

Juegos perceptivos con realidad aumentada para trabajar contenido científico

LOURDES VILLALUSTRE MARTÍNEZⁱ

Universidad de Oviedo (España)

villalustrelourdes@uniovi.es

M^a ESTHER DEL MORAL PÉREZⁱⁱ

Universidad de Oviedo (España)

emoral@uniovi.es

RESUMO: La utilización de las tecnologías digitales para la creación de contenidos tridimensionales se ha extendido en los diferentes ámbitos (industrial, militar, comercial, etc.). En el contexto educativo, la realidad aumentada (RA) está vislumbrando grandes posibilidades para facilitar el proceso de comprensión y asimilación de nuevos contenidos mediante la utilización de diferentes dispositivos (cámaras de fotos, conectividad 3G, etc.). La RA añade un nuevo plano a la visión que se tiene del mundo real palpable agregando información complementaria, a través de la superposición de objetos 3D virtuales. Este fenómeno genera una ilusión en donde coexisten los objetos del mundo real y virtual, logrando que, a partir de un juego perceptivo, se pueda propiciar un mayor acercamiento a la realidad. En este sentido, a lo largo de este trabajo se presentan algunas de las aplicaciones que actualmente se están implementando en diferentes niveles educativos para desarrollar la competencia científica, dado su gran potencial didáctico y su capacidad para despertar el interés y la motivación entre los estudiantes, no sin antes abordar brevemente la realidad aumentada como un nuevo fenómeno que modifica y enriquece la percepción del mundo que nos circunda, así como su contribución para favorecer especialmente la comprensión de hechos y fenómenos científicos.

Palavras-chave: Realidad aumentada, percepción tridimensional, enseñanza ciencias, dispositivos móviles

1. INTRODUCCIÓN

Las formas de percibir la realidad han evolucionado y cambiado gracias a los últimos avances tecnológicos, propiciando que una fina línea divida lo real y lo artificial. La realidad física y la virtual no son dos entidades aisladas sino complementarias, que se traducen en una realidad aumentada (RA). En ella, la conciencia no se centra en una sola realidad, sino que el conocimiento, según Lee (2012), se construye mediante la suposición de diferentes realidades que dan lugar a un nuevo significado.

La realidad aumentada se basa en la superposición de información virtual sobre espacios físicos en tiempo real, a través de dispositivos digitales (Wagner & Schmalstieg, 2009). Ésta ayuda a enriquecer la percepción humana de la realidad mediante los sentidos, al complementar la información del mundo real con la del digital, para convertir los espacios de interacción en una realidad híbrida, donde lo real y lo irreal se funde en un mismo entorno (FitzGerald, Ferguson, Adams, Gaved, Mor & Thomas, 2013).

La fusión de las dos realidades no es un constructo filosófico, sino el resultado del funcionamiento de una serie de dispositivos que tienen como

sustento las herramientas móviles y la tecnología GPS, que posibilitan esa integración pseudo-mágica de lo real y lo virtual. En ella, la percepción de la realidad se funde con lo digital, potenciando la comprensión del entorno a través de los impulsos que se reciben mediante los sentidos (Billinghurst, 2012). Para Bruner (2001), en el proceso de aprendizaje el sujeto procesa y asimila la información, interaccionando tanto con elementos reales como con otros modelos bidimensionales o tridimensionales.

Las aplicaciones de realidad aumentada combinan diferentes tipos de percepción para ofrecer una experiencia única. La información que recibimos se enriquece a partir de los estímulos visuales, sonoros, táctiles o kinestésicos percibidos, al permitir no sólo una visualización de los objetos sino también una manipulación de los mismos (Bower, Howe, McCredie, Robinson & Grover, 2014). Superponiendo a la percepción de la realidad otra de carácter artificial que sirve de anclaje para la construcción de nuevos conocimientos y significados. Para Krevelen y Poelman (2010) la RA supone una transformación radical en la relación que los usuarios establecen con las imágenes, la realidad y el conocimiento.

Las tecnologías aumentadas, en constante innovación, provocan una fragmentación en la percepción sensorial dando lugar a nuevas representaciones e interpretaciones insertas en originales espacios de interacción y propiciando relaciones de percepción inéditas (Yuen, Yaoyuneyong & Johnson, 2011). La RA transforma la percepción del mundo palpable, al enriquecerlo con creaciones de realidad virtual, generando un modelo de realidad que supera las limitaciones de la representación física, al hacer perceptible fenómenos y elementos que de otro modo no sería posible, como por ejemplo “tener” en nuestras manos un corazón latiente a través de modelos tridimensionales. Las posibilidades tecnológicas de la RA son innumerables para la construcción de nuevas percepciones en diferentes campos, entre ellos el científico, tal y como se detalla en el siguiente apartado

2. JUEGOS PERCEPTIVOS CON REALIDAD AUMENTADA: FAVORECIENDO LA ASIMILACIÓN DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS

Gros y Noguera (2015) consideran que el futuro de la educación viene definido por la personalización del aprendizaje, el uso de juegos educativos, la aplicación de la geolocalización y la interacción a través de dispositivos móviles como las tabletas o los smartphones. Lo cual lleva implícito cambios tanto en las metodologías de enseñanza adoptadas por los docentes como en las formas arbitradas por los sujetos para aprender, representando grandes oportunidades y desafíos, que abocan a la escuela a una transformación que propicie el aprendizaje ubicuo, es decir, dónde y cuándo se quiera, estableciendo relaciones con los distintos agentes y tecnologías.

Concretamente, la RA se presenta como una tecnología disruptiva que muestra “el mundo con subtítulos”, con capas adicionales de información y experiencias virtuales que se suman al flujo de experiencias originales de los sujetos, pudiendo llegar a confundirlas en un futuro no lejano, pues no en vano la vida será una experiencia multimedia (Burbules, 2012, p. 11), y ello hace preciso dotar de las competencias necesarias a los discentes para que sean capaces de desarrollar un aprendizaje multicontextual puesto que, como señala Fumero (2010, p. 45): “la RA ha sustituido las expectativas de la realidad de los mundos virtuales, incorporando datos e información disponibles en la Red con el mundo físico por el que transitan los usuarios nómadas con sus dispositivos móviles”.

Si bien existen experiencias relacionadas con la presentación de contenidos que combinan sistemas de audio envolvente y vídeo vanguardistas para crear entornos inmersivos de alto realismo en espacios museísticos (Ortega, & Cid, 2013), capaces de facilitar la aprehensión de hechos y fenómenos, sin embargo, la RA promueve aprendizajes vivenciales más ligados a una percepción sensorial directa (Basogain,

Olabe, Espinosa, Rouèche & Olabe, 2007), que hace aprehensible conceptos abstractos – especialmente de carácter científicos y matemáticos – permitiendo que los sujetos los utilicen creativamente en la solución de nuevos problemas (Esteban, Restrepo, Trefftz, Jaramillo & Álvarez, 2004) y contribuyendo al incremento significativo de los resultados de aprendizaje (Buitrago, 2015).

Así pues, se están empezando a extender prácticas formativas apoyadas en RA, algunas estimulan la comprensión del espacio tridimensional a través de nuevas estrategias narrativas apoyadas en RA (De la Torre, Martín, Saorín, Carbonell & Contero, 2015); otras hacen hincapié en el uso de los dispositivos móviles para etiquetar y geolocalizar fotos con el fin de crear itinerarios que fomentan tanto el conocimiento de la geografía física como la conciencia medioambiental (Stojanova, Kocaleva, Manevski, Kocev & Delipetrev, 2015); y también los hay que minimizan los riesgos derivados del uso de laboratorios (González-Rogado, Vivar-Quintana & Elorza, 2013); etc, pero se precisan más investigaciones sobre cómo incide realmente esta tecnología en el aprendizaje.

En este sentido, se observa que la formación del profesorado cada vez más se orienta a la instrumentalización educativa de estas tecnologías emergentes por entender que activan los procesos cognitivos de aprendizaje (Córzar, De Moya, Hernández-Bravo & Hernández-Bravo, 2015). Sin embargo, no siempre los docentes poseen los conocimientos informáticos necesarios para elaborar sus propios recursos dinámicos de RA, aunque si hay sencillas e intuitivas aplicaciones que permiten activar elementos virtuales como vídeos, imágenes, música etc., o los propios objetos 3D de RA, las cuales pueden alentarlos a incluir contenidos digitales aumentados en sus clases (Cubillo, Martín, Castro & Colmenar, 2014), y con ello favorecer prácticas docentes innovadoras que capten toda la atención de los discentes e incrementen su motivación para indagar en procesos complejos científicos (Camba & Contero, 2015). Por ello, a

continuación, se incluyen diferentes aplicaciones de RA que pueden orientar al profesorado a implementarlas, concretamente, en las aulas de ciencias de los niveles educativos no universitarios.

3. APLICACIONES DE REALIDAD AUMENTADA PARA ENTENDER LA CIENCIA

La realidad aumentada es un motor que activa la curiosidad y ayuda a enriquecer nuestra percepción de la realidad (Wu, Lee, Chang & Liang, 2013). Los avances que los dispositivos móviles han sufrido la han convertido en una tecnología accesible y fácil de utilizar. Así, son muchas las experiencias que se desarrollan en el ámbito educativo (Cabero & Barroso, 2016) que emplean la RA como recurso favorecedor del aprendizaje. La utilización de diferentes tecnologías en las que se combina información real y virtual ha dado lugar a la aparición de numerosas aplicaciones que abordan todo tipo de contenidos, entre ellos, los científicos. La RA proporciona una nueva lente para acercarse a la ciencia de una manera lúdica y entretenida, haciéndola más asequible y comprensible. Al respecto, se presenta a continuación una serie de aplicaciones agrupadas por niveles educativos, basadas en la utilización de la realidad aumentada como tecnología para favorecer el aprendizaje de las ciencias.

3.1. Metodología

El estudio adopta una metodología basada en el estudio de casos, donde se efectúa un análisis de contenido de un total de quince aplicaciones de Realidad Aumentada – cinco por cada nivel educativo no universitario en donde se recomienda su utilización –, para promover en los discentes la adquisición de los conocimientos científicos acordes con el currículum específico de cada nivel. Dichas aplicaciones de RA se caracterizan por hacer converger elementos virtuales y reales en un intento de configurar un nuevo entorno para el aprendizaje.

3.2. Muestra de estudio

La selección de los 15 casos que constituyen la muestra de estudio se realizó en el primer cuatrimestre de 2016 y se ciñó a la búsqueda de aplicaciones innovadoras actuales para abordar contenidos científicos de diversa índole en coherencia con lo contemplado en los planes formativos de Educación Infantil, Primaria y Secundaria Obligatoria. Los criterios que han guiado la selección de los casos, se cifran en: 1) aplicaciones que abordan contenidos científicos, 2) alta capacidad didáctica para favorecer la asimilación de la información, 3) utilización combinada de recursos o tecnologías, 4) destinadas especialmente para el alumnado de los niveles descritos (educación infantil, primaria o secundaria).

3.3. Instrumento de análisis de contenido

El análisis de las 15 aplicaciones seleccionadas se efectuó, teniendo en cuenta las aportaciones de Cawood y Fiala (2008) y, Krevelen y Poelman (2010), atendiendo a los siguientes elementos de estudio:

1. Identificación de la aplicación (Id): nombre; plataforma donde se activa (dispositivos móviles o PC, Android o IOS) e idioma.
2. Contenidos o temas científicos que aborda.
3. Nivel de Realidad Aumentada que adopta, según Cawood y Fiala (2008):
 - N1: Hiperenlaces en el mundo físico; mediante la utilización de códigos QR como activadores.
 - N2: RA basada en marcadores; uso de marcadores para superponer objetos y modelos en 3D.
 - N3: RA *markerless*; utilización de imágenes y objetos como activadores.
 - N4: visión aumentada; mediante el uso de las Google Glass o las lentillas biónicas para acceder al contenido aumentado.

4. Tipo de estímulos que propician: visual, sonoros, táctil o kinestésico.
5. Representación del espacio: bidimensional o tridimensional.
6. Combinación de recursos y/o tecnologías digitales e interacción propiciada con el contenido aumentado.

A partir de dicho instrumento, se procede al análisis de contenido de las 15 aplicaciones de Realidad Aumentada que abordan contenidos científicos para las etapas de educación infantil, primaria y secundaria obligatoria en España.

4. RESULTADOS

4.1. Aplicaciones de realidad aumentada para abordar contenidos científicos en educación infantil

La enseñanza de las ciencias en educación infantil se aborda desde una perspectiva global y transversal, mediante la formulación de actividades basadas en la observación y la experimentación. Se centra, fundamentalmente, en la construcción de nuevos conocimientos sobre el medio físico y natural a partir de los intereses y vivencias adquiridas en el contexto en el que el alumnado se desenvuelve. Mediante la interacción con el entorno los niños/as de educación infantil comprenden diferentes hechos y fenómenos científicos al descubrir los cambios que se producen en el mismo, contrastando el resultado de sus acciones y elaborando conclusiones. A continuación, en la Tabla I se presentan cinco aplicaciones que abordan contenidos científicos en un entorno aumentado, combinando elementos reales con otros de carácter virtual para dar lugar a una realidad mixta.

TABLA I - Aplicaciones de RA para abordar contenidos científicos en Educación Infantil

Contenidos que aborda	Nivel de RA	Tipo de estímulos	Representación del espacio	Recursos e interacción
ID1: Arloon Plants , Aplicación móvil para IOS y Android , App en español e inglés				
Plantas: Crecimiento y cuidado. Medio Ambiente y desarrollo sostenible.	N2: Utiliza marcadores para acceder al contenido, mostrando una planta en sus fases de crecimiento.	Proporciona estímulos visuales y táctiles que permite visualizarlo y manipularlo.	Representación del espacio tridimensional para visualizar el crecimiento de una planta.	Combina marcadores de RA con pequeños juegos y animaciones, que incrementan la interactividad.
ID2: Animal 4D , Aplicación móvil para IOS y Android , App en inglés				
Animales y Zoología: Identificación de animales que se corresponden con las letras del abecedario, y su alimentación.	N2: Uso de marcadores para visualizar diferentes tipos de animales, dentro de un abecedario.	Se centra en ofrecer estímulos visuales, para representar los animales	Representación de los animales en 4D, para apreciar su apariencia física y movimientos más característicos	Posee otros marcadores (hierba, insectos, etc.) que deben emparejarse con los animales en función de su alimentación.
ID3: Solar System , Aplicación móvil para IOS y Android , App en español, inglés, francés y portugués				
Astronomía y Exploración espacial. El sistema solar, la Tierra, La luna, etc. .	N2: Visualización del sistema solar y sus planetas a partir de marcadores	Ofrece estímulos visuales para acceder a la vía láctea, el sistema solar, etc.	Se muestran los diferentes planetas que integran el Sistema Solar en 3D, incorporando pequeñas animaciones.	Además de los marcadores para acceder a la RA, la aplicación posee pequeños juegos.
ID4: iDinosaurAR , Aplicación móvil para IOS y Android , App en español e inglés				
Animales: Dinosaurios extintos.	N3: Empleo de imágenes para activar la RA, mostrando los dinosaurios	Estímulos visuales, sonoros y táctiles para visionar los dinosaurios, escuchar los sonidos que emite y poder moverlos.	Se presentan los diferentes tipos de dinosaurios en 3D, permitiendo su visualización y ubicación dentro de un espacio determinado.	Permite un alto grado de interacción con la aplicación al poder manipular los dinosaurios, proporcionado una experiencia más lúdica y gratificante.
ID5: Size Me, Rudy la Oruga , Aplicación móvil para Android , App en español e inglés				
Biología: Estudio del fenómeno de la crisálida (de oruga a mariposa)	N3: Utilización de objetos e imágenes para acceder al contenido aumentado	Proporciona estímulos visuales, sonoros y táctiles, para mostrar cómo la oruga se convierte en mariposa.	Se muestran objetos en 2D y algunos en 3D, para representar el crecimiento y transformación de la oruga en una mariposa.	Posee un alto grado de interacción, pues es necesario dar de comer a la oruga para facilitar su transformación.

Las aplicaciones de RA facilitan el abordaje de contenidos científicos. Así, *Arloon Plants* presenta con detalle el ciclo de la vida de las plantas, sus partes y sus especies, permitiendo al alumnado indagar sobre cómo se adaptan los ecosistemas para garantizar la supervivencia. Ofrece una nueva percepción, a través de modelos en 3D, mostrando y dando acceso a los contenidos de una manera lúdica y entretenida. Al igual en *Animal 4D*, mediante el uso de marcadores, los alumnos pueden visualizar y manipular diversos animales en 4D, presentados en diferentes tarjetas que representan una letra del abecedario. Se complementa con otros marcadores que dan acceso a contenidos sobre las flores, hierba, plátanos, etc., cuyo objetivo se orienta a que los niños/as de educación infantil realicen emparejamientos, de manera adecuada, entre los animales y su fuente de alimentación, a través del uso de elementos virtuales que superponen diferentes realidades para adquirir nuevos conocimientos. De forma similar, *Solar System* permite descubrir los planetas y el cosmos de forma interactiva y lúdica pues, además de incorporar objetos en 3D activados mediante RA, incluye un juego que reta a los más pequeños a demostrar los conocimientos adquiridos sobre el Sistema Solar.

Por otro lado, con *iDinosaurAR* y *Size Me: Rudy la Oruga* la percepción de la realidad se ve incrementada no sólo por la superposición de objetos en 3D sino también por la existencia de un mayor grado de interacción con la aplicación. En el caso de la primera, se puede visualizar dinosaurios con una vista de 360°, escuchar sus rugidos e interactuar con ellos, observar el nacimiento de un braquiosaurio, presenciar una pelea entre varios velociraptores, etc., donde lo imposible se hace posible en un espacio tridimensional, en el que conviven lo real y lo virtual para generar un nuevo espacio enriquecido. En el caso, de *Size Me: Rudy la Oruga* la fusión de las dos realidades se hace más patente, pues los niños pueden hacer una fotografía de su jardín, de su cuarto, etc. y convertirla en el activador de la RA, donde la oruga habitará hasta convertirse en mariposa, para lo que será necesario alimentarla regularmente con productos apropiados.

Esta aplicación incluye realidad aumentada y adopta dinámicas propias de los videojuegos para generar una experiencia de realidad híbrida que integra lo real y lo virtual.

4.2. Aplicaciones de realidad aumentada para abordar contenidos científicos en educación primaria

En Educación Primaria el desarrollo de los contenidos científicos se lleva a cabo en el marco de la denominada *competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología*. En ella, la enseñanza de las ciencias pivota sobre tres ejes fundamentales (LOMCE, 2013): 1) los sistemas biológicos, 2) los sistemas físicos, y 3) los sistemas de la tierra y el espacio. Se pretende potenciar el pensamiento científico basado en el contraste de ideas, en la aplicaciones de métodos, en la formulación de teorías y en la elaboración de conclusiones. Lo cual supone el fomento de las habilidades y destrezas necesarias para desarrollar juicios críticos sobre hechos científicos, así como para abordar saberes relativos la física, química, biología y tecnología. A continuación, en la Tabla II se presentan algunas de las aplicaciones que, por su potencial didáctico, pueden utilizarse en Educación Primaria para acercarlos a la ciencia.

Sin duda, los recursos basados en la utilización de realidad aumentada facilitan y enriquecen el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias al proporcionar información adicional mediante modelos 3D, que convierten lo intangible en una realidad. Así, aplicaciones como *Arloon Chemistry* y *Anatomy*, apoyadas en objetos tridimensionales, contribuyen tanto a la asimilación de conceptos ligados a reacciones químicas básicas, como al conocimiento de los sistemas que regulan el cuerpo humano, reduciendo su complejidad conceptual y procedimental al minimizar el nivel de abstracción y hacer visible lo que de otro modo no sería posible palpar ni percibir directamente, gracias al uso de recreaciones virtuales.

TABLA II - Aplicaciones de RA para abordar contenidos científicos en Educación Primaria

Contenidos que aborda	Nivel de RA	Tipo de estímulos	Representación del espacio	Recursos e interacción
ID1: El Sistema Solar.VIA. Aplicación móvil para IOS y Android. App en español e inglés				
El Sistema Solar, los planetas y sus características	N2: Se utilizan marcadores como activadores para visualizar el sistema solar y los planetas	Se basa principalmente en activar los estímulos visuales y sonoros, a través de animaciones	Se realiza una presentación tridimensional de los objetos, es decir, del Sistema Solar y los planetas	Los objetos incluyen pequeñas animaciones para dotarlas de dinamismo. Se accede a pequeñas explicaciones.
ID2: Anatomy. El cuerpo humano. Aplicación móvil para IOS y Android. App en español e inglés				
Todos los sistemas (respiratorio, circulatorio, digestivo, etc.). Principales procesos: digestión, respiración, etc.	N3: Emplea objetos como la figura humana e imágenes para acceder a contenidos interactivos incluidos en la RA.	Proporciona estímulos visuales, sonoros y táctiles, para potenciar una experiencia multisensorial.	Se muestran objetos en 2D y en 3D, para representar las diferentes partes del cuerpo humano, así como sus principales funciones	Ofrece una gran interactividad, pues además de la RA incorpora pequeños juegos para poner a prueba lo aprendido.
ID3: Mountains AR. Aplicación móvil para IOS. App en español, inglés, francés e italiano				
La Tierra. El paisaje. La localidad.	N3: Uso de coordenadas GPS e imágenes como activadoras	Ofrece principalmente estímulos visuales, al identificar cada montaña que nos rodea.	Identifica, a través de objetos bidimensionales, las diferentes montañas, ofreciendo datos con la altitud, la distancia, etc.	La interacción se centra en ubicar en el mapa, a través de coordenadas, nuestra ubicación, para visualizar los contenidos aumentados
ID4: Arloon Chemistry. Aplicación móvil para IOS y Android. App en español e inglés				
Conceptos básicos de química: representación molecular, las sales, nomenclaturas, etc.	N2: Utiliza marcadores para acceder al contenido e identificar los compuestos químicos.	Activa estímulos visuales, sonoros y táctiles, al incorporar recursos multiformato.	Representación de las moléculas y partículas tridimensionalmente, favoreciendo su comprensión.	Incorpora pequeñas actividades, a modo de retos, que incrementan la interactividad con el recurso.
ID5: ZooAR. Aplicación móvil para IOS y Android. App en inglés				
Animales: vertebrados e invertebrados.	N2: Visualización de los diferentes tipos de animales a partir de marcadores.	Ofrecer estímulos visuales para conocer los diferentes tipos de animales.	Ofrece una representación en 3D de animales vertebrados e invertebrados, incrementado su realismo.	Objetos en 3D animados, que permite visualizar los movimientos característicos de cada animal.

Es evidente que esta nueva tecnología contribuye a reforzar contenidos y experiencias desarrolladas en determinados contextos. Así, una visita al Planetario o al Zoo puede verse incentivada y amplificada con aplicaciones como el *Sistema Solar* y *Zoo AR*, que nos permiten visualizar tanto el sistema solar y sus planetas, como diferentes tipos de animales categorizados en vertebrados e invertebrados. Con ellas, la realidad física y la virtual se funden en un mismo espacio para proporcionar una experiencia de aprendizaje innovadora y enriquecida, donde la percepción multisensorial se intensifica para ampliar la calidad de los procesos formativos.

4.3. Aplicaciones de realidad aumentada para abordar contenidos científicos en educación secundaria

La educación científica en Secundaria se efectúa desde una perspectiva interdisciplinar dentro de la *competencia matemática y las competencias básicas en ciencia y tecnología* (LOMCE, 2013). Abordando, por un lado, la comprensión del conocimiento científico mediante la asimilación de teorías, leyes y modelos, así como la explicación de la realidad natural referida a las propiedades y ciclos de la materia. Y por otro, el reconocimiento de los rasgos clave de la investigación científica para resolver problemas tanto cualitativos como cuantitativos, al igual que la aplicación práctica y toma de decisiones en base a los rasgos que definen el pensamiento científico.

Existen numerosos recursos didácticos para abordar contenidos científicos en secundaria. Aquí, en la Tabla III, se recogen algunas aplicaciones que emplean la realidad aumentada como tecnología disruptiva para despertar la motivación e interés del alumnado, gracias a la utilización de elementos tridimensionales que le dotan de mayor realismo y precisión para aproximarse temáticas que de otro modo sería más difíciles de abordar.

TABLA III - Aplicaciones de RA para abordar contenidos científicos en Educación Secundaria Obligatoria

Contenidos que aborda	Nivel de RA	Tipo de estímulos	Representación del espacio	Recursos e interacción
ID1: EstARteco . Aplicación para PC. Recurso en español e inglés				
La realidad natural. Los ecosistemas. Problemática medioambiental	N2: Emplea marcadores para poder visualizar el tablero y las fichas del juego.	Estímulos visuales, se observa los cambios en los ecosistemas en función de las acciones efectuadas.	Se efectúa una representación tridimensional de los diferentes ecosistemas presentes en el juego (una ciudad, un bosque y un pueblo costero).	Se presenta en forma de juego, donde la interacción es máxima. De las acciones desarrolladas dependerá el futuro de los 3 ecosistemas.
ID2: ScienceAR . Aplicación móvil para iOS y Android. App en inglés				
Los materiales, los átomos, la gravedad y los productos químicos.	N3: Utilización de imágenes para activar los recursos de realidad aumentada.	Potencia estímulos visuales, sonoros y táctiles a través de los diferentes experimentos	Ofrece una representación en 3D de los diferentes objetos (átomos, diversos materiales) así como de los experimentos.	Permite interactuar con los modelos tridimensionales para su visualización y experimentación.
ID3: Mapa Estelar . Aplicación móvil para iOS y Android. App en español, inglés, alemán, chino, coreano, francés, italiano y japonés				
Las constelaciones. La Tierra en el Universo.	N3: Uso de la geolocalización como activador de los contenidos aumentados.	Activa estímulos visuales y táctiles, al observar las constelaciones y obtener información añadida.	Presenta el universo en 3D, ofreciendo un mapa preciso y en tiempo real de cada estrella y planeta visible desde la Tierra.	Ofrece la posibilidad de interactuar con la aplicación, obteniendo información añadida de la estrella o planeta que se visualiza.
ID4: LaborAPPtorio . Aplicación móvil para iOS y Android. App en español				
Contenidos básicos de física y química: procesos y materiales	N2: Se emplea marcadores para poder acceder al contenido aumentado, generalmente, videos explicativos.	Promueve estímulos visuales, se accede a videos donde se explican procedimientos y experimentos	Se efectúa una representación bidimensional a través de videos explicativos donde se ilustran los procesos físicos y químicos.	Brinda una escasa interacción con el contenido aumentado, pues éste se centra en la visualización de videos.
ID5: Anatomy 4D . Aplicación móvil para iOS y Android. App en inglés				
Sistemas del cuerpo humano. Interrelaciones entre sistemas.	N3: Hace uso de imágenes para visualizar el cuerpo humano y sus sistemas.	Activa estímulos visuales y táctiles, al experimentar con la anatomía humana.	Incorpora una representación en 4D de los órganos y los diferentes sistemas que componen el cuerpo humano.	Es posible interactuar con la aplicación, al permitir manipular los modelos en 4D y experimentar con ellos.

Es posible aproximarse a los contenidos científicos utilizando modelos tridimensionales que ofrecen una representación multimodal, dando soporte a una percepción que combina dos realidades, la física y la virtual. En *estARteco*, la información se presenta y codifica en forma de juego para apreciar el valor de los ecosistemas y la complejidad de su equilibrio a través de cuatro fases de dificultad creciente. Donde la interacción con la aplicación, y la implicación del jugador se ve incrementada para equilibrar la salud ecológica de los diferentes ambientes, teniendo presente el impacto social y económico que provocan las acciones desarrolladas.

Por su parte, las aplicaciones *iScienceAR* y *LaborAPPtorio* se basan en la experimentación en contextos virtuales, poniendo en juego diferentes vías sensoriales para construir una experiencia perceptiva consciente y significativa. La exploración de los efectos de la temperatura sobre la materia, o la reacción de los gases nobles ante la electricidad puede hacerse más comprensible y accesible a través de la interpretación de dos realidades que coexisten en un mismo espacio.

De forma similar, *Anatomy 4D* representa el interior del cuerpo humano de forma virtual, dejando al descubierto las relaciones espaciales de los diferentes sistemas: órganos, esqueleto y músculos. En la misma línea, *Mapa Estelar*, hace visible lo invisible a través de la realidad aumentada, mostrando en tiempo real, cada una de las estrellas y planetas visibles desde la Tierra, permitiendo interactuar con la aplicación para obtener mayor información de lo visualizado, ofreciendo una nueva percepción más enriquecida del Universo. De este modo, las aplicaciones de RA incrementan la información percibida por los sentidos, al tiempo que posibilitan desarrollar nuevas experiencias en las que convergen dos realidades, la física y la digital, para generar nuevos aprendizajes.

5. CONCLUSIONES

Sin duda, las oportunidades que ofrece la RA para desdibujar los límites entre el mundo físico, palpable, y la representación de otra realidad de carácter virtual nos puede trasladar a la película de ciencia ficción *Matrix* (1999) de los hermanos Wachowski, cuya base filosófica -entre otras- se orienta a desentrañar el problema filosófico clásico sobre *el problema de lo real* abordado por Platón en *El mito de la caverna*, suscitando cuestiones de gran calado, como ¿qué es la realidad?, ¿dónde acaba ésta y dónde empieza la ficción?..., fenómeno inquietante que, ya en el albor de del nuevo milenio, alertaba frente a la génesis de un mundo híbrido en el que se llegara a confundir lo real con lo virtual, y donde las interacciones entre los sujetos, o entre éstos y otros objetos, tuvieran lugar en dos dimensiones paralelas, provocando toda suerte de dilemas existenciales.

Pues bien, ese día ha llegado y dejando al margen los vaticinios apocalípticos. Se puede observar cómo hoy es posible aprovechar la dualidad perceptiva ofrecida por la realidad aumentada, al hacer converger las dos dimensiones realidad-virtualidad desde la complementariedad, con distintos fines, desde científicos, médicos, lúdicos o formativos, gracias al desarrollo de aplicaciones tecnológicas. Así, en relación a los usos formativos de la RA, se puede observar que no solo se circunscriben a contextos de Educación Superior o a ámbitos científicos de alto nivel, sino que se constituyen en herramientas de uso generalizado accesibles a todo tipo de público, incluido el más joven, especialmente permeable a incorporar las nuevas tecnologías en su vida cotidiana, no en vano llamada generación digital, para quienes el manejo de los dispositivos móviles (tabletas o *smartphones* de última generación) no ofrece mayor dificultad.

En este sentido, y si bien es cierto que las aportaciones de la RA en el ámbito de la educación infantil, primaria y secundaria son todavía incipientes, sin embargo, es en el área de la enseñanza de las ciencias

donde se encuentran los mayores desarrollos, no en vano, el afán de descubrimiento y las posibilidades de indagar en lo desconocido u oculto a nuestros sentidos siempre ha sido un reto para el ser humano, eje central del pensamiento científico. Es evidente que los entornos inmersivos generados con la RA poseen un gran atractivo y capacidad de motivación, y que facilitan la comprensión de fenómenos de gran complejidad y abstracción, y sin embargo, gracias a esta tecnología se hacen más tangibles al adquirir no solo la tridimensionalidad sino la cuarta dimensión (Rosado, 2010), a partir de las notaciones sociales con las que los aprendices y usuarios van enriqueciendo la realidad.

La fascinación por este fenómeno de la RA que acerca al conocimiento de los enigmas de la ciencia y el saber, haciendo visible lo que permanecía oculto a los sentidos, está favoreciendo a la optimización de los procesos formativos. Por ello, los profesionales de la educación, las escuelas y demás instituciones formativas deben abrirse no sólo a la aplicación de la misma, sino también a la exploración de las contribuciones reales al progreso y desarrollo psico-social y educativo. Así pues, conscientes de que no hay punto de retorno, las herramientas que se han presentado aquí pueden servir de punto de partida para rentabilizar su potencial didáctico en los niveles educativos no universitarios y, con ello, propiciar nuevas y apasionantes líneas de investigación vinculadas al análisis de los efectos metacognitivos de estas novedosas aplicaciones tecnológicas.

Finalmente, y retomando el paralelismo encontrado con la película Matrix, se hace necesario reflexionar con Morfeo – mentor de Neo – en su incesante empeño por liberar a la raza humana del yugo de las máquinas, pues aun reconociendo el valor y potencialidad de la realidad aumentada, cabe cuestionarse por el papel a desempeñar que se le debe asignar en el ámbito educativo en un intento de favorecer el conocimiento del mundo real a través de modelos virtuales.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., & Olabe, J. C. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. *Proceeding 7ª Conferencia Internacional de la Educación y la Formación basada en las Tecnologías. ONLINE EDUCA MADRID' 2007* (pp. 24-29). Madrid: ONLINE EDUCA.
- Billinghurst, M. (2012). Augmented Reality in the Classroom. *Computer*, 45(7), 56-63.
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented Reality in education—cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15.
- Bruner, J. (2001). *El proceso mental en el aprendizaje*. Madrid: Editorial Narcea.
- Buitrago, R. D. (2015). The Influence of Augmented Reality on Cognitive Style: A Case for Learning Mathematics. *Educación y Educadores*, 18(1), 27-41. doi: 10.5294/edu.2015.18.1.2
- Burbules, N.C. (2012). El aprendizaje ubicuo y el futuro de la enseñanza Ubiquitous Learning and the Future of Teaching. *Encounters*, 13, 3-14.
- Cabero, J. & Barroso, J. (2016). The educational possibilities of Augmented Reality. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5(1), 44-50. doi: 10.7821/naer.2016.1.140
- Camba, J. D. & Contero, M. (2015). From reality to augmented reality: Rapid strategies for developing marker-based AR content using image capturing and authoring tools. In *Frontiers in Education Conference (FIE) October, 2015*. El Paso, Texas, USA: IEEE. doi 10.1109/FIE.2015.7344162
- Cawood S. & Fiala M. (2008). *Augmented Reality: A Practical Guide*. Denver: Pragmatic Bookshelf.

- Cózar, R., De Moya, M.V., Hernández-Bravo, J. A., & Hernández-Bravo, J. R. (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.
- Cubillo, J., Martín, S., Castro, M., & Colmenar, A. (2014). Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 17(2), 241-274. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.17.2.12686>
- De la Torre, J., Martín, N., Saorín, J. L., Carbonell, C., & Contero, M. (2015). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *Revista de Educación a Distancia*, 37. Recuperado de <http://revistas.um.es/red/article/view/234041/179811>
- Esteban, P., Restrepo, J., Trefftz, H., Jaramillo, J. E., & Álvarez, N. (2004). La realidad aumentada: un espacio para la comprensión de conceptos del cálculo en varias variables. *XVI Simposio Iberoamericano de Enseñanza Matemática para el siglo XXI*, 15, 16 y 17 de septiembre de 2004, Castellón, España: Universitat Jaume I de Castellón (UJI).
- FitzGerald, E., Ferguson, R., Adams, A., Gaved, M., Mor, Y., & Thomas, R. (2013). Augmented reality and mobile learning: the state of the art. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 5(4), 43-58. doi:10.4018/ijmbl.2013100103
- Fumero, A. (2010). Introducción: la red en el móvil. *Telos: Cuadernos de Comunicación e Innovación*, 83, 43-49.
- González-Rogado, A. B., Vivar-Quintana, A. M., & Elorza, I. (2013). Augmented safety in the laboratory with mobile technology. In *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality* November, 2013. New York: ACM. doi 10.1145/2536536.2536601
- Gros, B. & Noguera, I. (2015). Mirando el futuro: Evolución de las tendencias tecno-pedagógicas en Educación Superior. *Campus Virtuales*, 2(2), 130-140.
- Ley orgánica para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) (Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre). *Boletín Oficial del Estado*, nº 295, 2013, 10 diciembre.
- Lee, K. (2012). Augmented Reality in Education and Training. *TechTrends*, 56(2), 13-21.
- Krevelen, D.W. & Poelman, R. (2010). A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations. *The International Journal of Virtual Reality*, 9(2),1-20.
- Ortega, B. P. & Cid, M. S. (2013). El museo abre sus puertas a la experiencia sensorial: pantallas de inmersión audiovisual realista. *Telos: Cuadernos de Comunicación e Innovación*, 94, 88-100.
- Rosado, J.J. (2010). Futuro de la realidad aumentada. En blog: *Mi cuarta dimensión: desfragmentado el Universo, Tecnologías y otros sentimientos*. Recuperado de <http://coppernic.blogspot.com.es/2010/09/futuro-de-la-realidad-aumentada.html>
- Stojanova, A., Kocaleva, M., Manevski, V., Koccev, I., & Delipetrev, B. (2015). Model of crowdsorce enviromental application based on mobile photos. *VI International Conference of Information Technology and Development of Education (ITRO 2015)* June, 2015. Zrenjanin, Serbia: University of Novi Sad.
- Wagner, D. & Schmalstieg, D. (2009). Making Augmented Reality Practical on Mobile Phones. *Computer Graphics and Applications*, 29(3), 12-15.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. doi:10.1016/j.compedu.2012.10.024
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G. & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1), 119-140.

PERCEPTIVE GAMES WITH AUGMENTED REALITY TO WORK SCIENTIFIC CONTENT

Abstract: The use of digital technologies for the creation of three-dimensional content has spread in different areas (industrial, military, commercial, etc.). In the educational context, augmented reality (AR) generates great possibilities to facilitate the process of compression and assimilation of new contents through the use of different devices (cameras, 3G connectivity, etc.). The AR adds a new plane to the vision of the real world by adding complementary information, through the overlap of virtual 3D objects. This phenomenon generates an illusion in which objects of the real and virtual world coexist, achieving that, from a perceptive game, it is possible to promote a closer approach to reality. Thus, throughout this work are presented some of the applications that are currently being implemented at different levels of education to develop scientific competence, given its great didactic potential and its ability to arouse interest and motivation among students. Not without first, to approach augmented reality as a new phenomenon that modifies and enriches the perception of the world around us, as well as its contribution to favor especially the understanding of facts and scientific phenomena.

Keywords: Augmented reality, three-dimensional perception, science teaching, mobile devices.

Texto:

- Submetido: dezembro de 2016.
- Aprovado: abril de 2017.

Para citar este artigo:

Martínez, L. V., & Pérez, M. E. M. (2017). Juegos perceptivos con realidad aumentada para trabajar contenido científico. *Educação, Formação & Tecnologias*, 10 (1), 36-46 [Online], disponível a partir de <http://eft.educom.pt>.

Notas biográficas dos autores**ⁱ Lourdes Villalustre Martínez**

Profesora de TIC aplicadas a la Educación en la Facultad de Formación del Profesorado y Educación de la Universidad de Oviedo.

ⁱⁱ M^a Esther Del Moral Pérez

Profesora de TIC aplicadas a la Educación en la Facultad de Formación del Profesorado y Educación de la Universidad de Oviedo