

SECCIÓN: ARTÍCULOS

Los entornos de aprendizaje inmersivo y la enseñanza a ciber-generaciones

Claudia Eugenia Toca Torres¹

ORCID 0000-0001-6630-5403

Jesús Carrillo Rodríguez¹

ORCID 0000-0001-5056-2982

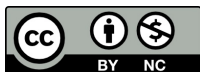
Resumen

A pesar de que la tecnología es una herramienta fundamental en los procesos de enseñanza y aprendizaje, tanto adelantos tecnológicos como sus aplicaciones demandan mayor difusión y socialización, particularmente entre los docentes de los países en desarrollo. El presente artículo sistematiza un estado del arte sobre entornos de aprendizaje virtual y presenta información sobre algunas de las tecnologías más usadas. Se asume como hipótesis central que existe una brecha significativa en los usos de los avances tecnológicos en la educación en los países en desarrollo. Para ello, se recurre al trabajo heurístico y hermenéutico, explorando en las investigaciones en países del primer mundo, las posibilidades de la virtualidad para la formación primaria y secundaria en Colombia y México. Un mapa conceptual se presenta como herramienta de compilación y asociación. Se identifica que *simSchool* tiene mayor potencial para usarse como una plataforma para la educación especialmente a distancia y para distintos grupos y que los países de la región deben hacer esfuerzos para enmarcar sus sistemas educativos en la dinámica inmersiva.

Palabras clave

Inmersión – Realidad virtual – *Second Life* – Aprendizaje virtual.

1- Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM). Ciudad de México, México.
Contactos: cleutoto@gmail.com; jecarrillor@gmail.com.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-4634201945187369>

This content is licensed under a Creative Commons attribution-type BY-NC.

Immersive learning environments for teaching the cyber generations

Abstract

Despite the fact that technology is a core tool for teaching and learning, technological advances and its applications even demand greater dissemination and socialization, especially within the teachers' community in developing countries. This article systematizes a virtual learning state-of-the-art and describes the more important technological advances underlying virtual environments. Our assumption was that developing countries have a signifying gap in using technological advances for educational purposes. Using heuristic and hermeneutic strategies, we explore research in developed countries trying to identify real possibilities of virtual environment for K-12 education (primary and secondary school) for both countries: Colombia and Mexico. In addition, we designed a map to compile concepts and associate them. Results suggest that simSchool has a great potential for being used as an educational platform, particularly for remote courses and different groups. Latin American countries must make greater efforts in order to frame their education systems into the immersive dynamic.

Keywords

Immersion – Virtual reality – Second Life – Virtual learning.

Introducción

Es un hecho, las aplicaciones de realidad virtual impactan, no sólo, la forma en que el personal se prepara en el marco de programas pedagógicos y de docencia, sino también la forma como se imparte educación a niños y adultos (LUDLOW, 2015). Desde sus inicios, Web 2.0 permitió a los usuarios participar en actividades de aprendizaje colectivas y colaborativas a través de aplicaciones tales como blogs, wikis, sitios de redes sociales, juegos en línea, videos compartidos en línea y entornos virtuales inmersivos, entre otros (HUANG et al., 2013). Web 2.0 imprimió dinamismo al aprendizaje y acercó a los estudiantes a la tecnología y a nuevas estrategias pedagógicas y didácticas, es así que, desde décadas pasadas, la realidad virtual, la realidad aumentada y el entorno virtual inmersivo, han estado presentes en el lenguaje educativo (HEYDARIAN et al., 2015). Sin embargo, no es posible asegurar que todos los docentes y estudiantes comprenden y asimilan dicho lenguaje.

Este artículo presenta un estado del arte sobre los entornos de aprendizaje inmersivo y los enfoques utilizados en el proceso de enseñanza a las denominadas generaciones virtuales. La premisa es que el diseño de cursos en mundos virtuales es una responsabilidad

colectiva y que el papel fundamental de los docentes no podrá ser desplazado por las funciones de programadores o desarrolladores de tecnología. Con esta idea en mente, los docentes deben lograr claridad sobre los distintos desarrollos y usos para los entornos virtuales y estar en capacidad de trabajar colectivamente con los programadores. Esto último revela la pretensión del presente estado del arte.

Como se esperaría, el uso de las tecnologías en la educación se correlaciona positivamente con los niveles de prosperidad. Sin duda alguna, los países desarrollados son los que han logrado grandes avances en términos de educación inmersiva y virtual. Es apenas justificado, toda vez que son ellos los que tienen acceso a la tecnología de punta, en el preciso momento en que se crea. Las aulas virtuales que apoyan la educación presencial (inicios del Web 2.0), por ejemplo, comenzaron a ser usadas en el siglo pasado. Esta situación contrasta con la de los países en desarrollo, donde la tecnología al servicio de la educación presenta un rezago importante. En Colombia y México la adopción de las aulas virtuales es relativamente reciente.

Bajo estas circunstancias, son los países avanzados los que marcan la ruta para transitar hacia la virtualidad; sus experiencias y prácticas evidentemente pueden nutrir los esfuerzos de los países en desarrollo. En Colombia y en México, las escuelas rurales y telesecundarias, nacen como una opción para llevar la educación a las zonas más apartadas y desarticuladas. Sin embargo, en pleno siglo XXI, la limitación sigue siendo la falta de docentes y de monitores y la concentración de estudiantes de distintos cursos en un mismo salón de clase. Una adecuada dotación tecnológica de dichas escuelas (terminales de computador, acceso a la red Internet, alquiler de islas en *Second Life*, etc.), garantizaría no solo la inclusión educativa, sino también la formación apropiada para cada nivel de primaria. Aunque en los países del tercer mundo son escasos los desarrollos en simuladores, juegos serios o realidad aumentada, contadas experiencias merecen ser no solo, difundidas y socializadas, sino también encuadradas teórica y conceptualmente.

Para el presente estado del arte se recurre al trabajo heurístico y hermenéutico, explorando en las investigaciones en países avanzados, las posibilidades de la virtualidad para la formación primaria y secundaria. Se consultan artículos de investigación publicados durante 2007-2015, principalmente en inglés y se revisan notas de la prensa colombiana y mexicana de los últimos años, 2016-2017, para rastrear desarrollos en la materia. Para sistematizar la información, se recurre a ATLAS.ti creando tres unidades hermenéuticas (mundos virtuales, aprendizaje virtual y realidad virtual). A partir de sus datos fuente vinculados, se adelanta un ejercicio de interpretación y contextualización de las distintas posibilidades a la realidad de nuestros países. Con esta metodología, se aspira poner al alcance de docentes y autoridades educativas definiciones mínimas y relaciones, aportándoles analítica e interpretativamente. A la par, un mapa conceptual presenta el esfuerzo de clasificación y categorización en torno a los mundos virtuales y al aprendizaje virtual, con la aspiración que los lectores interesados establezcan diferentes asociaciones analíticas.

El artículo se estructura en cuatro apartados. El primero, presenta temas relacionados con la realidad virtual, sus características, tipologías y tecnologías; el segundo está

dedicado a los mundos virtuales, *Second Life* y los juegos educativos. El tercero ofrece una sistematización sobre el aprendizaje virtual en los países desarrollados, describe tanto los distintos enfoques, como también su aplicación en educación básica y especial. La cuarta sección presenta las últimas aplicaciones creadas en Colombia y México. Por último, se presentan las conclusiones.

Realidad virtual

La realidad virtual (RV) no es algo futurista, de hecho la mayoría de gente ya ha tenido un acercamiento a sus aplicaciones jugando videojuegos en computador; experimentando un simulador en un museo; o viendo una película tridimensional 3D en una sala de cine (LUDLOW, 2015). La RV presenta información a través de una combinación de manifestaciones sensoriales como sonido y tacto, dando a los usuarios la impresión de estar en dicho mundo (REN et al., 2015). Se identifican tres tipos de RV dependiendo del nivel de inmersión y consciencia del usuario: de baja inmersión, semi-inmersiva y altamente inmersiva (RAMAPRABHA; SATHIK, 2012). Con baja inmersión, el entorno virtual en tercera dimensión se despliega en un monitor de computadora, los usuarios interactúan con el entorno virtual a través de mecanismos como teclado, ratón o joystick (figura 1). En la semi-inmersiva, una gran pantalla despliega el entorno virtual, permitiendo al usuario visualizar escenas virtuales en tercera dimensión al portar un par de lentes 3D (teatros 3D y televisión 3D). La altamente inmersiva, capta la atención del usuario al ser extremadamente sonora, el usuario interactúa con escenas virtuales por medio de dispositivos como guantes de datos, controladores de juego o los lentes de RV (*Head-Mounted Display HMD*). Estos últimos proporcionan experiencias de inmersión completa aislando cualquier contacto visual del mundo externo (REN et al., 2015).

Un entorno de realidad virtual inmersivo RVI aísla al usuario de cualquier elemento del mundo real y lo sumerge en el entorno creado por el sistema (KILMON et al., 2010). Para crear un entorno de RVI, el sistema debe generar imágenes que ocupen completamente el campo visual del usuario, resultando necesarios los exhibidores virtuales y las cuevas. Mientras que los exhibidores generan un ambiente sobre pantallas pequeñas cercanas a los ojos del usuario, con las cuevas se rodea al usuario con tres pantallas grandes (KILMON et al., 2010). Precisamente, CAVE es un salón en forma de cubo con pantallas en las paredes frontal y laterales para proyectar imágenes generadas por computador o escenas en 3D (REN et al., 2015).

Figura 1 - Entornos de aprendizaje virtual



Fuente: Elaborado por los autores.

La realidad virtual no es la única herramienta que ofrece un mundo completamente artificial para crear una experiencia inmersiva. Destacan la realidad híbrida (RH) y la realidad aumentada (RA) que han sido capaces de vincular el mundo artificial y el real (LUDLOW, 2015). La RV híbrida se reconoce como realidad aumentada cuando incorpora objetos gráficos virtuales en una escena real tridimensional, o como virtualidad aumentada cuando incluye elementos del mundo real en un entorno virtual (PAN et al., 2006). La investigación y aplicación de la RV/RH en educación enriquecen la forma de enseñar y aprender dentro de la actual estrategia educativa. Con base en sus técnicas, el proceso de aprendizaje sería: estudiantes de historia aprendiendo sobre la Grecia Antigua, a la par

que caminan por sus calles, visitan sus edificios e interactúan con su gente; o estudiantes de biología aprendiendo sobre anatomía y fisiología con travesías dentro del cuerpo humano (PAN et al., 2006).

La realidad aumentada (RA), promete mejorar el aprendizaje siempre y cuando se entiendan los diseños instruccionales efectivos (DUNLEAVY; DEDE; MITCHELL, 2009). Bajo RA, “[...] la imagen computarizada es desplegada contra un segundo plano de un laboratorio de simulación real” (KILMON et al., 2010, p. 316). La tecnología de la realidad virtual inmersiva RVI, de otra parte, gana popularidad gracias a una nueva generación de alta fidelidad de bajo costo: los Lentes de Realidad Virtual. “Además de su alta fidelidad, el rendimiento y la usabilidad de las interfaces del usuario en 3D (3D *User Interfaces* - 3DUI), juegan un papel definitivo en la entrega de experiencias inmersivas”² (WANG; LINDEMAN, 2015, p. 71).

Wang y Lindeman (2015) desarrollaron un sistema de ambiente virtual híbrido que vincula las fortalezas de una tableta con un montaje inmersivo basado en lentes de realidad virtual. El sistema usa la tableta como contexto de interacción que deja el mundo virtual entero para sí y apoya todas las tareas 3DUI a través de gestos multi-táctiles y elementos 2D de interfaz gráfica de usuario IGU (Interfaz Gráfica de Usuario). Para reducir la sobrecarga cognitiva y funcional generada por transiciones 3DUI complejas, se han dispuesto mecanismos de coordinación para caracterizar señales de conciencia mutua, compartir entradas y exhibir integración y sincronización de tareas 3DUI (WANG; LINDEMAN, 2015).

Mundos inmersivos y entornos virtuales

Los mundos virtuales son “[...] plataformas tecnológicas construidas colaborativa, continua y contingentemente por desarrolladores, usuarios, tecnologías, conocimiento, actividades, etc.” (SCHULTZE; ORLIKOWSKI, 2010, p. 815). Los *avatars* son representaciones digitales de personas (BAILENSEN et al., 2008) que los usuarios eligen y adaptan para interactuar en línea. El usuario controla el movimiento del *avatar*, habla y escucha a otros en el mismo ambiente. La perspectiva alternativa performativa³ entiende los mundos virtuales como “[...] ensambles dinámicos e intrincados de lo social y lo técnico, continuamente producidos en la práctica” (SCHULTZE; ORLIKOWSKI, 2010, p. 813). Esta perspectiva resulta apropiada para investigar la naturaleza dinámica, constructiva y emergente de los mundos virtuales (SCHULTZE; ORLIKOWSKI, 2010).

Los entornos virtuales colaborativos, EVC, incluyen no solo múltiples canales de comunicación como texto, audio y señales visuales exhibiendo información no verbal, sino también representaciones externas como aplicaciones de software compartido (ALLMENDINGER, 2010). El proceso bidireccional de los EVC implica rastrear las acciones de los usuarios, enviar acciones a través de la red y representar dichas acciones simultáneamente para cada usuario (BAILENSEN et al., 2008). Los EVC inmersivos son

2- “Besides the high fidelity of the displays, the performance and the usability of 3D User Interfaces (3DUIs) also play a critical role in the overall immersive experience delivered to the end user.” La traducción al español corresponde a los autores del artículo.

3- Lo performativo refiere la cualidad de un proceso a través del que se prepara intelectual, moral o profesionalmente a un grupo de personas.

más complejos ya que envuelven perceptualmente al usuario, por ejemplo con lentes que proyectan entornos virtuales en pantallas digitales e incrementan su sentido de estar realmente en el entorno (ALLMENDINGER, 2010). Los entornos virtuales, especialmente aquellos con múltiples y simultáneos usuarios, se han vuelto populares por “[...] promover el aprendizaje constructivo, el pensamiento crítico, permitir el desarrollo de destrezas tecnológicas y constituir un recurso didáctico para la enseñanza” (BADILLA; MEZA, 2015, p. 595).

Second Life®

Creado por la compañía de investigación en internet *Linden Lab*, ha sido usado como una plataforma gratuita en línea para promover simulaciones y juegos de realidad virtual generados por los usuarios. Accediendo al servidor y descargando un software de cliente, los usuarios crean un *avatar* personal que desplazan a un espacio 3D, capaz de manipular objetos virtuales y comunicarse con otros usuarios a través de lenguaje o texto. *Second Life*, puede usarse en diferentes aplicaciones de aprendizaje y servir como un aula virtual en línea donde se adelantan sesiones de clase presencial en tiempo real. Los docentes con habilidades computacionales pueden dominar el lenguaje de programación (*scripting*) con la práctica o pueden colaborar con otros que tengan conocimientos de programación.

Second Life tiene potencial para usarse como una plataforma para la educación especialmente a distancia (HARTLEY; LUDLOW; DUFF, 2015). Los experimentos de la Universidad de West Virginia (UWV) sobre el uso de *Second Life* en el proceso de enseñanza-aprendizaje en línea, identifican tres etapas básicas:

- 1) Diseño de espacios virtuales de aprendizaje. La Escuela de Educación y Servicios Humanos, alquiló un espacio de isla privada en SL. En ella se diseñó y construyó un campus virtual que reproduce el campus físico, adoptando objetos creados por otros y disponibles a bajo costo.
- 2) Exposición inicial. Estudiantes e instructor se encuentran en la plataforma virtual de la universidad para la primera sesión. En dicha sesión se conoce y revisa el sílabo del curso y las tareas, dando a los estudiantes tiempo para comenzar a crear *avatars* y descargar el programa. Y 3) Organización de la clase. En una sesión típica se revisan agendas y compromisos; se envía el activador (tarjeta de respuesta en la que los estudiantes vinculan los temas de clase con conocimiento previo); y se revisan y generan respuestas a las preguntas de clase. Las tarjetas registran la participación y asistencia de los estudiantes. (HARTLEY; LUDLOW; DUFF, 2015, p. 22).

Diversas actividades de aprendizaje han sido implementadas en *Second Life*, destacando co-enseñanza y juego de roles (HARTLEY; LUDLOW; DUFF, 2015). Bajo co-enseñanza, el estudiante crea su propio material, elige un modelo (paralelo, en equipo, de estación o alternativo), planea una lección de una hora y la presenta en 10 minutos. Usan los compartimentos creados para distribuir los materiales a los compañeros. El juego de roles busca que cada grupo encuentre una solución a un problema y la compartan, de modo que en grupos de cuatro estudiantes interpretan el juego de roles ante sus compañeros.

Tanto los ejercicios de juego de roles en un aula tradicional y los del mundo virtual *Second Life* generan el mismo número de intercambios y temas de comunicación (GAO; NOH; KOEHLER, 2009). Sin embargo, los estudiantes aprecian más el juego de roles en mundos virtuales, ya que sienten como si en verdad estuvieran con sus compañeros y docente. Para los estudiantes la experiencia es, en muchas formas, semejante a un encuentro cara a cara (GREGORY; MASTERS, 2012). La enseñanza simulada en *Second Life* produce un mayor sentido de la eficacia docente (MUIR et al., 2013).

Simulación y modelación

La simulación es una representación de algo original con atributos compartidos que proporciona a los participantes entornos virtuales y sistemas sociales (SHANKEN, 2007 apud LAU; LEE, 2015). Stoerger (2008 apud LAU; LEE, 2015) fue uno de los que indagó sobre aplicaciones de simulaciones para desarrollar teorías y prácticas educativas, por ejemplo, empleando el juego de roles como una simulación basada en historias y usándolo como un método pedagógico. Se ha comprobado así, que los ambientes virtuales simulados son útiles para mejorar las experiencias de aprendizaje de los estudiantes (LAU; LEE, 2015). Las experiencias aprendidas del mundo simulado pueden hacerse más transferibles al mundo real, es por ello que la clave se encuentra en cultivar en los estudiantes habilidades transferibles (CHENG; WANG, 2011). Mediante simulación, los estudiantes pueden aprender en ambientes virtuales y practicar situaciones de la vida real sin riesgo alguno (GIL; ROMANS, 2010). Las simulaciones tienen el potencial de proporcionar experiencias como reales, es así que, un grupo puede visitar una ciudad en otro país, desde el salón de clase haciendo la experiencia accesible y financieramente viable (GIL; ROMANS, 2010).

En *Bard College*, un profesor creó un modelo 3D de un telescopio científico de calidad óptica (telescopio virtual), para enseñar a los estudiantes sobre ajuste y operación del instrumento antes de permitirles trabajar y manipular el telescopio real. La modelación 3D es el proceso de construcción de un objeto representado por una colección de puntos en un espacio tridimensional. Un prototipo 3D requiere dos componentes: modelación y textura. Usando un software, como *AutoCAD MAYA* y *Google SketchUp*, cualquier objeto físico puede ser modelado. La textura, el segundo componente, incluye el mapeo de textura que envuelve imágenes 2D alrededor de la superficie de los objetos mejorando su realismo. La modelación proporciona la estructura ósea de un objeto y la textura su piel. El modelo completo puede importarse a buscadores de juegos como *Unity 3D* o *Virtools* para dar mayor animación e interacción (REN et al., 2015).

Juegos serios o educativos

Los juegos educativos digitales inmersivos (JED) constituyen un enfoque altamente promisorio que podría facilitar el aprendizaje y convertirlo en una tarea más placentera. Esto se logra en la medida que intentan, por un lado, copar parte del tiempo que las personas destinan al juego, pero con propósitos educativos, y por otro, canalizar el

potencial educativo de los juegos de computador útiles desde una perspectiva didáctica (KICKMEIER-RUST; ALBERT, 2010). Los también denominados juegos serios son “[...] juegos cuyo propósito principal no es el entretenimiento o la diversión” (SUTTIEA et al., 2012, p. 314-315), su función es educar y entretener a través de una experiencia simple y convincente. Son especiales para niños y adolescentes que no muestran entusiasmo hacia los métodos educativos convencionales (KICKMEIER-RUST; ALBERT, 2010). Los juegos tienen un doble propósito: la participación activa en el mundo real para observar y analizar información en el sitio y el razonamiento reflexivo para seleccionar datos a capturar por el dispositivo. Un dato, por tanto, es cualquier pieza abstracta o concreta de información adecuada para la solución de problemas (KASZAP; FERLAND; STAN, 2013). La principal característica de los juegos serios es que ayudan al jugador a lograr objetivos de aprendizaje mediante experiencias entretenidas; es el entretenimiento el que compromete al estudiante (MORTARAA et al., 2014). Entre los desafíos que enfrentan los JED se encuentran: hallar un adecuado balance entre el juego y las actividades de aprendizaje y entre los retos del juego y las habilidades del alumno; incluir convincentemente los objetivos educativos en un escenario de juego; y financiar los excesivos costos de desarrollar juegos de alta calidad (KICKMEIER-RUST; ALBERT, 2010).

Los Escenarios de Aprendizaje Inmersivo Multiusuario (EAIM) refieren los juegos serios centrados en tareas auténticas que proporcionan entornos artificiales y/o reales; retan y tientan la curiosidad de los alumnos; tienen metas adecuadas y concretas; y retroalimentan de forma clara, motivadora y constructiva. Los EAIM posibilitan el aprendizaje a través de experiencia, exploración, práctica y reflexión. El contenido educativo debe ser la esencia de los juegos serios, de modo que los alumnos puedan usar el conocimiento y aplicar habilidades mientras juegan en entornos de aprendizaje cuidadosamente diseñados (NADOLSKI et al., 2012).

“Los mundos de juego narrativamente argumentados tales como *World of Warcraft* o *Everquest* regularmente tienen un propósito fijo orientado por objetivos” (JOHNSON; LEVINE, 2008, p. 162). La diversión compromete y puede ser garantizada mediante guiones, gráficos, mecanismos de colaboración y dispositivos de interacción. El aprendizaje implementa un enfoque pedagógico al estructurar el contenido educativo y organizar su presentación (MORTARAA et al., 2014). Los juegos de computador integrados a la educación, o *educacimiento*⁴, pueden hacer más llevadera una actividad académica (HUANG; RAUCH; LIAW, 2010).

Plataformas de comunicación educativas

La Universidad del Norte de Texas desarrolló *simSchool*⁵, un entorno de aprendizaje virtual con avatars en diferentes niveles de habilidad, grupos por edades y contenidos académicos. Los instructores pueden usar actividades de aprendizaje previamente diseñadas por otros usuarios del *simSchool* y disponibles en una amplia base de datos o pueden trabajar con diseñadores para crear sus propios ejercicios (LUDLOW, 2015).

4- Término acuñado por los autores de este trabajo al relacionar educación y entretenimiento.

5- Ver <http://www.simschool.org>

TLE *TeachLivE*⁶ fue desarrollado por educadores y científicos de la computación de la Universidad del Centro de la Florida, como un salón de clase simulado que faculta a docentes potenciales y activos para adquirir y refinar habilidades de gestión instruccional y didáctica durante entrenamiento formativo y capacitación. Se trata de una aplicación de realidad que combina un ambiente virtual de aprendizaje con un entorno de clase del mundo real. El usuario interactúa con uno o más *avatars* en diferentes actividades de aprendizaje (LUDLOW, 2015).

*OpenSimulator*⁷, plataforma creada por *Linden Lab* e IBM, es compatible con *Second Life*[®] y con otros visualizadores del mundo virtual, por lo que los usuarios se pueden mover entre estas plataformas. El software permite a los usuarios crear sus propios ambientes virtuales personalizados, de modo que diversos investigadores lo han usado para crear simulaciones para estudiantes de educación básica (LUDLOW, 2015). Por su parte, el Agente *Steve* (agente pedagógico) apoya el proceso de aprendizaje al demostrar habilidades a los estudiantes, responder preguntas, observar a los estudiantes mientras desarrollan sus tareas y orientar cuando los usuarios enfrentan dificultades (PAN et al., 2006).

Aprendizaje virtual

Los entornos virtuales multi-usuarios (EVMU) son ambientes que apoyan la internalización del proceso y las estrategias de adquisición de conocimiento personalizado. De igual modo pueden hacer del conocimiento algo tangible y crear experiencias de acción más que conocimiento basado exclusivamente en la teoría (BREDL et al., 2012).

Enfoques de aprendizaje inmersivo

Los espacios virtuales aplican teorías y estrategias que optimizan la experiencia del aprendizaje, a continuación se presentan cuatro de ellos:

1) Juego de roles. Los jóvenes, familiarizados con *avatars*, pueden expresar lo que piensan y sienten, estimulando su creatividad e imaginación (HUANG; RAUCH; LIAW, 2010). En recreaciones históricas se invita a que los estudiantes asuman roles de personajes famosos y analicen y reflexionen sobre eventos y decisiones del pasado (JOHNSON; LEVINE, 2008). Es importante orientar las actividades en torno a un ejercicio de enseñanza basado en problemas, en la medida que ello promueve una experiencia más intencional (HOLMES, 2007).

2) Aprendizaje situado. La realidad virtual inmersiva ofrece a los estudiantes una variedad de experiencias de aprendizaje situado, mayor a la proporcionada en un encuentro de salón de clase tradicional. Esto, al crear un fuerte sentido de presencia, es lo que en simultánea motiva y produce que en el proceso cognitivo del estudiante, el aprendizaje

6- Ver <http://teachlive.org>

7- Ver <http://opensimulator.org>

cale más profundamente. Se adquiere conocimiento y habilidades al reflexionar cómo se obtiene y aplica el conocimiento en situaciones cotidianas (HUANG; RAUCH; LIAW, 2010).

3) Aprendizaje basado en problemas. La habilidad para solucionar problemas es una habilidad crítica del aprendizaje, por tanto, los educadores adoptan una variante de este aprendizaje para mejorar las habilidades de los estudiantes. En entornos virtuales, se simulan problemas auténticos y los estudiantes colectivamente deben plantear y discutir las soluciones. De esta forma, se ofrecen distintas facetas de un asunto permitiéndoles comparar pensamiento individual con el de otros (HUANG; RAUCH; LIAW, 2010). Los alumnos pueden promover su propia creatividad, usando una habilidad de pensamiento para la solución, visualizando nuevas ideas y conceptos. La visualización creativa “[...] es la técnica para ayudar a los alumnos a desarrollar la imaginación que desean alcanzar en entornos virtuales” (HUANG; RAUCH; LIAW, 2010, p. 1175). *Skoolaborate* promueve la colaboración en proyectos de acción social que benefician a estudiantes menos privilegiados. Sus proyectos integran currículo y tecnologías digitales dentro de una acción global colaborativa. “Los proyectos que aprovechan los aspectos sociales de mundos virtuales pueden proporcionar poderosas experiencias de aprendizaje y conexiones duraderas, imposibles frente a limitaciones geográficas” (JOHNSON; LEVINE, 2008, p. 164).

4) Aprendizaje constructivista. Desde el constructivismo social existe una negociación de significados para desarrollar entendimientos comunes entre estudiantes o entre estudiante y docente. Construir y crear en los mundos virtuales son formas en las que el entorno inmersivo puede conectar al educando, comprometiéndolo con la interpretación, análisis y síntesis de nuevas ideas (WOOLLARD, 2011). La versión social del constructivismo enfatiza la forma como los estudiantes adquieren nuevas estrategias de colaboración entre pares, esto debido a los altos niveles de presencia, motivada por los mundos virtuales (GIL; ROMANS, 2010). Dentro de las visiones constructivistas se encuentran el aprendizaje experiencial, el basado en la indagación, el colaborativo, por descubrimiento guiado y el aprender haciendo.

Educación formal

En la educación, “[...] el mundo virtual posibilita un contexto y un sentido de presencia, además de permitir al usuario la interacción con un mundo al cual no podría tener acceso de otro modo” (MACHET; LOWE; GÜTL, 2012, p. 538). En consecuencia, “[...] la virtualidad asiste a los escolares en el aprendizaje, en la adquisición y puesta en práctica de habilidades y en el involucramiento en ejercicios de juego de roles” (LUDLOW, 2015, p. 3). Los entornos virtuales apoyan el aprendizaje activo, mejorando tanto la profundidad del aprendizaje, como la experiencia general, al estimular interacciones entre estudiantes y entorno virtual (REN et al., 2015). Pensando en la educación primaria y secundaria, a continuación, se presentan los tópicos en los que se podría pilotear la enseñanza virtual.

Ciencias. La realidad virtual como complemento de los laboratorios permite que los educandos se preparen y entiendan los objetivos de un experimento. Los estudiantes tienden a prestar atención en un entorno virtual inmersivo, dado un mayor nivel de

compromiso, involucramiento y sentido de presencia comparado con el entorno de laboratorio manual tradicional. Esto podría conducir a una experiencia de aprendizaje mejorada, mayor memorización de los objetivos y conceptos clave y a un destacado desempeño en el laboratorio (BAILENSEN et al., 2008). Los laboratorios pueden ser usados como espacio para enseñar la relación entre modelos y realidad, sus objetivos se resumen en: 1) entendimiento integrado de los conceptos de la ciencia (saber, usar e interpretar); 2) habilidades de procesamiento para generar y evaluar entendimiento científico; 3) comprensión epistemológica del conocimiento científico; y 4) actitudes e identidad relevantes para la participación y el compromiso en actividades científicas (MACHET; LOWE; GÜTL, 2012). Para aquellos sistemas que buscan despertar en los estudiantes inquietudes investigativas a temprana edad, los laboratorios virtuales de ciencias contribuirían al logro de dicho propósito.

Cultura. Los mundos virtuales permiten al público en general apreciar remotamente (en espacio y tiempo) contenidos culturales a través de experiencias inmersivas. Los museos virtuales ofrecen la oportunidad de explorar un sitio remoto, manipular reliquias frágiles sin el riesgo de dañarlas (MORTARAA et al, 2014). En este frente, *Aprendeaver* –proyecto que desarrolla un material multiplataforma– prepara a los estudiantes para visitas culturales y fomenta el aprendizaje, en un entorno de juego, donde enfrentan diversos retos⁸. Por su parte, zoológicos y acuarios, también podrán ser visitados a través de realidad virtual. En el *SeaWorld Orlando*, los visitantes tienen la posibilidad de embarcarse en una “[...] misión hacia las profundidades del mar junto con criaturas inspiradas en animales extintos y legendarios, con visualización digital personalizada y auriculares de alta tecnología que proporcionan mayor nivel de emoción”⁹.

Idiomas. El Departamento de Idiomas, Lingüística y Estudios de Área de la *University of the West of England*, (2009) encuentra en *Second Life* el potencial para la preparación del año en el extranjero de sus estudiantes. Para el caso particular, *Second Life* tuvo el potencial de hacer que los estudiantes aprendieran a través de simulaciones y enfrentaran situaciones reales sin riesgos. Los estudiantes revelan una mejora en sus habilidades idiomáticas y logran mayor consciencia de aspectos culturales, confianza y motivación (GIL; ROMANS, 2010).

Educación básica, secundaria y especial

Estudios recientes explican porque al incorporar elementos de entretenimiento, juegos e historias resultan efectivos. El entretenimiento compromete al alumno, de modo que la experiencia es percibida como placentera, así que el alumno invierte más tiempo en ella (ZUNGRI, 2015).

Educando nuevas generaciones. No cabe duda que en la actualidad, el docente enfrenta una generación de Nativos Digitales: niños que se aproximan a internet y videojuegos a temprana edad. Resulta normal, por tanto, encontrar generaciones jóvenes frustradas con los procesos tradicionales de enseñanza–aprendizaje (ZUNGRI, 2015). Usando la realidad virtual y la comunicación instantánea, los estudiantes pueden ser

⁸- Tomado de <https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/la-neuroeducacion-llega-a-las-aulas/25482.html>

⁹- <http://www.eltiempo.com/vida/viajar/seaworld-contara-con-realidad-virtual-en-el-2017-28900>

visualmente más conscientes y conversar en tiempo real y recibir retroalimentación de sus tutores y de sus pares, sin importar su ubicación geográfica.

Es importante invocar de nueva cuenta las tres interfaces tecnológicas que inciden en la forma como se aprende: 1) el computador; 2) los entornos virtuales multiusuario que involucran a los usuarios en experiencias con *avatars*; 3) la realidad aumentada que permite a los estudiantes acceder a información virtual superpuesta sobre paisajes físicos (DUNLEAVY; DEDE; MITCHELL, 2009). Entre las experiencias de aprendizaje virtual reconocidas, se registran: *Virtual European School* (VES); *Intelligence Distributed Virtual Training Environment* (INVITE); *Educational Virtual Environment* (EVE); y *Active World Educational Universe* (AWEDU). “Todos usan gráficas 3D simulando salones de clase, ofrecen chats, presentaciones, animaciones, documentos de apoyo y *avatars*” (MONAHAN; MCARDLE; BERTOLOTTI, 2008, p. 1342).

En China y en Singapur se ha tomado plena conciencia de la importancia de los entornos virtuales para el aprendizaje y para el entrenamiento y entretenimiento (*entretenimiento*), con dos proyectos bien conocidos: *E-Teatrix* y el Cubo Mágico de Historias (PAN et al., 2006). *E-Teatrix* ayuda a los niños a incrementar su habilidad para contar historias, como para aprender y comunicarse con los demás a través de una interfaz de computador. Ellos pueden expresar lo que piensan y sienten a través de sus personajes, estimulando su creatividad e imaginación. El Cubo es una interfaz de realidad aumentada para narraciones, que usa un cubo plegable como componente tangible y una interfaz narrativa interactiva. Se usan lentes virtuales con una cámara en frente para lograr la perspectiva en primera persona de las escenas 3D, en tanto se da una manipulación directa sobre el proceso de la historia mediante interacciones manuales (PAN et al., 2006).

Educación remota. La desarticulación geográfica no es escollo mayor en el aprendizaje. Así, usando laboratorios científicos remotos y sistemas de videoconferencias, los instructores pueden orientar cursos e interactuar con los estudiantes ubicados en locaciones geográficas remotas. Según Schmidt y Cohen (2013 apud LUDLOW, 2015), en un futuro cercano, la gente vivirá en simultáneo en el mundo real y el virtual; participando en ambientes virtuales completamente inmersivos; enviando representaciones holográficas de sí mismos a otros puntos geográficos; y adelantando tareas remotas dando órdenes de acciones a robots con movimientos físicos y mediante comandos de voz. El refinamiento y mayor uso de la realidad virtual por parte de los niños, contribuirá para que las escuelas rurales accedan a programas educativos y servicios de intervención, actualmente disponibles para pocas comunidades remotas. Versiones más sofisticadas de los actuales juegos de realidad virtual y *avatars* ayudarán a los educadores rurales y proveedores de servicios a suministrar programación de alta calidad (LUDLOW, 2015).

Estudiantes con discapacidades. “Las aplicaciones de realidad virtual están siendo usadas para que estudiantes con discapacidad fortalezcan conceptos y desarrollen habilidades” (LUDLOW, 2015, p. 6). Para estudiantes con deficiencias auditivas: una versión 3D de Tetris (videojuego) soporta el aprendizaje de conceptos académicos; *Mathsigner* sirve para aprender matemáticas usando un personaje animado; programas de realidad virtual de *Vcom3D* apoyan la enseñanza de conceptos de matemáticas y ciencias; y *Second Life*® apoya el aprendizaje sobre ciencias computacionales (LUDLOW, 2015).

Para discapacidad auditiva se han diseñado aplicaciones de realidad virtual. Los *avatars* simbólicos, por ejemplo, son imágenes animadas 3D que puede gesticular palabras y oraciones para mostrar las formas de simbolizar o traducir texto en lenguaje de señas. SMILE fue diseñado para enseñar matemáticas y ciencias a través de la manipulación de objetos en un mundo tridimensional e interacción con *avatars* simbólicos. *SignTutor* se diseñó para aprender y practicar gesticulación mediante exhibición de señales en video o avatar y analizar señales producidas por los usuarios, donde el avatar retroalimenta sobre formas para corregir errores (LUDLOW, 2015).

Un instructor de la Universidad de West Virginia experimentó con *Dragon Naturally Speaking* (software para el reconocimiento de voz) para que estudiantes con dificultades auditivas o sordera visualicen los comentarios verbales del instructor y de los compañeros en clase. Otros instructores investigan el uso de pantallas lectoras en *Second Life* (interpretan texto y lo transmiten a través de sintetizadores de texto a voz, iconos sonoros o salidas *braille*), para los que tienen problemas de visión o ceguera accedan a información presentada en pizarras y tarjetas. Otro instructor construyó dieciocho avatars estáticos (*bots*) con respuestas pre-programadas que representan alumnos en un entorno de salón de clase. Cada alumno *bot* está programado con su propia personalidad y niveles de logro académico. Se crearon actividades para que los alumnos enseñaran lecciones a los bots, analizaran los errores que cometían y eligieran prácticas apropiadas, basadas en evidencia para enmendar errores (HARTLEY; LUDLOW; DUFF, 2015).

Los estudiantes con trastornos del espectro autista también se han beneficiado de los entornos de aprendizaje virtual. *The Transporters*, serie animada de vehículos 3D con rostros humanos superpuestos, es usada para enseñar sobre conciencia facial (GOLAN et al., 2010). *FaceSay* es un programa de habilidades sociales con asistentes avatar para promover la mirada, expresiones faciales y emociones (HOPKINS, et al., 2011). *Second Life* es usado para construir escenarios sociales para adolescentes y adultos jóvenes y fomentar la práctica de habilidades sociales (LUDLOW, 2015).

Algunas aplicaciones tecnológicas en México y Colombia

Las secciones previas presentan algunos de los desarrollos virtuales más significativos que apoyan el proceso enseñanza-aprendizaje. Todos ellos evidentemente han sido creados en países avanzados, esta sección se dedica a presentar y difundir las creaciones en México y Colombia, enmarcándolas en la estructura conceptual presentada. Las experiencias se encuadran en tres frentes esenciales: la realidad aumentada, la simulación y los juegos serios.

Realidad aumentada

Lion Group en México, creó una aplicación móvil para el acuario de Veracruz; esta aplicación funciona a partir de la cámara del dispositivo móvil que al detectar un patrón (logo o letras) genera una imagen 3D de la especie observada (medusas, tiburones, etc.)¹⁰.

10- <http://semanal.jornada.com.mx/ultimas/2016/09/19/joven-crea-aplicacion-de-realidad-aumentada-con-fines-educativos>

Simulación

En la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín (Colombia), estudiantes de la facultad de diseño usaron la simulación como estrategia pedagógica y crearon el simulador de estados funcionales del adulto mayor, a fin de experimentar la condición de una persona de la tercera edad. Consta de un arnés que va hasta las piernas y entorpece la postura y la marcha del usuario, unos guantes que disminuyen la motricidad fina, unos audífonos que producen sordera y unos lentes que simulan glaucoma, degeneración macular o cataratas. Esta herramienta educativa recrea los cambios físicos y fisiológicos que el cuerpo humano experimenta con la edad (DE LEÓN, 2016).

Juegos serios

En la Universidad Nacional Autónoma de México UNAM, un académico desarrolló una aplicación del juego *Baby-Bee* que genera conciencia sobre la importancia de las abejas, a la par que enseña matemáticas a los niños mayores de ocho años. El objetivo es “[...] ayudar a la abeja bebé a cruzar su panal y llegar hasta las flores, para obtener alimento; para lograrlo, debe reunir herramientas, construir puentes, resolver laberintos y rompecabezas” (MORENO, 2017, s/p).

Tres estudiantes de bachillerato de un colegio colombiano desarrollaron el videojuego *Mission Street*, para que los niños afectados por el síndrome de Down aprendieran las señales de tránsito y, de ese modo, cruzaran las calles de la ciudad de forma segura, evitando accidentes. A través de una experiencia virtual, el niño asume el control de un avatar que camina por las calles de una ciudad virtual, enseñándole los patrones de conducta adecuados para moverse en un entorno urbano¹¹.

Indudablemente, estas iniciativas, aunque pocas, deben inspirar a los docentes con deseos de incorporar la tecnología en sus cursos en las escuelas rurales. De igual manera, se aprecian grandes potencialidades para la educación especial, generando modelos educativos inclusivos y adecuados a las demandas de cada nivel formativo. Como se aprecia, queda pendiente compartir las aplicaciones y los juegos serios a través de alguna plataforma virtual, para que una mayor cantidad de estudiantes se beneficien, una buena opción puede ser simSchool.

Conclusiones

Como fue esbozado inicialmente, este estado del arte pretende ser de utilidad para que aquellos profesionales de la educación se familiaricen con los conceptos, desarrollos y usos recientes de los mundos inmersivos. Es evidente que los países desarrollados aplican de forma inmediata a su creación los avances tecnológicos en materia educativa; a la par, son utilizados para superar las distancias geográficas. Si la ubicación geográfica es

11- <http://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/videojuego-para-ninos-con-sindrome-de-down-36692>

una limitante, las plataformas de realidad virtual constituyen una gran oportunidad para llevar educación a lugares lejanos y desconectados. Los entornos de aprendizaje virtual multiusuario EAVMU resultan especialmente efectivos para la educación a distancia, ya que intensifican el sentido de inmediatez y presencia social experimentado por los usuarios en un entorno en línea. Los entornos colaborativos no sólo fomentan la adaptabilidad y la sociabilidad, también promueven el pensamiento crítico de los alumnos más jóvenes. El refinamiento y mayor uso de la realidad virtual por niños facilitará a las instituciones de educación rurales una mayor oferta de programas educativos. Es de resaltar que en estos países, las plataformas de aprendizaje virtual como *simSchool* han sido creados por laboratorios, universidades, empresas o alianzas estratégicas entre estos actores, sin una presencia protagónica del sector público. Muchos de estos desarrollos son de libre acceso para la comunidad. En suma, los países industrializados aprovechan al máximo todas las potencialidades de la tecnología para la educación.

En contraste, los países en desarrollo presentan un notable rezago en términos de virtualidad y se insiste en los procesos tradicionales de enseñanza-aprendizaje, sin la inclusión de nuevas tecnologías ni metodologías. Siempre la aspiración es que la introducción de desarrollos tecnológicos esté soportada por el presupuesto público, de modo que universidades y empresas se desentienden de dicha responsabilidad. Desafortunadamente, y a pesar de la permanente invocación en la mayoría de las políticas públicas educativas, el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) se reduce al acceso al internet y a una terminal de computador. Una isla virtual, un agente *avatar*, un simulador escolar, etc., siguen estando en la categoría de inconcebibles. Pero, contrario a lo que muchos piensan, lo importante de la realidad virtual no es la tecnología, sino el valor que suman los educadores y desarrolladores a los entornos de aprendizaje. Y es que queda demostrado que los mundos virtuales son producidos colaborativamente. Precisamente, la perspectiva performativa es la que entiende los mundos virtuales como configuraciones socio-materiales, dinámicas y contingentes que involucran múltiples actores y agentes en distintos lugares y diferentes tiempos.

Bajo estas consideraciones, mientras que en los países europeos o en Norteamérica, los estudiantes realizan prácticas en mundos inmersivos para aprender un idioma o asimilar otras culturas; en países como Colombia o México, dichos entornos no ayudan ni siquiera a superar las barreras geográficas nacionales. Las potencialidades de la tecnología no son aprovechadas, confirmando de esta forma la hipótesis central del estado del arte: existe una brecha significativa en los usos de los nuevos desarrollos tecnológicos en la educación.

Los educadores con habilidades de programación pueden crear sus propios cursos en entornos virtuales, pero para aquellos sin tal habilidad, el proceso de crear un sistema para aplicación educativa podría resultar extremadamente retador. Se hace evidente, entonces, la necesidad de un conocimiento mínimo en materia de programación, pero también, claridad conceptual en términos de entornos de aprendizaje inmersivo y de los nuevos procesos de enseñanza a generaciones de estudiantes diferentes.

Referencias

- ALLMENDINGER, Katrin. Social presence in synchronous virtual learning situations: the role of nonverbal signals displayed by Avatars. **Educational Psychology Review**, Dordrecht, n. 22, p. 41-56, 2010.
- BADILLA, María Graciela; MEZA, Sandra. A pedagogical model to develop teaching skills: the collaborative learning experience in the immersive virtual world TYMMI. **Computers in Human Behaviors**, Amsterdam, v. 51, p. 594-603, 2015.
- BAIENSON, Jeremy et al. The use of immersive virtual reality in the learning sciences: digital transformations of teachers, students, and social context. **The Journal of the Learning Sciences**, London, v. 17, n. 1, p. 102-141, 2008.
- BREDL, Klaus et al. The Avatar as a knowledge worker? How immersive 3D virtual environments may foster knowledge acquisition. **Electronic Journal of Knowledge Management**, Sonning Common, v. 10, n. 1, p. 15-25, 2012.
- CHENG, Yufang; WANG, Shwu. Applying a 3D virtual learning environment to facilitate student's application ability: the case of marketing. **Computers in Human Behavior**, Amsterdam, v. 27, n. 1, p. 576-584, 2011.
- DE LEÓN, Jesús. Estudiantes del país crean un simulador de la tercera edad. **El Tiempo**, Bogotá, Sección Ciencias, 16 dic. 2016. Disponible en: <<http://www.eltiempo.com/estilo-de-vida/ciencia/simulador-de-la-tercera-edad-de-estudiantes-de-la-upb-medellin/16774070>>. Acceso en: 4 en. 2016.
- DUNLEAVY, Matt; DEDE, Chris; MITCHELL, Rebecca. Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. **Journal of Science Education and Technology**, Switzerland, v. 18, n. 1, p. 7-22, 2009.
- ESTUDIANTES CREAN juego que ayuda a niños con síndrome de Down**. Colombia, 20 sept. 2016(a). Disponible en: <<http://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/videojuego-para-ninos-con-sindrome-de-down-36692>>. Acceso en: 21 jun. 2018.
- GAO, Fei; NOH, Jeongmin; KOEHLER, Matthew. Comparing role-playing activities in Second Life and face-to-face environments. **Journal of Interactive Learning Research**, Waynesville, v. 20, n. 4, p. 423-443, 2009.
- GIL, Mari-Carmen; ROMANS, Susanna. Exploring the potential of Second Life to prepare language students for their year abroad. **The International Journal of Technology, Knowledge and Society**, Illinois, v. 6, n. 6, p. 57-66, 2010.
- GOLAN, Ofer et al. Enhancing emotion recognition in children with autism spectrum conditions: an intervention using animated vehicles with real emotional faces. **Journal of Autism & Developmental Disorders**, Wien, v. 40, p. 269-279, 2010.

GREGORY, Sue; MASTERS, Yvonne. Real thinking with virtual hats: a roleplaying activity for pre-service teachers in Second Life. In: LEE, In Mark; DAGARNO, Barney; FARLEY, Helen (Ed.). Virtual worlds in tertiary education: an Australasian perspective. **Australasian Journal of Educational Technology**, Tugun, v. 28, n. 3 (Special issue), p. 420-440, 2012.

HARTLEY, Melissa; LUDLOW, Barbara; DUFF, Michael. Second Life®: a 3D virtual immersive environment for teacher preparation courses in a distance education program. **Rural Special Education Quarterly**, Morgantown, v. 34, n. 3, p. 21-25, 2015.

HEYDARIAN, Arsalan et al. Immersive virtual environments versus physical built environments: a benchmarking study for building design and user-built environment explorations. **Automation in Construction**, Amsterdam, v. 54, p. 116-126, 2015.

HOLMES, Jeffrey. Designing agents to support learning by explaining. **Computers & Education**, Amsterdam, v. 48, p. 523-547, 2007.

HOPKINS, Ingrid Maria et al. Avatar assistant: improving social skills in students with an ASD through a computer-based intervention. **Journal of Autism & Developmental Disorders**, Wien, v. 41, p. 1543-1555, 2011.

HUANG, Hsiu-Mei; RAUCH, Ulrich; LIAW, Shu-Sheng. Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: based on a constructivist approach. **Computers & Education**, Amsterdam, v. 55, p. 1171-1182, 2010.

HUANG, Wen Hao; HOOD, Denice; YOO, Sun Joo. Gender divide and acceptance of collaborative Web 2.0 applications for learning in higher education. **Internet and Higher Education**, Amsterdam, v. 16, p. 57-65, 2013.

JOHNSON, Laurence; LEVINE, Alan. Virtual worlds: inherently immersive, highly social learning spaces. **Theory into Practice**, Abingdon, v. 47, n. 2, p. 161-170, 2008.

JOVEN CREA aplicación de realidad aumentada con fines educativos. México, DC, 19 sept. 2016. Disponible en: <<http://semanal.jornada.com.mx/ultimas/2016/09/19/joven-crea-aplicacion-de-realidad-aumentada-con-fines-educativos>>. Acceso en: 21 jun. 2018.

KASZAP, Margot; FERLAND, Yaïves; STAN, Catinca-Adriana. How scenarios can enhance serious games with augmented reality: "the case of the MITAR Serious Game". **The International Journal of Technology, Knowledge, and Society**, Illinois, v. 8, n. 4, 129-150, 2013.

KICKMEIER-RUST, Michael; ALBERT, Dietrich. Micro-adaptivity: protecting immersion in didactically adaptive digital educational games. **Journal of Computer Assisted Learning**, New Jersey, v. 26, p. 95-105, 2010.

KILMON, Carol et al. Immersive virtual reality simulations in nursing education. **Nursing Education Perspectives**, Philadelphia, v. 31, n. 5, p. 314-317, 2010.

LA NEUROEDUCACIÓN llega a las aulas. **Educación 3.0**, Madrid, 2016. Disponible en: <<https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/la-neuroeducacion-llega-a-las-aulas/25482.html>>. Acceso en: 21 jun. 2018.

LAU, Kung Wong; LEE, Pui Yuen. The use of virtual reality for creating unusual environmental stimulation to motivate students to explore creative ideas. **Interactive Learning Environments**, Abingdon, v. 23, n. 1, p. 3-18, 2015.

LUDLOW, Barbara. Virtual reality: emerging applications and future directions. **Rural Special Education Quarterly**, London, v. 34, n. 3, p. 3-10, 2015.

MACHET, Tania; LOWE, David; GÜTL, Christian. On the potential for using immersive virtual environments to support laboratory experiment contextualization. **European Journal of Engineering Education**, Abingdon, v. 37, n. 6, p. 527-540, 2012.

MONAHAN, Teresa; MCARDLE, Gavin; BERTOLOTTI, Michela. Virtual reality for collaborative e-learning. **Computers & Education**, Amsterdam, v. 50, p. 1339–1353, 2008.

MORENO, Teresa. Desarrollan videojuego para enseñar matemáticas. **El Universal**, Ciudad de México, Sección Nación Sociedad, 16 mzo. 2017. Disponible en: <<http://www.eluniversal.com.mx/articulo/nacion/sociedad/2017/03/16/desarrolla-videojuego-para-ensenar-matematicas>>. Acceso en: 16 marzo. 2017.

MORTARAA, Michela et al. Learning cultural heritage by serious games. **Journal of Cultural Heritage**, Amsterdam, v. 15, p. 318-325, 2014.

MUIR, Tracey et al. Preparing pre-service teachers for classroom practice in a virtual world: a pilot study using Second Life. **Journal of Interactive Media in Education**, Milton Keynes, v. 3, p. 1-17, 2013.

NADOLSKI, Rob et al. Architectures for developing multiuser, immersive learning scenarios. **Simulation & Gaming**, London, v. 43, n. 6, p. 825-852, 2012.

PAN, Zhigeng et al. Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. **Computers & Graphics**, Amsterdam, v. 30, p. 20-28, 2006.

RAMAPRABHA, T.; SATHIK, Mohamed. The efficiency enhancement in non immersive virtual reality system by haptic devices. **International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering**, Jaunpur, v. 2, n. 3, p. 113-117, 2012.

REN, Shuo et al. Design and comparison of immersive interactive learning and instructional techniques for 3D virtual laboratories. **Presence**, Cambridge, v. 24, n. 2, p. 93-112, 2015.

SCHULTZE, Ulrike; ORLIKOWSKI, Wanda. Virtual worlds: a performative perspective on globally distributed, immersive work. **Information Systems Research**, Catonsville, v. 21, n. 4, p. 810-821, 2010.

SEAWORLD innovará con realidad virtual y atracciones más interactivas. Colombia, 20 oct. 2016(b). Disponible en: <<http://www.eltiempo.com/vida/viajar/seaworld-contara-con-realidad-virtual-en-el-2017-28900>>. Acceso en: 21 jun. 2018.

SUTTIEA, Neil et al. In pursuit of a 'serious games mechanics' a theoretical framework to analyse relationships between 'game' and 'pedagogical aspects' of serious games. **Procedia Computer Science**, Amsterdam, v. 15, p. 314-315, 2012.

WANG, Jia; LINDEMAN, Robert. Coordinated hybrid virtual environments: seamless interaction contexts for effective virtual reality. **Computers & Graphics**, Amsterdam, v. 48, p. 71-83, 2015.

WOOLLARD, John. When 'teaching a class of daemons, dragons and trainee teachers' –learning the pedagogy of the virtual classroom. **Management in Education**, London, v. 26, n. 2, p. 45-51, 2011.

ZUNGRI, Domenico. Embracing immersive learning, from schools to workplaces. **Sociologia del lavoro**, Milano, v. 137, p. 231-243, 2015.

Recibido en: 22.11.2017
Revisiones en: 18.06.2018
Aprobado en: 10.08.2018

Claudia Eugenia Toca Torres tiene doctorado en Ciencias Políticas y Sociales, maestría en Organizaciones y Especialidad en Administración de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Actualmente docente de Ciencia Política y Administración Urbana en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM).

Jesús Carrillo Rodríguez tiene doctorado en Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); maestría en Gobierno y Asuntos Públicos (FLACSO-México); especialidad en Dinámica de Sistemas de la Universidad Politécnica de Cataluña. Actualmente es docente de Ciencia Política y Administración Urbana en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM).