea, lo que posibilita añadir más información sin conexión real, y se completa con indicaciones sobre la distancia a un determinado objetivo. Este tipo de aplicaciones no requieren de conexión con la red de Internet, por lo que la geolocalización puede llevarse a cabo siempre que el dispositivo GPS no se oculte del campo de cobertura de los satélites geostacionales (Ababsa, *et al.*, 2012).

Por lo que respecta a las **aplicaciones de realidad aumentada**, estas se caracterizan por ser gestores superponedores de datos en una figura captada por la cámara de un dispositivo móvil, como puede ser un patrón o un código reconocible (QR) predefinidos, que sirven de soportes digitales para lanzar y añadir los datos o mensajes digitales superpuestos a la información real, o bien para ser el resultado de un enlace en tiempo real con sitios web. Estas acciones son independientes de la posición geográfica, por lo que Klopfer y Sheldon (2010) las denominan “*lightly localized*”.

Otro tipo diferente **de aplicaciones son las de realidad aumentada geolocalizada**, en ellas se combinan las dos tecnologías anteriores, de forma que permiten asociar contenidos digitales como imágenes, vídeos o audios a una ubicación geográfica física real, a través del uso de un dispositivo móvil (Gross y Fores, 2013). Para su funcionamiento se requiere de un espacio con cobertura GPS, y el reconocimiento de la figura o patrón que active la información de RA.

En la última categoría de aplicaciones, **las aplicaciones de realidad aumentada con enlace a internet**, los objetos son reconocidos por el dispositivo y comparados de forma instantánea con patrones o referencias de internet (Chen, Tseng y Peng, 2013). Este tipo de aplicaciones es común en algunas redes sociales caracterizadas por buscar personas u objetos con determinados rasgos, y mostrar su localización geográfica en tiempo real.

En los últimos años se han realizado numerosos estudios basados en el uso formativo de la geolocalización en diferentes disciplinas (Zecha, 2012; Hof, 2013; Frommhold, 2011; Koller, 2010). En ellos, uno de los usos educativos más extendidos de la geolocalización es el “*geocaching*” o búsqueda del tesoro geolocalizada, defino por Gründel (2013) como un juego de búsqueda de tesoros de alta tecnología que se juega en todo el mundo por buscadores de aventuras equipados con dispositivos GPS, la idea básica es ubicar contenedores ocultos, llamados geocachés, al aire libre y luego compartir sus experiencias en línea.

Siguiendo esta línea metodológica, para la creación de rutas educativas basadas en coordenadas GPS Zecha (2014) destaca tres aspectos que deben considerarse de forma independiente:

1. La integración de los diferentes contenidos de aprendizaje.
2. El diseño de la ruta o sendero educativo de GPS.
3. La composición de indicaciones sobre las estaciones con los contenedores de coordenadas en el propio entorno.

Es importante destacar que para la realización de actividades geolocalizadoras es necesario tener en cuenta aquellos aspectos técnicos que requiere la aplicación que se vaya a emplear, para que la situación de aprendizaje diseñada se llegue a efectuar de forma exitosa.

4.3. Educación al aire libre

Como lo hace notar Freire (2011) tanto la carencia del contacto con la naturaleza como la falta de momentos en espacios naturales en los ámbitos familiares y escolares pueden conllevar una serie de consecuencias indeseadas como la falta de movimiento, la fatiga sensorial, la aceleración permanente del ritmo de vida, llegando incluso a poder producir la infelicidad de los individuos.

Para paliar esta falta de contacto entre la vida educativa y los espacios naturales, han surgido distintas metodologías que sitúan el contexto educativo en espacios al aire libre, entre ellas se destacan vertientes como la Educación Basada en el Lugar (*Place-Based Education*) planteada por Sobel (2004), o la Educación al Aire Libre (*Outdoor Education*) estudiada por (Dahlgren y Szczepanski, 2007).

La primera de ellas, la educación basada en el lugar (Sobel, 2004) aboga por diseñar un plan de estudios para hacer que el aprendizaje basado en la escuela sea más relevante para la vida cotidiana, a través de un enfoque basado en los problemas locales. Esta metodología involucra a las personas en actividades dentro de su propia comunidad, que promuevan la creación de conocimientos y aprendizajes significativos. Por otra parte, busca la integración de los contenidos curriculares con los sistemas sociales, la historia y la interacción con la comunidad local. Además, pretende aunar el conocimiento conceptual, teórico y experimental, a través de la interacción del estudiante con el medio natural que habita, para fomentar sus capacidades de interpretación y análisis de los procesos y fenómenos naturales.

Además del desarrollo de estas habilidades, en un estudio bibliométrico realizado por Llopis (2016) sobre diferentes propuestas metodológicas al aire libre, se han reportado los siguientes beneficios del contacto educativo de los alumnos con la naturaleza:

- **Beneficios físicos y corporales:** mejora de la agilidad física y las habilidades motrices; fortalecimiento del sistema inmunológico; reducción del ritmo cardíaco; influencia positiva en enfermedades como el sobrepeso.
- **Beneficios psicológicos:** desarrollo de la sensación de paz; aumento de la relajación; disminución del estrés; aumento de la sensación de bien estar.
- **Beneficios académicos:** aumento de la concentración; mejora del desarrollo cognitivo; fomento de la creatividad e imaginación; favorece la sociabilización; fomenta la responsabilidad.

Las disciplinas o metodologías en espacios naturales, como bien señalan Delgado y Subires (2016) cuentan con un fuerte componente pedagógico, los elementos que conforman estos entornos pueden ser aprovechados para trabajar con el alumnado diferentes disciplinas como la Geografía, la Historia, la Educación Física y por su puesto la Ciencias Naturales y Sociales, lo que puede promover la motivación de los estudiantes hacia el estudio y el aprendizaje de estas áreas del conocimiento.

Semken (2005) ofrece un marco de los valores y ventajas que aporta la Educación basada en el lugar en el estudio de las Ciencias Sociales y Naturales.

- Se centra en la historia natural de un entorno.
- Atiende a los diversos significados que un lugar tiene para las personas.
- Incorpora investigaciones basadas en representaciones auténticas.
- Fomenta la pedagogía ecológicamente sostenible y culturalmente apropiada.
- Aumenta el "sentido de lugar" de los alumnos y profesores.

En la tarea educativa de diseñar experiencias formativas basadas en experiencias al aire libre, las nuevas tecnologías de la información se presentan como un valioso recurso. La primera tecnología presentada en este estudio, la realidad virtual, presenta una serie de funciones de reconocimiento de ubicación, que como bien señalan diversos estudios (Priestnall et al., 2010; Rosenbaum, Klopfer y Perry, 2006) la convierte en recurso idóneo para ser empleado en el diseño de contextos educativos localizados en espacios naturales, que permitan a los alumnos participar en actividades contextuales en espacios cercanos a ellos.

Por otro lado, en el caso de la tecnología geoposicionadora, también son numerosos los estudios que abalan su uso didáctico en espacios naturales (Zecha, 2012; Hof, 2013; Frommhold, 2011; Koller, 2010), ya que como señalan Fambona y Vázquez-Cano (2017), las características propias de esta tecnología, permiten el diseño de experiencias educativas de interacción y observación analítica del medio ambiente, que suponen una vinculación directa de los aprendizajes con el territorio próximo, haciendo posible la interrelación de los centros educativos con su entorno y comunidad (Gross y Fores, 2013).

4.4. Motivación

La motivación como bien expresan Marín, Cabero y Gallego (2018) es considerada una de las variables “claves” para el desarrollo académico, pero muchos docentes, como señalan Álvarez, González y García (2008), encuentran en su labor una falta de motivación por parte de sus alumnos, quienes están más preocupados por aprobar las distintas asignaturas que por aprender. Es por ello, que como expresan Huertas y Pantoja (2016) los docentes deben plantearse qué pueden hacer para mejorar la motivación y el interés de sus alumnos por el aprendizaje, ya que como afirma García (2015) una de las principales funciones realizadas por los docentes es el fomento de la motivación de los estudiantes hacia los contenidos y actividades del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Son diversos los autores que han definido la motivación como una variable cognitiva. Por ejemplo, Keller (1983, p.389) indica que la motivación se identifica con la magnitud y la dirección de la conducta, y se refiere a *“la elección que la persona hace en cuanto a lo que experimenta o las metas a las que se acercará o evitará, y el grado del esfuerzo que va a ejercer en ese aspecto”*. Otra definición es la ofrecida por Schunk (1996) quien identifica la motivación como una condición interna que activa, dirige y mantiene un comportamiento.

Desde el punto de vista de Valle et al. (2010, p.118), la motivación corresponde al *“conjunto de procesos implicados en la activación, dirección y persistencia de la conducta”*. Por ello, señalan como los principales indicadores para conseguir la motivación del alumnado el nivel de activación, el conjunto de posibilidades de acción y el concentrar la atención en la perseverancia de las tareas o actividades.

La motivación de las personas hacia la realización de tareas o la persecución de metas puede estar determinada por diversas variables. De acuerdo con Keller (1983), estas variables pueden ser de naturaleza intrínseca, es decir, internas del individuo; o de naturaleza extrínseca (externa). Atendiendo a esta clasificación, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, en las que se engloban las técnicas inmersivas como la RA y la geolocalización, son consideradas variables externas que pueden llegar a promover el desarrollo de la motivación en los estudiantes (Marín, Cabero y Gallego, 2018).

Estas tecnologías, como plantean Gross y Forés (2013), presentan las 4 características definidas por Paul Hamlyn Foundation (2012) *The 4Ps of EngagingActivities*, que debe presentar una actividad para conseguir la implicación del alumnado en su proceso de aprendizaje:

- *Placed* (ubicada). La actividad se sitúa en un mundo virtual y físico que el estudiante reconoce y quiere comprender.
- *Purposeful* (con significado). La actividad presenta aspectos prácticos e intelectuales que le permiten ser percibida como una actividad auténtica.
- *Passioned* (motivadora). La actividad capta la atención de alumnos y docentes, aumentando su implicación e interés en los contenidos de la tarea.
- *Pervasive* (persistente y englobadora). La actividad permite que el aprendizaje no se limite a los espacios del aula, sino que se pueda llevar a cabo en otros espacios, así como con otras personas.

4.5. Valores ambientales, sociales y culturales

Los valores son un constructo social definido por Guevara, Zambra y Evies (2007) como las construcciones humanas aprendidas por las personas en sus relaciones, de aquellas personas que le son significativas, es decir, los valores son adquiridos a través del proceso socializador de aquellos grupos a los que los individuos pertenecen (familiar, educativo, religioso, político, laboral, entre otros).

Conforme a esta línea de pensamiento, Parra y Pérez (2018) afirman que las personas reciben los valores y normas de su relación con la sociedad de la cual forman parte, pero a su vez, estos valores son asimilados de acuerdo con las inclinaciones y principios personales, para ser empleados en la nutrición o en el cambio del propio comportamiento.

Por otro lado, es importante destacar la diversidad de valores que las personas pueden llegar a adquirir y transmitir, desde el punto de vista de Frondizi (2015) los valores pueden ser agrupados en distintas categorías:

- Valores sensibles: placer, alegría.
- Valores cívicos: utilidad, capacidad, eficacia.
- Valores vitales: nobleza, salud, fortaleza, agilidad.

- Valores religiosos: sagrado, trascendente.
- Valores estéticos: belleza, elegancia, armonía.
- Valores intelectuales: verdad, conocimiento, evidencia.
- Valores morales: justicia, igualdad, honestidad, solidaridad, respeto.

Gran parte de los valores clasificados por este autor, pueden ser trabajados y desarrollados en los distintos procesos y etapas educativas de los alumnos. En la Educación Primaria, las distintas áreas del conocimiento trabajadas permiten la adquisición de distintos valores acordes a ellas; y en el caso del área de Ciencias Naturales, cuyos contenidos engloban el estudio del planeta Tierra y de los diversos seres y ecosistemas que conviven en él, propicia el desarrollo de una serie de valores en los estudiantes como son los ambientales, sociales y culturales con el medio físico.

De acuerdo con Parra y Pérez (2018), los valores ambientales son los valores preponderantes para cuidar de la calidad ambiental planetaria y garantizar la perpetuidad de la especie humana. La ética ambiental reivindicada por Leff (1998), define los valores ambientales manifestados en comportamientos humanos en armonía con la naturaleza, basados en principios de una vida democrática y en valores culturales que den sentido a la existencia igualitaria del ser humano.

En el proceso de adquisición de valores que se produce en la educación, las tecnologías de la información y la comunicación, pueden ser un gran instrumento para la transmisión de valores. Debido a sus características de integración de espacios físicos y mundos virtuales interactivos, la RA y la geolocalización se presentan como unas tecnologías idóneas para el desarrollo de valores ambientales, sociales y culturales.

Desde el Máster de Educación y TIC de la Universitat Oberta de Catalunya se promueve en el alumnado docente la investigación, reflexión y el diseño de experiencias educativas que integren las nuevas tecnologías de la educación, que desarrollen la adquisición de competencias digitales y fomenten el compromiso ético y la responsabilidad social de los alumnos. En esta responsabilidad social se incluyen los valores ambientales, sociales y culturales hacia el patrimonio medioambiental que este TFM pretende analizar para su desarrollo en el alumnado de Educación Primaria.

5. Análisis y discusión del tema

5.1. Ventajas del aprendizaje híbrido en Educación Primaria

El uso combinado de las tecnologías de la realidad aumentada y la geolocalización permite coordinar elementos del mundo real y virtual, dando lugar a la posibilidad de diseñar experiencias educativas inmersivas que fomenten los procesos de aprendizaje híbridos, pero ¿qué ventajas presenta este tipo de aprendizaje frente al aprendizaje tradicional en Educación Primaria?

Leiva y Moreno (2015) señalan a la RA como un factor de innovación docente en la construcción emergente de una “*Educación Personalizada*” cuyo objetivo sea dar respuesta a las necesidades personales de aprendizaje del alumnado, el cual puede desarrollarse a través del diseño de un estilo híbrido de aprendizaje más avanzado y creativo. Estudios recientes señalan la transformación de la pedagogía en una disciplina dinámica, centrada en las nuevas y diversas formas de enseñar y aprender resultantes de los cambios tecnológicos que se generan año tras año (Yuen, Yaoyuneyong y Johnson, 2013).

El fenómeno de inmersión o convivencia con la virtualidad que se produce con la recreación de figuras que surgen sobre determinadas imágenes, o con la geolocalización de objetos y coordenadas, permiten la creación y manipulación de nuevos objetos de aprendizaje, con los cuales los alumnos pueden llegar a tener experiencias más reales y significativas (Kamarainen et al., 2012).

Los objetos de aprendizaje resultante de las disciplinas pedagógicas basadas en el uso de las tecnologías inmersivas y localizadoras, como afirman Leiva y Moreno (2015), se caracterizan por los siguientes cuatro aspectos:

En primer lugar, la RA aporta inmediatez e interactividad intuitiva en el aprendizaje del alumnado, lo que permite una mayor rapidez en la asimilación de procedimientos de aprendizaje, un incremento de la motivación intrínseca, así como un mayor desarrollo en los procesos de búsqueda de respuesta pedagógicas múltiples y creativas (Di Serio, Ibáñez y Kloos, 2013).

En segundo lugar, el uso didáctico de la RA y la geolocalización permiten un desarrollo cognitivo divergente, basado en actividades prácticas en la que los alumnos aprenden haciendo y planteando distintas fórmulas para la resolución de problemas y actividades prácticas.

En tercer lugar, el aprendizaje híbrido supone una nueva concepción de los roles de los agentes involucrados en el proceso educativo. El rol de los docentes, para adaptarse a las nuevas realidades educativas debe transformarse y adquirir nuevas competencias docentes que desarrollen estrategias y funciones tales como guiar, investigar, gestionar, diseñar, dinamizar, colaborar y evaluar los procesos formativos del alumnado (Guitert y Romeu, 2019), ofreciéndoles las herramientas necesarias para generar aprendizajes significativos relevantes y funcionales.

Por lo que respecta al rol del alumnado, las nuevas generaciones de estudiantes nativas digitales procedentes de una cultura audiovisual y tecnológica, traen consigo nuevas formas de adquirir el aprendizaje. Estos nuevos modelos de aprendizaje se caracterizan por seguir un rol participe, activo, creativo, reflexivo y colaborativo en la construcción del conocimiento, donde las TIC tienen una presencia importante.

En cuarto lugar, estas tecnologías presentan un carácter globalizador y holístico, ya que el contexto de las actividades de aprendizaje que fomentan tiene un sentido continuo de desarrollo. Los espacios donde tienen lugar las actividades pueden ser vistos como laboratorios con unas variables mejor contraladas por los pedagogos.

En definitiva, como bien señalan Dunleavy y Dede (2014) el diseño de escenarios de enseñanza y aprendizaje más interactivos es la raíz y esencia del proceso educativo basado en las tecnologías inmersivas y/o geolocalizadas, que proporcionan formas alternativas de acceder al conocimiento desde cualquier campo, fomentando competencias y valores como la cooperación (Kaufmann y Schmalstieg, 2003), al aportar en el alumnado mayor grado de innovación y sorpresa.

Autores de diferentes ámbitos y disciplinas han investigado y analizado los usos educativos de la RA y la geolocalización en diferentes áreas del conocimiento como la medicina, el diseño, el entretenimiento, el turismo o los juegos en red, y por su puesto, en la educación.

A nivel educativo, el aprendizaje inmersivo permite crear materiales y recursos didácticos de diferentes áreas del conocimiento que posibilitan la interacción de los discentes con objetos en tres dimensiones, animaciones y elementos que les permitan comprender mejor los contenidos curriculares, lo que dota a estas tecnologías de un indudable valor pedagógico (Morales y Sánchez, 2017).

Este valor pedagógico ha sido analizado en las diversas etapas educativas, incluida la Educación Primaria, etapa en la que numerosos estudios (Di Serio, Ibáñez y Kloos, 2013; Diaz, Hincapié y Moreno, 2015; Akçayira, Akçayır, Pektaşç y Ocakb, 2016; Morales y Sánchez, 2017) han mostrado que la RA y la geolocalización conllevan diversas ventajas educativas, entre ellas Cozar et al. (2015) destacan las siguientes:

- **Progreso evolutivo** en distintas habilidades como las cognitivas, espaciales, perceptivo-motoras y temporales en los estudiantes, indistintamente de su edad y nivel académico.
- Reforzamiento de las **capacidades de atención**, concentración y razonamiento lógico.
- Mejora de los **procesos memorísticos** tanto de la memoria inmediata (corto plazo) como de la memoria mediata (largo plazo), en sus formas visuales y auditivas.
- **Activación de los aprendizajes**, al desarrollar trabajos activos y conscientes que permiten desarrollar habilidades de confirmación, refutación o ampliación del conocimiento.
- **Generación de nuevas ideas**, sentimientos u opiniones relacionadas con el mundo real al que se vinculan las experiencias educativas.
- Desarrollo de **procesos reflexivos** y pensamientos críticos al explicar los fenómenos menos observados o brindar soluciones a problemas específicos.
- Construcción de un **entorno comunicativo eficaz**, al reducir en los alumnos la incertidumbre del conocimiento acerca de un objeto.
- Aumento de las **actitudes positivas** de los estudiantes ante el aprendizaje, reforzando competencias como la independencia, la iniciativa, el autocontrol o el trabajo independiente.
- **Incremento de la motivación** y el interés de los discentes hacia los objetos de estudio.

5.2. Uso de la RA y la geolocalización en la educación al aire libre

Las características propias de las tecnologías de la RA y la geolocalización posibilitan la creación de actividades formativas fuera del aula, lo que según Zapata (2015) contribuye a que los aprendizajes sean realmente significativos y situados. Es por ello, que estas actividades inmersivas al aire libre son unas estrategias didácticas competentes para el desarrollo de actividades relacionadas con las ciencias naturales y experimentales, que permitan acercarse y estimular el conocimiento del patrimonio natural y cultural (López y Segura, 2013).

Las actividades basadas en estas tecnologías facilitan la asimilación de los procesos de aprendizaje, incrementan la motivación y posibilitan el pensamiento divergente desarrollando proceso de búsqueda de respuestas creativas y originales, a los problemas prácticos que se pueden presentar sobre el terreno, y por ello, como afirman Bacca et al. (2015) las actividades basadas en el uso de estas herramientas aportan una mayor interactividad significativa con los espacios en los que se desarrollan los aprendizaje.

Gracias a los avances digitales y educativos de las TIC, los docentes de hoy en día cuentan con una variedad de recursos, herramientas y aplicaciones que posibilitan el diseño de propuestas formativas en las que se empleen las tecnologías inmersivas y geolocalizadas, para la elaboración de actividades de aprendizaje situadas en contextos naturales al aire libre. Entre la gran variedad de estas aplicaciones autores como Leiva y Moreno (2015) o Moreno (s.f.) destacan las posibilidades didácticas de herramientas como las siguientes.

5.2.1. Aplicaciones de Realidad Aumentada

1. Metaverse. Esta aplicación permite crear experiencias educativas interactivas con contenidos de RA de forma sencilla e intuitiva. Entre los recursos de diseño que ofrece se encuentran juegos de gamificación, búsquedas del tesoro, murales interactivos, trivias, puzzle mentales y experiencias educativas geolocalizadas, en las que la realidad aumentada puede ser visualizada por el usuario a través del navegador que ofrece la propia aplicación. Más información disponible en: <https://studio.gometa.io/learn>

2. Augmented. Con esta herramienta es posible el diseño de entornos aumentados a partir de un marcador, del cual se despliegan los elementos virtuales en 3D. Gratuitamente se ofrecen diversos recursos de la galería del programa, y en su versión de pago se ofrece la posibilidad de incorporar cualquier tipo de archivo en tres dimensiones, y en una variedad de formatos distintos. Más información disponible en: <https://www.augment.com/>

3. Actionbound. Esta aplicación, disponible en inglés y alemán, permite la creación de búsquedas del tesoro interactivas basadas en entornos virtuales aumentados, con el uso de coordenadas GPS, códigos y misterios pre-colocados. Además, permite la inclusión de mapas, brújulas, imágenes, imágenes, videos, cuestionarios, misiones, torneos, códigos QR y mucho más para crear divertidas aventuras digitales basadas en localizaciones del mundo real. Más información disponible en: <https://en.actionbound.com/>

4. Augmentaty. La web Augmentaty ofrece diversos recursos de RA:

- **Creator.** Se trata de un software que permite la creación de proyectos de RA. Es gratuito, descargable y fácil de usar, ofrece la posibilidad de generar escenas de RA con archivos 3D con o sin animación e incluir fotos, vídeos, textos, links o incluso rutas con geolocalización. Las escenas de RA creadas pueden ser visualizadas a través de la app Scope.
- **Scope.** Es una app gratuita y disponible para IOS y Android, a través de la cual se pueden ver los contenidos creados con la aplicación Creator y publicados en la Comunidad Aumentaty.
- **Comunidad Aumentaty.** Esta comunidad mundial es un espacio donde los usuarios pueden crear y compartir proyectos de RA, así como utilizar, editar y compartir los proyectos de otras personas. Esta comunidad posibilita que cualquier persona pueda seguir, interactuar y valorar los proyectos de otros usuarios, permitiendo la cooperación en la elaboración de contenidos.

Más información disponible en: <http://www.aumentaty.com/community/es/>

5. WallaMe. es una aplicación gratuita para iOS y Android que permite a los usuarios ocultar y compartir mensajes en el mundo real utilizando la RA. Los usuarios pueden tomar una foto de una superficie a su alrededor y escribir, dibujar y agregar pegatinas y fotos en ellos. Más información disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wallame&hl=es&gl=US>

5.2.2. Aplicaciones de geolocalización

1. GmapGIS. Este servicio online posibilita añadir y ampliar la información a los mapas de Google Maps, permitiendo incluir diversos elementos, datos, anotaciones y compartir los resultados a través de una dirección url. Además, es posible incluir marcadores de posición, etiquetas e información en formato km, de manera que pueda ser utilizada para la creación de itinerarios y rutas digitales al aire libre. Mas información disponible en: <https://gmapgis.com/>

2. Eduloc. Esta aplicación permite a profesores, alumnos y familias crear itinerarios educativos, geolocalizar lugares y escenarios en el mapa, e incluir en los mapas informaciones descriptivas a modo de imágenes, vídeos o preguntas tipo test. Esta herramienta ha sido diseñada en la Fundación Itinerarium, por alumnos de secundaria de institutos de diferentes lugares como Badalona, Buenos Aires y Tenerife, con el objetivo de introducir el trabajo con dispositivos geoposicionadores en el trabajo de proyectos sobre el territorio. Más información disponible en: <http://eduloc.net>

3. Up2Maps. Esta aplicación en línea, creada por la empresa barcelonesa MapGenia, permite diseñar mapas interactivos y temáticos, la creación de rutas e itinerarios, así como buscar ubicaciones a través del uso de coordenadas. Presenta una interfaz sencilla e intuitiva que permite compartir los mapas generados a través de códigos embebidos para ser insertados en otras herramientas digitales compatibles. Más información disponible en: <http://sites.up2maps.net/up2maps-docs>

4. Arcgis Story Maps. Esta herramienta digital de ESRI permite la narración de una historia a partir de la creación de secuencias narrativas lineales basadas en localizaciones de lugares, con la posibilidad de insertar elementos audiovisuales como textos, imágenes y contenido multimedia. Para la visualización de las historias los usuarios deben de hacer un recorrido a través del itinerario geolocalizado diseñado, para examinar el contenido interaccionando con el mapa o usando la galería de vistas en miniatura disponible en la propia aplicación. Más información disponible en: <https://storymaps.arcgis.com/>

5. My Maps. Con esta herramienta Google ofrece la posibilidad de crear mapas interactivos dinámicos, en los cuales se permite trazar itinerarios, seleccionar secciones de territorio, añadir información en diferentes formatos multimedia, e insertar marcadores de posición de una manera sencilla y práctica. Más información disponible en: <https://www.google.com/maps/d/u/0/>

5.3. Criterios pedagógicos y tecnológicos a tener en cuenta en los diseños pedagógicos de actividades híbridas al aire libre.

Tras el análisis de los resultados obtenidos en los diversos estudios educativos en los que se ha analizado el uso de las tecnologías inmersivas de RA y geolocalización, así como sus beneficios y usos que aportan en el diseño de experiencias de aprendizaje al aire libre, se presenta una serie de recomendaciones sobre los criterios pedagógicos y tecnológicos que se consideran imprescindibles para abordar actividades híbridas al aire libre de forma exitosa.

En primer lugar, para el diseño de experiencias formativas al aire libre es conveniente seleccionar aquellos espacios naturales que dispongan de unas características y recursos propios, que puedan ser relacionados con los contenidos curriculares de la etapa educativa correspondiente. De esta manera, las actividades formativas desarrolladas en estos entornos pueden llegar ser auténticas y significativas para el alumnado. Los espacios naturales, aunque pueden ser relacionados con los contenidos de diversas áreas, presentan unas características idóneas para la enseñanza de las Ciencias naturales (Delgado y Subires, 2016).

Por otro lado, es importante diseñar experiencias formativas en base a objetivos y competencias relacionadas con la adquisición de valores ambientales, que fomenten la implicación del alumnado con la naturaleza, ya que esta clase de valores, los ambientales, en palabras de Parra y Pérez (2018, p.155) *“son los preponderantes para garantizar la perpetuidad de la especie humana y la calidad ambiental planetaria”*.

Otro aspecto sustancial a la hora de diseñar este tipo de experiencias es escoger aquellas herramientas digitales más adecuadas para la realización de actividades inmersivas de RA y/o geolocalizadas. Para ello, se deben tener en cuenta diversos aspectos como:

- Los objetivos y competencias que se buscan alcanzar.
- Los recursos tecnológicos necesarios para el uso de las tecnologías.
- Las características académicas y evolutivas del alumnado.
- Las características propias del contexto.

También, es fundamental señalar que para el uso de las tecnologías de RA y geolocalización en espacios naturales, es necesario tener en cuenta las herramientas y dispositivos de los que dispone el centro y/o el alumnado para el desarrollo de estas tecnologías, como pueden ser los dispositivos móviles inteligentes,

así como, los elementos activadores de las tecnología, como marcadores de posición, códigos o formas, los cuales deben ser integrados en el diseño de la ruta o sendero educativo de las actividades propuestas (Zecha, 2014).

Además, es preciso verificar que los espacios en los que se quiere llevar a cabo la instrucción, se disponen aquellos recursos requeridos para el uso de estas tecnologías, como puede ser la conexión a internet o la cobertura de GPS.

Con la intención de implicar a los alumnos en el desarrollo de las actividades, es relevante incluir aspectos motivadores que fomenten su curiosidad, y el afán de generar más conocimientos. Para ello, es importante fomentar la interactividad, una manera de trabajar activa y participativa, que dote de sentido y relevancia a los procesos de construcción de los aprendizajes.

Un último aspecto que es valioso destacar son las posibles limitaciones o problemas que el uso de estas tecnologías puede presentar. En este sentido autores como Lin et al. (2011) afirman que los estudiantes pueden encontrar complicada la RA, y que a menudo se encuentran con problemas técnicos asociados a su uso. Sobre este inconveniente, Squire y Jan (2007) señalan que, sin una interfaz bien diseñada y una guía de los estudiantes, la RA puede llegar a ser demasiada complicada para ser utilizada por el alumnado. Otros autores, como Wu et al. (2012) indican que los dispositivos que ofrecen aplicaciones de RA pueden causar problemas técnicos adicionales.

Además de las limitaciones técnicas que la RA puede ocasionar, Muñoz-Cristobal et al. (2015) indican que en ocasiones el empleo didáctico de la RA puede llegar a requerir de un tiempo adicional excesivo para ser empleada de manera efectiva en la educación.

Teniendo en cuenta estas consideraciones y criterios técnicos y pedagógicos, es relevante promover los estudios y análisis sobre el uso formativo de estas tecnologías en contextos educativos que permitan superar estos inconvenientes y limitaciones, fomentando así la creación de precedentes y buenas prácticas educativas que permitan a los docentes emplear estas herramientas en el diseño y ejercicio de experiencias educativas inmersivas que desarrollen la motivación hacia el aprendizaje de los contextos formativos naturales, y la adquisición de valores ambientales, culturales y sociales.

5.3. Aspectos de compromiso ético y responsabilidad social de las tecnologías inmersivas

La educación, según Ramírez (2011) es un fenómeno complejo en que el docente no solo tiene la tarea de transmitir conocimientos, sino que la función docente debe contener un compromiso ético que promueva en su alumnado un conjunto de procesos de cambio, en congruencia con la diversidad y las demandas sociales.

Esta responsabilidad social que el docente debe promover en su alumnado, puede ser tratado y desarrollado desde el trabajo de competencias (digital, funcional, social, cultural, económica, política, lingüística, de género, etc.) que les permita dar respuesta a la diversidad de las demandas sociales de hoy en día.

La UNESCO en su informe de *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible* (2017), desarrolla una serie de objetivos de aprendizaje a desarrollar con el alumnado para poder llegar a conseguir el objetivo general propuesto para la Agenda Mundial de Educación 2030 de "*garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos*" (UNESCO, 2017 preámbulo).

Entre los objetivos de aprendizaje para el desarrollo sostenible propuestos por la UNESCO (2017) se encuentra, el cuidado de la vida en ecosistemas terrestres. Este objetivo está muy ligado al desarrollo de la competencia cultural, basada en los valores ambientales, sociales y culturales expuestos, la cual puede ser fomentada a través del uso pedagógico de las tecnologías inmersivas de la RA y la geolocalización en entornos naturales al aire libre, que acerquen al estudiante a estos paisajes, fomentando su conocimiento y compromiso de protección hacia ellos.

Esta educación en competencias y valores sostenibles es imprescindible y necesaria en la educación de los futuros ciudadanos, porque como afirman Garza y Patiño (2000, p. 25) "*una educación en valores es necesaria para ayudarnos a ser mejores personas en lo individual y mejores integrantes en los espacios sociales en los que nos desarrollamos*". Siguiendo este planteamiento Cortina (2009) defiende la existencia de un proceso de aprendizaje, donde los valores condicionan su existencia, siendo afectados por los procesos emocionales, sentimentales, cognitivos, y por supuesto, educativos.

6. Conclusiones

Como se ha podido comprobar a lo largo de este trabajo los diversos estudios educativos de RA y geolocalización avalan el potencial didáctico de estas tecnologías, las cuales al aunar contenidos del mundo virtual y del mundo real, son idóneas para el desarrollo de actividades formativas híbridas en contextos naturales, que acerquen al alumnado al conocimiento de los contenidos curriculares de las Ciencias Naturales en la etapa de Educación Primaria, de una manera activa y participativa, despertando su motivación, y la adquisición de valores ambientales que promuevan el compromiso con el cuidado y la conservación del medio ambiente, una de las competencias señaladas por las UNESCO (2017), para su Agenda Mundial de Educación 2030.

De esta manera, se ha podido llevar a cabo la hipótesis planteada de disponer de criterios pedagógicos y tecnológicos claves para el diseño de actividades y experiencias significativas al aire libre. Entre estos criterios se destacan la vinculación de los entornos naturales con los contenidos curriculares del área de Ciencias Naturales; la selección de herramientas y dispositivos tecnológicos conforme a los objetivos propuestos, las características del alumnado, los medios de los que se disponen y las características contextuales de los espacios naturales que enmarcan las actividades; así como la importancia de dotar de significado a la formación a través de actividades reales y manipulativas que despierten la motivación de los alumnos hacia el aprendizaje y la vinculación de los espacios naturales, que les permita desarrollar valores ambientales, sociales y culturales con el medio que les rodea.

7.Limitaciones

Entre las limitaciones planteadas por autores sobre estas tecnologías, se señalan la complejidad y los fallos técnicos de algunas aplicaciones, el desconocimiento de uso por parte de los alumnos, así como la gran inversión de tiempo que pueden llegar a requerir en ocasiones el diseño de actividades de RA o geolocalización.

8. Líneas futuras de trabajo

Respecto a las futuras líneas de trabajo de la RA y la geolocalización, se señala la necesidad de la creación de precedentes y nuevas prácticas educativas que subsanen estas limitaciones y fomenten su uso educativo en contextos al aire libre.

9. Referencias bibliográficas

- Ababsa, F., Zendjebil, I., Didier, J., Pou-deroux, J. y Vairon, J. (2012). Outdoor Augmented Reality system for geological applications. *IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM)*. Kaoh-siung, Taiwan, 416-421.
- Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. y Ocak, M. (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.
- Álvarez, B., González, C. y García, N. (2008). La motivación y los métodos de evaluación como variables fundamentales para estimular el aprendizaje autónomo. *Revista de Docencia Universitaria*, 2, 1-12.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., y Graf, S. (2015). Mobile augmented reality in vocational education and training. *Procedia Computer Science*, 75, 49-58.
- Bailie, P. (2012). *Connecting children to nature: a multiple case study of nature center preschools*. University of Nebraska-Lincoln.
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Roueche, C. y Olabe, J. (2007): *Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente*. [En línea]. http://www.anobium.es/docs/gc_fichas/doc/6CFJNSalrt.pdf
- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A. y Feder, M. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. Washington, D.C.: National Academies Press. <http://www.nap.edu/catalog/12190.html>
- Cabero, J. y 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>
- Cheng, K. y Tsai, C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449- 462.
- Chen, L., Tseng, C. y Peng, Y. (2013). *Recognition system based on Augmented Reality and remote computing and related method thereof*. Patent Application No. 13/401,859.

- Cobo, C. y Moravec, J. (2011). *Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. Colección Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.
- Corraliza, J. y Collado, S. (2011). La naturaleza cercana como moderadora del estrés infantil. *Psicothema*, 23 (2), 221-226.
- Cortina, A. (2009). *El mundo de los Valores. Ética mínima y educación*. Editorial El Búho, LTDA.
- Cozar, 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. <https://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/11622>
- Dahlgren, L., y Szczepanski, A. (2007). *Outdoor Education. Literacy education and sensory experience*. Linköping University y Kinda Education Center.
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323, 66-69.
- Delgado, P. y Subires, M.P. (2016). Desarrollo de competencias geoespaciales en educación al aire libre: ejemplo de aplicación en Linköping (Suecia). *La investigación e innovación en la enseñanza de la Geografía*. San Vicente del Raspeig: Universidad de Alicante. ISBN 978-84-16724-07-9, pp. 511-528. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/54115/1/Congreso-Didactica-Geografia-2015_38.pdf
- Diaz, C., Hincapié, M. y Moreno, G. (2015). How the Type of Content in Educative Augmented Reality Application Affects the Learning Experience. *Procedia Computer Science*, 75, 205-212. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.239>
- Di Serio, A., Ibáñez, M. y Kloos, C. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596. <http://doi:10.1016/j.compedu.2012.03.002>
- 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.

- Estebanell, M., Ferrés, J., Cornellas, P. y Codina, D. (2012). Realidad aumentada y códigos QR en educación. *Tendencias emergentes en educación con TIC*, 135-157. Espiral. [https://ciberespiral.org/tendencias/Tendencias emergentes en educacin con TIC.pdf](https://ciberespiral.org/tendencias/Tendencias_emergentes_en_educacin_con_TIC.pdf)
- Fambona, 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. <https://doi.org/10.5944/educXX1.19046>
- Freire, H. (2010). La escuela es el bosque. *Cuadernos de Pedagogía*. 407, 72-75.
- Freire, H. (2011). *Educar en verde: Ideas para acercar a niños y niñas a la naturaleza*. Grao.
- Frommhold, A. y Mewes, D. (2011). Mediale Bildungspfade. Spielen und Erleben mit digitalen Medien. *Pädagogische Konzepte und praktische Anleitungen*. Rheinhardt-Ernst Verlag, 82-103.
- Fronidzi, R. (2015). *¿Qué son los valores? Introducción a la axiología*. Colección Breviarios. Fondo de Cultura Económica.
- García, C. y Pérez, F. (2010). Aplicaciones de Realidad Aumentada como apoyo a la Educación en niños con Hiperactividad. *Universidad de Colima*. Recuperado de: <http://www.slideshare.net/conlili31/realidad-aumentada-7177272>
- García, J. (2015). La motivación, el punto clave de la educación: curso de cocina rápida. *Universidad de Burgos*.
- Garza, T. y Patiño, G. (2000). *Educación en Valores*. Editorial Trillas.
- Gómez, M. (2013). Educación Aumentada con Realidad Aumentada. *En 3er Congreso Internacional sobre Buenas Prácticas con TIC en la Investigación y la Docencia*. Universidad de Málaga. 23-25 de octubre de 2013.
- González, M. (2014). *M-learning y realidad aumentada como recursos didácticos en la educación patrimonial* [Trabajo de Fin de Máster de Educación, Universitat de Barcelona]. Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona. <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/59451>
- Gownder, J., Voce, C., Mai, M. y Lynch, D. (2016). *Breakout Vendors: Virtual And Augmented Reality*. Forrester Research.

- Gros, B. y Forés, A. (2013). El uso de la geolocalización en educación secundaria para la mejora del aprendizaje situado / Using geolocation in secondary education to improve situated learning: analysis of two case studies. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC*, 12(2), 41-53. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4524486>
- Gründel, M. (2013). *Geocaching. Alles rund um die moderne Schatzsuche*. Welter Verlag.
- Guevara, B., Zambrano, A. y Evies, A. (2007). ¿Para qué educar en valores? *Revista Educación en Valores*. Universidad de Carabobo, 1(7), 150-163.
- Guitert, M. y Romeu, T. (2019). *Estrategias para la docencia en línea*. [En línea] Universitat Oberta de Catalunya.
- Hof, A. y Michel, E. (2013). Promoting Spatial Thinking and Learning with Mobile Field Trips and eGeo-Riddles. *Creating the GISociety*. Wichmann, 378-387.
- Huertas, A. y Pantoja, A. (2016). Efectos de un programa educativo basado en el uso de las TIC sobre el rendimiento académico y la motivación del alumnado en la asignatura de tecnología de educación secundaria. *Educación XX1*, 19(2), 229-250. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70645811009>
- Kamarainen, A., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutweiler, M. y Dede, C. (2012). Ecomobile: Integrating augmented reality and probe ware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556.
- Kaufmann, H. y Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*, 27(3), 339-345. [https://doi.org/10.1016/S0097-8493\(03\)00028-1](https://doi.org/10.1016/S0097-8493(03)00028-1)
- Keller, J. (1983). Motivational design of instruction. *Instructional-design theories and models: An overview of their current status* (386–434). Lawrence Erlbaum Associates.
- Klopfer, E. y Sheldon, J. (2010). Augmenting your own reality: Student authoring of science-based augmented reality games. *New Directions for Youth Development*, 128, 85-94.
- Koller, A. (2010). Geocaching – Ein Impuls für den GW-Unterricht. *GW- Unterricht*, 119, 1- 10.

- Leff, E. (1998). *Saber ambiental: sostenibilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de México.
- Leiva, J. y Moreno, M. (2015). Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas didácticas. *Didáctica, Innovación y Multimedia*, 31. <http://dim.pangea.org/revista31.html>
- Lens-Fitzgerald, M. (2009). Augmented Reality Hype Cycle. <http://www.sprxmobile.com/the-augmented-realityhype-cycle>
- Lin, H., Hsieh, M., Wang, C, Sie, Z. y Chang, S. (2011). Establishment and usability evaluation of an interactive AR learning system on conservation of fish. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(4), 181-187.
- Llopis, P. (2016). *Los beneficios de poner en contacto a los niños con la naturaleza* [Trabajo de Fin de Grado de Educación, Universidad de Valencia]. Roderic, repositorio de la Universidad de Valencia. <https://roderic.uv.es/handle/10550/66447>
- López, F. y Segura, J. (2015). Los itinerarios didácticos: un recurso interdisciplinar y vertebrador del curriculum. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 6(12), 15-31.
- Louv, R. (2008). *The Last Child in the Woods. Saving our children from Nature-Deficit Disorder*. Algonquin Books.
- Louv, R. (2012). *The nature principle: Reconnecting with life in a virtual age*. Algonquin Books.
- Marín, V., Cabero, J. y Gallego, Ó. (2018). Motivación y realidad aumentada: Alumnos como consumidores y productores de objetos de aprendizaje. *Aula abierta*, 47(3), 337-346. <https://doi.org/10.17811/rifie.47.3.2018.337-346>
- Martin, F. y Ertzberger, J. (2013). Here and now mobile learning: An experimental study on the use of mobile technology. *Computers & Education*, 68(0), 7685. <http://doi:10.1016/j.compedu.2013.04.021>
- Morales, T. y Sánchez, J.M. (2017) Realidad Aumentada en Educación Primaria: efectos sobre el aprendizaje. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 16(1) <http://dx.medra.org/10.17398/1695-288X.16.1.79>
- Moreno, N. (s.f.). Realidad aumentada y otras tecnologías emergentes en educación, formación y logopedia. [En línea]. *Universidad de Málaga*.

- Muñoz-Cristobal, J., Jorin-Abellan, I., Asensio-Perez, J., Martinez-Mones, A., Prieto, L. y Dimitriadis, Y. (2015). Supporting teacher orchestration in ubiquitous learning environments: A study in primary education. *Learning Technologies, IEEE Transactions on Learning*, 8(1), 83-97.
- Parra, Y. y Pérez, G. (2018) Innovación educativa para la consolidación de valores ambientales en educación primaria. *Memoria III Congreso internacional de investigación cualitativa Dr. Adolfo Calimán*. Universidad Dr. José Gregorio Hernández, 150-163. <http://ujgh.edu.ve/wp-content/uploads/2021/03/Memoria-III-Congreso-Investigacion-Cualitativa-UJGH-1.pdf#page=150>
- Portalés, C. (2008): *Entornos multimedia de Realidad Aumentada en el campo del Arte*. [Tesis Doctoral de Educación, Universidad Politécnica de Valencia]. Universidad Politécnica de Valencia. <http://riunet.upv.es/handle/10251/3402>
- Priestnall, G., Brown, E., Sharples, M., y Polmear, G. (2010). *Augmenting the field experience: A student-led comparison of techniques and technologies*. E. Brown.
- Ramírez, I. (2011). El compromiso ético del docente. *Revista iberoamericana de Educación*, 55(2). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3688213>
- Reinoso, R. (2012). Posibilidades de la Realidad Aumentada en Educación. *Tendencias emergentes en educación con TIC*, 175-196. Espiral. https://ciberespinal.org/tendencias/Tendencias_emergentes_en_educacin_con_TIC.pdf
- Rosenbaum, E., Klopfer, E., y Perry, J. (2006). On location learning: Authentic applied science with networked augmented realities. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 31-45. <http://doi:10.1007/s10956-006-9036-0>
- Saldaña, M. (2020). Propuesta de mejoramiento en el proceso de enseñanza y aprendizaje de tecnología en saneamiento ambiental mediante la herramienta de realidad virtual. [En línea]. *Universidad Distrital Francisco José De Caldas*. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/26026>
- Schunk, D. (1996). Motivation in Education: Current Emphases and Future Trends. *Mid-Western Educational Researcher*, 9, 5-11
- Semken, S. (2005). Sense of place and place-based introductory geoscience teaching for American Indian and Alaska Native undergraduates. *Journal of Geoscience Education*, 53(2), 149–157.

- Sharples, M. (2005). Disruptive devices: mobile technology for conversational learning. *International Journal of Continuing Engineering Education and Lifelong Learning*, 12(5-6).
- Sobel, D. (2004). *Place-based education: Connecting classrooms & communities*. Orion Society. Nature Literacy Series.
- Sotiriou, S. y Bogner, F. X. (2008). Visualizing the invisible: Augmented reality as an innovative science education scheme. *Advanced Science Letters*, 1(1), 114-122.
- Squire, K. y 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.
- Taylor, A. y Kuo, F. (2006). Is contact with nature important for healthy child development? State of the evidence. *Children and their environments: Learning, Using and Designing Spaces*. Cambridge University Press. 124-140.
- UNESCO, (2017). *Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivos de aprendizaje*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura.
- Valle, A., Nuñez, J., Rodríguez, S. y González-Punariéga, S. (2010). La motivación académica. En J. A. González-Pienda, R. González-Cabanach, J. C. Nuñez y A. Valle (Coord.), *Manual de Psicología de la Educación* (117-144). Pirámide.
- Wu, H., Lee, S., Chang, H. y Liang, J. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.
- Wu, W., Wu, Y., Chen, C. Kao, H., Lin, C. y Huang, S. (2012). Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis. *Computers & Education*, 59(2), 817-827.
- Yoon, S., Elinich, K., Wang, J., Steinmeier, C. y Tucker, S. (2012). Using augmented reality and knowledge- building scaffolds to improve learning in a science museum. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*. <http://doi:10.1007/s11412-012-9156-x>
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G. y Johnson, E. (2013). *Augmented reality and education: Applications and potentials*. Springer Heidelberg.

- Zapata, M. (2015). Teoría y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos. Bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión crítica del “conectivismo”. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 16(1), 69-102.
- Zecha, S. (2012). Geocaching, a tool to support environmental education: an explorative study. *Educational Research eJournal*, 2, 177-188.
- Zecha, S. (2014). *Outline of an effective GPS education trail methodology*. In GI Forum, 352-361.