



Revista Científica General José María Córdova

ISSN: 1900-6586

ISSN: 2500-7645

Escuela Militar de Cadetes "General José María Córdova"

Sousa Ferreira, Regivaldo; Campanari Xavier,
Rogério Aparecido; Rodrigues Ancioto, Alex Sandro
La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional
Revista Científica General José María Córdova, vol. 19, núm. 33, 2021, pp. 223-241
Escuela Militar de Cadetes "General José María Córdova"

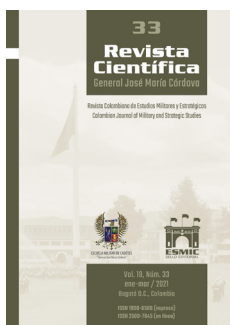
DOI: <https://doi.org/10.21830/19006586.728>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476268269011>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto



Revista Científica General José María Córdova

(Revista colombiana de estudios militares y estratégicos)

Bogotá D.C., Colombia

ISSN 1900-6586 (impreso), 2500-7645 (en línea)

Web oficial: <https://www.revistacientificaesmic.com>

La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional

Regivaldo Sousa Ferreira

<https://orcid.org/0000-0003-3245-5141>

regivaldo.ferreira@ifsp.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Brasil

Rogério Aparecido Campanari Xavier

<https://orcid.org/0000-0001-8553-5706>

rogerioacx@ifsp.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Brasil

Alex Sandro Rodrigues Ancieto

<https://orcid.org/0000-0003-1803-4279>

alex_ancieto@ifsp.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Brasil

Citación: Ferreira, R. S., Xavier, R. A. C., & Ancieto, A. S. R. (2021). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(33), 223-241. <http://dx.doi.org/10.21830/19006586.728>

Publicado en línea: 1.º de enero de 2021

Los artículos publicados por la *Revista Científica General José María Córdova* son de acceso abierto bajo una licencia Creative Commons: Atribución - No Comercial - Sin Derivados.



Para enviar un artículo:

<https://www.revistacientificaesmic.com/index.php/esmic/about/submissions>



Miles Doctus



Revista Científica General José María Córdova

(Revista colombiana de estudios militares y estratégicos)
Bogotá D.C., Colombia

Volumen 19, número 33, enero-marzo 2021, pp. 223-241
<http://dx.doi.org/10.21830/19006586.728>

La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional

Virtual reality as a tool for basic and vocational education

**Regivaldo Sousa Ferreira, Rogério Aparecido Campanari Xavier
y Alex Sandro Rodrigues Ancioto**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Brasil

RESUMEN. Este artículo es una contribución al estudio de la implementación de la realidad virtual como herramienta para los procesos de enseñanza y aprendizaje, en especial en el ámbito de la educación básica y profesional. Para ello, se analiza la realidad virtual como una alternativa para asegurar la calidad del proceso educativo, especialmente urgente ante la situación actual de distanciamiento físico debido a la pandemia. Esta investigación indaga los trabajos ya publicados cuyas contribuciones pueden considerarse adaptativas, que se han desarrollado y aplicado en entornos de educación básica y profesional, y que han logrado demostrar resultados efectivos en el proceso educativo. Como conclusión, se evidencia el potencial de la realidad virtual como herramienta educativa, si bien no siempre es la más adecuada, por lo que su uso se debe evaluar y definir con cuidado.

PALABRAS CLAVE: educación a distancia; educación básica; enseñanza superior; innovación pedagógica; realidad virtual; tecnología de la información

ABSTRACT. This article contributes to the study of the use of virtual reality as a teaching and learning tool, especially in basic and professional education. It scrutinizes virtual reality as an alternative to ensuring educational process's quality, especially urgent given the current physical distancing situation due to the pandemic. This research examines previously published works whose contributions can be considered adaptive, developed, and applied in basic and professional education environments and have demonstrated effective educational process results. In conclusion, the potential of virtual reality as an educational tool is evident. However, it is not always the most appropriate; therefore, its use must be carefully evaluated and defined.

KEYWORDS: basic education; distance learning; higher education; information technology; pedagogical innovation; virtual reality

Sección: DOSIER • Artículo de investigación científica y tecnológica

Recibido: 5 de octubre de 2020 • Aceptado: 4 de diciembre de 2020

CONTACTO: Regivaldo Sousa Ferreira ✉ regivaldo.ferreira@ifsp.edu.br

Introducción

El concepto de *realidad virtual*, a primera vista, puede parecer incoherente, por lo cual es necesario prestar atención a la definición de los términos que lo componen. El significado de la palabra *realidad*, según Michaelis y Michaelis (2020), deriva del latín *realitas*, ‘cosas’, contrapuesto a la ficción; es lo que existe, lo verdadero. En cambio, el significado de *virtual*, también del latín *virtualis*, es lo que no es real, practicable, factible o posible. Este mismo autor trae la definición de *realidad virtual* dentro del ámbito de la informática como la forma natural de interacción entre una persona y un computador mediante la inmersión del usuario en un entorno virtual (Michaelis & Michaelis, 2020). A partir de estas definiciones, resulta más coherente unir ambos términos si tenemos en cuenta el fin de hacer algo virtual real. Según Tori et al. (2018), el significado de lo *virtual* se comprende mejor cuando se considera como algo que potencialmente se puede lograr, materializarse. Esto ayuda a conciliar ambos términos.

Es importante considerar los tres pilares que sustentan la realidad virtual: realismo, implicación e interactividad. Dichos pilares ayudarán en este trabajo, en la medida en que conducen al principal objetivo de la realidad virtual: la inmersión.

La experiencia de la realidad virtual implica insertar al participante en un escenario muy cercano al real. De acuerdo con Sherman y Craig (2002), dicha inserción puede resultar atractiva, ya que el usuario puede interactuar con el objeto virtual. Así, acuñado por Jaron Lanier, el término *realidad virtual* se relaciona con los conceptos de lo real y lo virtual, que tienen una importancia central y crean un nuevo concepto para esta tecnología (Tori et al., 2006).

Según Tori et al. (2006), la realidad virtual se relaciona con una “interfaz de usuarios avanzada”, cuyas características involucran la visualización y el movimiento en entornos tridimensionales y la interacción con elementos en dicho entorno en tiempo real. Para estos autores, la experiencia de la interacción del usuario con el mundo real puede aceptarse a través de los estímulos de los sentidos humanos: la vista, el oído, el tacto, el gusto y el olfato. Según Cardoso et al. (2007), la realidad virtual es un sistema computacional que permite la creación de entornos artificiales por parte del usuario. En este tipo de entorno, es posible interactuar, navegar y sumergirse en un espacio tridimensional utilizando canales multisensoriales. Se pueden encontrar otras definiciones en Liu et al. (2017) y Ancioto et al. (2018).

Por otro lado, el concepto de *computación ubicua u omnipresente* se utiliza para describir la presencia de recursos tecnológicos en la vida diaria de las personas, con el fin de hacer imperceptible la interacción entre humanos y computadoras, es decir, para integrar la tecnología con las acciones y comportamientos naturales de las personas (Rodvalho & Moraes, 2017). Es desde este concepto y a través de la realidad virtual que podemos tener una interfaz persona-máquina más natural y potente. La realidad virtual o realidad aumentada, que también se refiere a nuestro objeto de estudio, es un tipo de tecnología

con alta dependencia del procesamiento en tiempo real. Los desarrollos computacionales en estos aspectos, tanto de *hardware* como de *software*, tienen un alto impacto (Araújo, 2003). La evolución del *software* busca habilitar la capacidad de los elementos multi-sensoriales, optimizando los resultados de esta tecnología, mientras que la evolución del *hardware* se orienta a superar la limitación de su aplicación solo en supercomputadoras, permitiendo el uso de plataformas móviles, microcomputadoras o aplicaciones web, y es posible agregar aplicaciones de sonido, gestual, reactivo y táctil (Tori et al., 2006).

Por tanto, esta investigación aborda la realidad virtual para buscar responder a la pregunta de cómo esta puede contribuir en el proceso de enseñanza y aprendizaje, en el contexto de la educación básica y profesional, en diferentes áreas, niveles de desempeño y circunstancias, donde la educación tradicional y remota se puede utilizar de manera diferente. Adicionalmente, se indaga su adaptación al mundo actual.

Marco teórico o conceptual

Realidad virtual: conceptos y significados

El comienzo de la historia evolutiva de la realidad virtual está marcado en la década de los noventa; sin embargo, tiene un origen con experiencias en sectores cinematográficos en 1950, cuando apareció el “sensorama” como una experiencia pionera en el desarrollo de la realidad virtual. A partir de su desarrollo por Morton Heilig, fue posible brindar al usuario la sensación de aromas y vientos simulados de motocicleta en Nueva York a través de una visita tridimensional (Torudd & Olson, 2019). Luego, en 1968, en la Universidad de Harvard, Iván Sutherland construyó una “pantalla montada en la cabeza (HMD)”, considerada como el ícono de la inmersión de realidad virtual mediante la construcción de un casco que permite visualizar imágenes con un sistema de seguimiento incorporado y la capacidad de analizar la posición de la cabeza del usuario (Rolland & Hua, 2005).

Entre 1977 y 1982, los investigadores Daniel J. Sandin, Thomas A. DeFanti y Richard Sayre, de la Universidad de Illinois, desarrollaron los primeros guantes que se conectaron a las computadoras. Las medidas se obtuvieron mediante fotocélulas que cambian según la cantidad de luz y luego según el pliegue de los dedos. Fue solo hasta 1987 que la empresa VPL Researc Inc. comercializó el producto como “Data Glove”; posteriormente, la misma empresa empezó a vender un casco de visualización, al que llamó “Eye Phone” (Woletz, 2018).

Realidad virtual: una breve historia

Entre los años 1989 a 2000 es posible encontrar hitos significativos para la evolución de la realidad virtual, entre ellos el *software* Rend386, a través del cual es posible renderizar objetos 3D en tiempo real utilizando el motor VR386 (Clark, 2015). También en este periodo hubo un *software* que marcó el avance de la realidad aumentada con ARToolKit. La

gran relevancia de este era la facilitación del desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada. Este es un *software* gratuito bajo la licencia publica general GNU. Para los usuarios que desean personalizaciones o soporte avanzado, las licencias comerciales las administra ARToolworks Inc., en Seattle (EE. UU.) (Lamb, 2003). Otros hechos importantes más consolidaron la historia de la realidad virtual.

El trabajo de Sherman y Craig (2002) nos permite comprender e identificar las diferentes formas en que se puede abordar la realidad virtual. Estos autores aplican la realidad virtual para resolver varios problemas, con lo cual han dejado claro que esta no es solo un asunto de entretenimiento, sino que también se puede aplicar para resolver problemas en diferentes campos.

Educación y las tecnologías de información y comunicación en Brasil

En tiempos de pandemia, los estudiantes de todo Brasil, de escuelas tanto públicas como privadas, pertenecientes a todos los niveles de educación, tuvieron que adaptarse a esta nueva realidad global. Ahora más que nunca, internet se destaca como uno de los principales recursos en el proceso educativo. Según el Instituto Brasileño de Geografía e Estadística (IBGE) (2018), en 2018 el 79,1 % de los hogares brasileños tenía internet. Entre los hogares con acceso a internet, el teléfono celular era considerado el principal medio de acceso con un 99,2 %, seguido por el uso de microcomputadoras, que alcanzó el 48,1 %. con la Ordenanza n.º 343 del 17 de marzo de 2020, el Ministerio de Educación determinó la sustitución de las clases presenciales por clases en medios digitales mientras dure la nueva situación por la pandemia de COVID-19 (Ministério da Educação, 2020). En este contexto, es crucial identificar los medios que pueden contribuir al éxito de este nuevo paradigma.

Entre los recursos comúnmente utilizados en la educación a distancia se encuentran los mensajes privados, fotos y listas de discusión, videoclases, chat, biblioteca virtual, entre otros. Si bien estos recursos son capaces de apoyar el proceso de aprendizaje, uno de los desafíos es el impacto cultural de esta modalidad en la vida de los estudiantes, ya que las experiencias de la enseñanza presencial de los estudiantes no se pueden reemplazar plenamente con la educación a distancia, a través de los recursos mencionados (IBGE, 2018).

La pandemia ha obligado a adaptar el proceso de transmisión de conocimientos a través de la educación, adoptando medidas de distancia social y de cierre de las clases presenciales. La educación remota se caracteriza fuertemente por el uso tanto de tecnología como de práctica. Es responsabilidad de la institución educativa, de los tutores y de los estudiantes dedicar esfuerzos para lograr el éxito en esta modalidad. La educación remota puede darse de dos formas: mediante el uso de herramientas sincrónicas o de herramientas asincrónicas por parte de los docentes, con el fin de garantizar la calidad del proceso educativo.

Las herramientas sincrónicas en educación remota requieren que el profesor y el estudiante estén conectados, ya que es un escenario de interacción mutua. Sin embargo,

la interacción no es garantía de calidad, aunque es interesante que los profesores soliciten la colaboración de los estudiantes. Uno de los beneficios de este modelo es la capacidad de que el docente perciba el nivel de compromiso de los estudiantes, lo que puede ser una ventaja a la hora de evaluarlos. Ejemplos de este tipo de herramientas son las conferencias web, chats, webinars, entre otras (Silva, 2020).

Por otro lado, las herramientas asincrónicas se caracterizan porque no requieren dicha conexión simultánea de docentes y estudiantes, es decir, se permite que los estudiantes tengan contacto con los contenidos en un momento y lugar acorde a sus necesidades. Este modelo asincrónico brinda una mayor autonomía para el estudiante; sin embargo, por ello mismo, requiere un mayor compromiso. Se pueden citar como herramientas asincrónicas los webmails, blogs, foros, entre otros (Dellagnelo, 2020).

En cuanto al aula en línea, es importante enfatizar sus diferencias con un repositorio de contenido digital; el aula necesita ser un espacio activo, con actividades dentro y fuera de la plataforma. Para la estructuración de estas actividades, es necesario emplear principios útiles para la adaptación de una determinada tecnología con precisión (Moreira & Schlemmer, 2020).

También vale la pena considerar que una de las bases para el desarrollo de la educación a distancia se rige por la Ordenanza n.º 343 del 17 de marzo de 2020 (Ministério da Educação, 2020), emitida de forma excepcional durante la actual pandemia de COVID-19. Esta norma abrió la posibilidad de reemplazar asignaturas presenciales en cursos regulares con actividades y recursos educativos digitales de las tecnologías de la información y la comunicación (TDIC).

Con el objetivo de asociar la realidad virtual y las tecnologías digitales en la educación, este trabajo busca, mediante una investigación analítica exploratoria, mostrar cómo la realidad virtual puede servir de alternativa para aplicar en los colegios, por educadores y comunidades en diferentes modelos tradicionales (utilizando laboratorios de computación) o mediante el uso de internet y las tecnologías digitales, que permiten acciones sincrónicas o asincrónicas para respaldar diversos contextos educativos.

Por lo anterior, esta investigación realiza el procesamiento de datos obtenidos desde las aplicaciones de realidad virtual en diversas situaciones. Seguido a esto, se analizan las potencialidades de la realidad virtual y sus prácticas en el contexto educativo en sus diferentes etapas: núcleo básico, enseñanza técnica y profesional. Finalmente, se abre una discusión sobre la aplicación de la realidad virtual en actividades educativas de la vida real en el salón de clase, tanto en ambientes presenciales como simulados, que puedan contribuir al proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Metodología

De acuerdo con lo anterior, se exploró y analizó la información relevante en base de datos científicas, relacionada con realidad virtual. Además, se investigó la aplicación de realidad

virtual como herramienta de apoyo a la enseñanza y el aprendizaje, teniendo en cuenta diversos escenarios de aplicación.

Se tuvieron en cuenta las investigaciones publicadas cuyas contribuciones pueden ser consideradas como adaptativas. Teniendo en cuenta que la pandemia, desde marzo de 2020, ha obligado a realizar cambios innovadores en los procesos de enseñanza y aprendizaje usando nuevas tecnologías como la realidad virtual, se atienden sus complejidades a la hora de adaptar y modificar el modelo de aula comúnmente utilizado.

La estructura utilizada considera la presentación de conceptos y revisiones de trabajos según el contenido cubierto, su cronología, resultados y discusiones. En un momento inicial, se busca informar sobre la evolución de la realidad virtual y los procesos que conectan la idea de utilizarla como algo que potencialmente aporta a la educación, en comparación con los métodos tradicionales: pizarrón, libros, películas, entre otras.

Luego se aborda el escenario actual de la pandemia y sus necesidades de adaptación. En relación con esto, los trabajos sobre aplicación de realidad virtual nos permiten evaluar la problemática actual y la aplicación a nuestra realidad. En consideración a esto, se advierten los sesgos de esta aplicación de la realidad virtual, e incluso ciertas dificultades que pueden hacer inviable la aplicación.

Resultados

A continuación se presentan las características y aplicaciones halladas en otros estudios que demuestran la contribución de la realidad virtual en la educación básica y profesional.

Laboratorio Virtual de Experiencia en Electrónica (LVEE).

Circuitos eléctricos

El Laboratorio Virtual de Experiencias Electrónicas (LVEE) es un proyecto que crea un entorno virtual basado en modelos del mundo real, para permitir la experimentación de actividades virtuales relacionadas con circuitos eléctricos (Figura 1). Entre los objetivos de este proyecto se destaca su preocupación por poner el conocimiento a disposición de los estudiantes, mediante actividades prácticas que facilitan el aprendizaje y reducen los costos de implementación, entre otros beneficios. Se desarrolló utilizando VRML (lenguaje de modelado de realidad virtual), Java, módulo PSPICE y Web/CGI Server. En general, sus autores informaron que los sistemas de realidad virtual no funcionaron correctamente con fines educativos, y se limitaron a algunas demostraciones. Uno de los principales problemas encontrados es el de los costos prohibitivos para el establecimiento educativo (Meiguins et al., 2000).

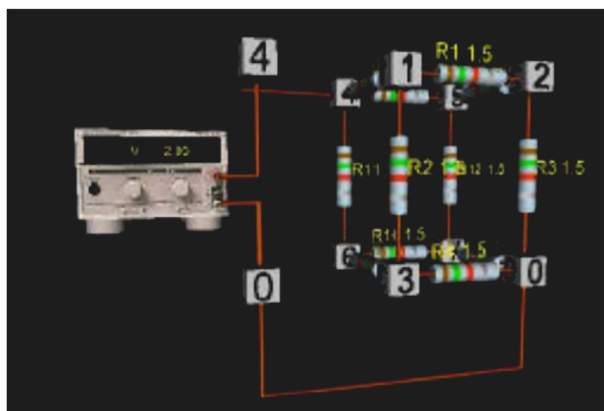


Figura 1. Circuito 3D en formato de cuborresistencias.

Fuente: Meiguins et al. (2000).

Realidad virtual en la educación, salud y seguridad

El trabajo desarrollado por Nemer et al. (2020) utiliza realidad virtual en la educación en el área de la salud y la seguridad, a través de la gamificación de un juego denominado “Trabajar en espacios confinados” (Figura 2). En este juego, el estudiante asume el papel de un trabajador que ingresa a un espacio confinado y se encarga de tomar una serie de decisiones con el fin de puntuar y cumplir los objetivos propuestos, entre ellos el de realizar una inspección en una bomba de agua. Se realizaron pruebas para validar la eficiencia del juego entre los participantes. Con los resultados, los autores identificaron que, de los 28 participantes, el 68,4 % informó que el juego les ayudó a prepararse para la actividad practica y el 79,20 % se sintió como si estuvieran trabajando. Además, se consideró la experiencia de los estudiantes placentera, significativa y efectiva, y que había contribuido al compromiso del estudiante en el proceso de aprendizaje.

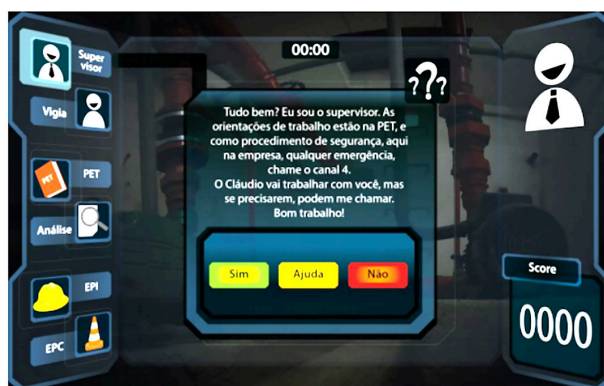


Figura 2. Menú del juego “Trabajar en espacios confinados”.

Fuente: Nemer et al. (2000), SENAI-SP.

Simulador de inmersión e interactivo para informática: escala de disco

En informática, el simulador de inmersión e interactivo propuesto por Ancioto et al. (2018) se desarrolló para permitir al estudiante explorar un entorno tridimensional, con el objetivo principal de aprender algoritmos de escalado de disco, incluyendo las ventajas y desventajas de cada uno. Además, el simulador muestra los elementos físicos de arquitectura interna de los discos magnéticos, así como de los discos sólidos. En este sentido, explora los elementos tridimensionales del contexto (Figura 3).

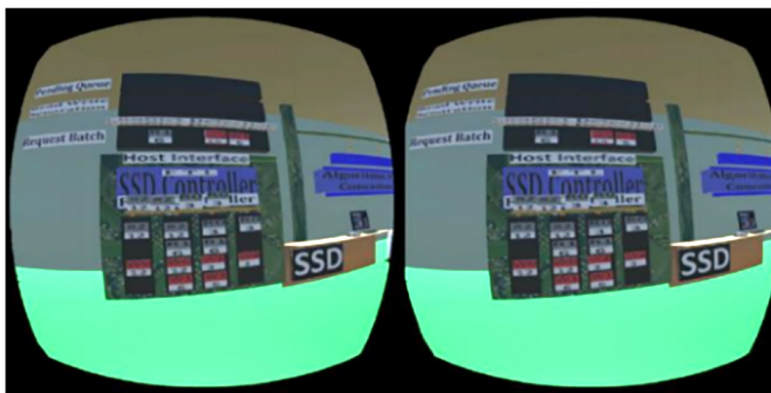


Figura 3. Visualización del simulador 3D (ojo izquierdo y derecho).

Fuente: Ancioto et al. (2018), SENAI-SP.

Este simulador busca desarrollar las habilidades empíricas de los estudiantes en el aprendizaje del algoritmo FCFS en los discos magnéticos, y de los algoritmos PIQ y NOOP para los discos sólidos, al tiempo que permite al docente hacer asociaciones con la arquitectura interna de los discos. En este mismo trabajo se realizaron pruebas de usabilidad, aprendizaje y motivación, que permitieron identificar los puntos que despertaron mayor interés en los estudiantes o que no les agradaron, así como analizar si existía una diferencia estadística significativa en el aprendizaje entre los métodos de enseñanza evaluados.

Si bien el uso de la realidad virtual es visto como un motor importante en el proceso educativo, en las pruebas de conocimiento aplicadas a los estudiantes del curso de redes informáticas integrado al bachillerato, el uso del simulador interactivo y de inmersión no obtuvo diferencias significativas respecto al uso del simulador en entorno 2D (no inmersivo) ni del método tradicional (pizarra) en el proceso de aprendizaje y construcción de conocimientos de algoritmos de programación de discos FCFS, NOOP y PIQ. Aunque, según la evaluación de su aspecto (Figura 4), sí hubo más motivaciones con respecto al uso de simulador en el ambiente HMD (de inmersión) en comparación con el entorno no inmersivo.



Figura 4. Simulación de algoritmo NOOP.
 Fuente: Ancioto et al. (2018).

Simulador de gestión de memoria principal: SigemVR

El simulador propuesto por Freitas (2018) es una herramienta didáctica de inmersión e interactiva complementaria a las disciplinas de sistemas operativos (SO). Esta herramienta permitió simular las principales técnicas de gestión de la memoria RAM utilizadas por diferentes SO. En su estudio se abordaron las técnicas de asignación contigua simple, particionada dinámica y paginación. El simulador, denominado Siembra (Main Memory Management Simulator with Support for VR Technology), presenta al estudiante una experiencia tridimensional, de inmersión y multisensorial a través de representaciones gráficas, textuales y auditivas (Figura 5). Después de diseñar el producto de *software*, se validó para verificar que satisficiera las necesidades del usuario final. Para ello, el simulador SigemVR fue sometido a pruebas de usabilidad y educativas en forma de cuestionarios, con estudiantes del curso de educación superior en análisis y desarrollo del sistema, y del curso técnico en TI de nivel medio integrado.



Figura 5. Ambiente virtual de SigemVR: *hardware*, memoria RAM y CPU.
 Fuente: Freitas (2018).

En su prueba de evaluación educativa, Freitas (2018) concluyó que el rendimiento promedio de los estudiantes que utilizaron el simulador SigemVR en un escritorio y en un entorno de realidad virtual fue significativamente diferente al de los estudiantes que tomaron la prueba en el método tradicional (pizarra). Sin embargo, cuando la comparación se realiza teniendo en cuenta la ejecución del simulador de escritorio y el entorno de realidad virtual, la diferencia entre las puntuaciones medias en la prueba de conocimiento de SO deja de ser significativamente diferente. Se utiliza la prueba de comparación múltiple, la prueba de Tukey, aplicada para comparar promedios por parejas. Según esto, dos promedios son estadísticamente diferentes al nivel de significancia del 5 %.

Simulador de componentes de *hardware*: TI

El simulador propuesto por Scamati (2017) utilizó los beneficios de la tecnología VR para brindar una experiencia de sumergirse, interactuar y navegar como si estuviera dentro de la computadora. En este caso, el simulador permite al docente transportar la sensación de presencia a la computadora, donde el estudiante puede observar la placa base, los recuerdos y la comunicación abstracta entre los elementos computacionales a través de sus procesos. En su estudio, se evaluó la ganancia educativa utilizando VR.

Simulador médico de ginecología (Siteg)

En medicina, Santos (2010) propuso un instrumento de “Simulación medica basada en realidad virtual para la enseñanza y formación de ginecología” (Siteg). El propósito de este simulador es proporcionar un entorno tridimensional e interactivo para el estudio y entrenamiento para el examen de ginecología. En este trabajo se concluyó que hubo una reducción significativa en los errores de los procedimientos médicos; sin embargo, la mayoría de los beneficios que brinda el simulador de VR no son directos y son difíciles de medir.

Simulador para enseñar matemáticas a niños

Roussou (2009) utilizó la realidad virtual para enseñar matemáticas a los niños abordando problemas fraccionarios. En sus pruebas no fue posible encontrar evidencia de éxito en el aprendizaje de conceptos matemáticos para resolver problemas de fraccionarios o en el cambio conceptual a un nivel profundo. En otras palabras, aunque el entorno interactivo ayuda a resolver problemas, es posible que no proporcione un marco para el aprendizaje conceptual.

En la Tabla 1 se ilustran las principales características de los simuladores de inmersión e interactivos explorados, que fueron usados en entornos educativos diferentes y destacan por su contribución en diferentes áreas y niveles educativos.

Tabla 1. Matriz de datos sobre el uso de la realidad virtual

Autor	Entorno	Área de acción	Nivel educativo	Principales ventajas
Meiguins et al. (2000)	LVEE (Laboratório Virtual de Experiências de Eletrônica)	Electrónica	Superior	Inmersión e interactividad
Roussou (2009)	Playground Virtual	Matemática	Medio	Inmersión e interactividad
Santos (2010)	Simulador médico em ginecologia (SITEG)	Medicina	Superior	Inmersión e interactividad
Scamati (2017)	Simulador de componentes de <i>hardware</i> : informática	Computación	Superior y medio, integrado al técnico	Inmersión e interactividad
Ancioto et al. (2018)	Simulador de algoritmos de disco magnético	Computación	Superior y medio, integrado al técnico	Inmersión e interactividad

Fuente: Elaboración propia.

Analizando esta tabla, se debe destacar la inmersión y la interactividad como factores importantes para la simulación en cualquier escenario y área de aplicación. Con esta mirada de simuladores, destacamos las áreas de electrónica, medicina, matemáticas e informática, que fueron elegidas por el uso de la realidad virtual, y por los temas que tratan, que pueden resaltar visiones en diferentes niveles educativos. En particular, destacamos los simuladores que son útiles en la educación básica y profesional.

Además, se destaca una organización cronológica de los simuladores, lo que indica que, con el tiempo, los simuladores también se aplican a la informática. A continuación, discutiremos cómo los simuladores pueden usarse en la perspectiva de la computación y cómo se puede aplicar en la educación básica y profesional, con especial atención a las características de la educación brasileña.

Discusión

Realidad virtual aplicada al contexto de la educación brasileña

Una mirada cercana a la necesidad de utilizar estrategias diferenciadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje aparece cuando observamos la estructura básica de la educación nacional brasileña. La ley de lineamientos y base cataloga la educación integral como de-

recho social y fundamental, lo que conlleva la visión de construir el perfil del ciudadano y también la valoración para el trabajo. Los amplios procesos educativos apuntan a la necesidad de brindar oportunidades para la integración entre elementos como la cultura, la sociedad, la familia y la escuela, para lo cual se destaca el importante papel de la enseñanza de habilidades y competencias, que reflejan tanto la preparación para el trabajo como su práctica social (Lei 9394, 1996).

En este sentido, la perspectiva de un entorno simulado puede abrir un nuevo horizonte sobre la diversificación del instrumento de evaluación en diferentes tipos de cursos. Existen posibilidades de observar objetivos dinámicos y planes de enseñanza que pueden dialogar con acciones integradas entre docentes (Basile & Ramírez, 2020), para así llevar a cabo la estructuración viable de un instrumento de evaluación que pueda darse dentro de un entorno simulado caracterizado por la realidad virtual.

Peso a que ya se ha habido implementaciones de realidad virtual, su uso no se ha consolidado en un sentido amplio, independientemente del sector en que se utilice. En este sentido, el objetivo principal de la implementación de la realidad virtual es brindar comprensión, ya sea entendiendo una historia divertida, aprendiendo un concepto abstracto o practicando una habilidad real (concreta). La experiencia de participar en una acción mediante el uso de sensores (interactivos) que simulan y captan la capacidad sensorial humana, o mediante recursos que aumentan la motivación a través de experiencias de inmersión, permite incrementar la comprensión en el proceso de aprendizaje.

Realidad virtual, espacio escolar y uso de las tecnologías de la información y la comunicación digital

La realidad virtual puede agregar aspectos de interacción en los procesos de enseñanza y aprendizaje tradicionales. Así, la tendencia de utilizar nuevas tecnologías en el colegio y crear un modelo híbrido puede traer un potencial de asociación entre la forma en que aprendemos y el uso de las tecnologías, de modo que el estudiante se convierta en un pensador crítico para la resolución de problemas en el contexto escolar. Esta hibridación del modelo de enseñanza incluye, además de espacios físicos innovadores, también el uso de los espacios digitales (Morán, 2015).

Por otra parte, a pesar de los potenciales beneficios del uso de realidad virtual en el proceso educativo, esta experiencia por sí sola no garantiza una mejora en cuanto a la motivación y el aprendizaje. El uso extendido de la inmersión sensorial puede no traer una buena experiencia para el estudiante. Por ejemplo, el paso de un largo periodo de tiempo en un entorno de inmersión puede incomodar al estudiante, y la atención de este puede reñir con la riqueza proporcionada por el entorno virtual, de forma que se reduciría su atención y podría desviarlo del objetivo de aprendizaje. Asimismo, la resolución visual puede dificultar la lectura (Ancioto et al., 2018).

La contribución de los simuladores en entornos de enseñanza y aprendizaje

La educación y la motivación están relacionadas tanto en el ámbito político como en el ámbito social, más aún cuando se trata de temas enfocados en la salud mental del estudiante y el educador. Por ello, el enfoque de este trabajo se orienta específicamente hacia la motivación como factor primordial para asegurar una buena educación. El objetivo del proceso educativo es garantizar cambios basados en la adquisición de información y conocimiento. Es importante considerar que lo ideal es cumplir el objetivo del proceso educativo con base en la motivación. Boruchovitch y Martini (1997) plantean la importancia de la relación entre la motivación y el proceso de enseñanza-aprendizaje, en contraposición a la opinión generalmente propagada de que los problemas educativos se deben directamente al estudiante. A través de investigaciones empíricas y teóricas, se pudo comprobar la necesidad de reflexiones sobre aspectos motivacionales para garantizar el aprendizaje.

Así, el factor motivacional también se debe tener en cuenta a la hora de implementar cambios como los propuestos con miras a sus efectos en el aprendizaje. De acuerdo con Lourenço y Paiva (2010), aunque el profesor tiende a buscar soluciones estimulantes y factibles, los cambios en los planes de estudio de los cursos, en la temática y los ajustes anuales específicos de cada institución pueden hacer más compleja la ejecución de estrategias novedosas. Por ello, el docente se ve obligado a construir planes paralelos a los intereses de la clase de forma interdisciplinar. En este sentido, la propuesta de realidad virtual aplicada a la educación puede presentarse como una herramienta ideal, especialmente en las circunstancias actuales, cuando las dificultades aumentan a la distancia. Sin embargo, existe la necesidad de contemplar al estudiante con miras a su proceso de aprendizaje. Además, los modelos educativos se han ido renovando continuamente por los cambios tecnológicos, así como por las diversas necesidades de incorporar metodologías basadas en el contexto local real. Un ejemplo de esto es el uso de la gamificación en la educación. De acuerdo con Fardo (2013), la gamificación tiene como fin motivar y ayudar a las personas a resolver problemas teniendo en cuenta la mecánica de estrategias y pensamientos del contexto de los juegos.

Por lo tanto, la realidad virtual como herramienta es capaz de asistir y transformar un modelo educativo aportando mejoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje, especialmente en lo que se refiere al tema de la motivación de estudiantes y profesores. Además, una vez añadida la gamificación, se puede considerar como una alternativa más para la solución de demandas educativas específicas.

La contribución de los entornos de realidad virtual en la educación básica y superior

La complejidad de este momento está directamente ligada al proceso de adaptación de los profesionales de la educación. Al respecto, no se puede ignorar que las herramientas

tecnológicas son una alternativa para lograr el principal objetivo en el aula: el aprendizaje. No obstante, no siempre son las herramientas más adecuadas. Por lo tanto, es necesario un análisis minucioso y abierto, no solo del docente, sino también de los sectores involucrados con los temas pedagógicos, para encontrar el modelo ideal que garantice el aprendizaje en cada contexto específico. Sin olvidar que las medidas de distancia social durante esta pandemia han obligado a apelar a nuevas alternativas de enseñanza, cabe aclarar que el uso de la realidad virtual que no excluye en absoluto metodologías más tradicionales. Por el contrario, es posible adaptarla a diferentes modalidades y metodologías de enseñanza. En este sentido, la realidad virtual nos acerca a mejores escenarios y nuevas posibilidades de aprendizaje.

Según Pereira y Peruzza (2002), la implementación de los computadores en la docencia ha pasado por cuatro generaciones, la última de las cuales apareció con el uso de la realidad virtual. La primera generación está relacionada con la teoría del comportamiento, en la cual se implementaron los enfoques tradicionales de planificación de la instrucción. La segunda generación se centra en cómo se transmite la información a los estudiantes. La tercera generación comprende la interacción entre el estudiante y la instrucción como un factor determinante en el proceso de aprendizaje. Finalmente, la cuarta generación asume que el conocimiento lo construyen los propios estudiantes. En este sentido, la realidad virtual surge como un recurso que permite la interacción entre el usuario y el ordenador de una forma más intuitiva, dinámica e inmersiva, que, combinada con el potencial de la educación a distancia, es capaz de ofrecer condiciones y posibilidades para que las personas den un paso adelante en su proceso de aprendizaje, en busca de la independencia de pensamiento y acción.

Uno de los desafíos encontrados en la escuela tradicional es la dificultad para asociar los conceptos abstractos que se estudian en el aula con los modelos adecuados (Pereira & Peruzza, 2002). El uso de la realidad virtual hace posible que los estudiantes exploren el entorno a través de recursos tridimensionales mediante el uso y manipulación de objetos, procesos y análisis virtuales del propio objeto de estudio. Pereira y Peruzza (2002) también indican que la principal razón para utilizar la realidad virtual en el proceso de aprendizaje es su potencial pedagógico, ya logra hacer más intuitiva la interacción, permitiendo a los estudiantes utilizar las herramientas de enseñanza de una manera más natural.

La realidad virtual ha sido ampliamente explorada para mejorar el proceso educativo en varias áreas que consolidan la enseñanza y el aprendizaje en contenidos concretos; por ejemplo, en la industria aeroespacial, para el pilotaje de aviones, o en la medicina, en la educación sobre la salud y seguridad (Nemer et al., 2020). Sin embargo, su uso en un contexto abstracto aún no está consolidado, como en el caso del área de la computación, y la enseñanza de algoritmos aprendidos en la disciplina de sistemas operativos (Ancioti et al., 2018; Freitas, 2018).

A pesar de los avances y adaptaciones positivas en el uso de la RV, también hay cuestiones que han sido debatidas en los más diversos ámbitos educativos. Quizás el problema

evidente en relación con el involucramiento de los estudiantes en la modalidad virtual es la situación de desigualdad para participar en la educación básica por parte de estudiantes que no cuentan con dispositivos tecnológicos o computacionales.

Perspectiva del uso de la realidad virtual en el entorno educativo

Los simuladores abordados abren nuevas perspectivas para el uso de la realidad virtual como herramienta de apoyo. Por ejemplo, en el curso de redes informáticas, integrado con el bachillerato del Instituto Federal de Ciencia y Tecnología de la Educación de São Paulo, así como en las disciplinas de teleprocesamientos y mantenimiento de *hardware*, la realidad virtual podría traer una dinámica diferente. Los principios de la comunicación analógica y digital con el uso de dispositivos de *hardware* se pueden ilustrar claramente en un entorno de realidad virtual de inmersión, donde el estudiante se sienta dentro de la computadora.

Por otra parte, en materia de seguridad en el aula, el docente siempre debe estar atento al manejo adecuado de los recursos de *hardware*, pues, debido a la inmadurez del estudiante, pueden presentarse situaciones de riesgo, especialmente cuando hay equipos obsoletos que requieren habilidad manual; incluso se puede quemar el equipo con electricidad estática al manipularlo de manera inapropiada. En este caso, la creación de un laboratorio de electrónica básica de inmersión para experimentos complejos podría brindar capacitación y conciencia sobre aspectos de seguridad, integrando los principios de transmisión, la manipulación de recursos de *hardware* y las propiedades físicas y químicas vividas en un entorno simulado, de inmersión y controlado.

En este sentido, el trabajo integrado podría realizarse considerando las competencias y destrezas necesarias para que el estudiante desarrolle un pensamiento ético *hacker*, que considere la importancia del uso adecuado de los lenguajes de programación, así como la estructuración de la lógica computacional y las matemáticas para la resolución de problemas.

Asimismo, la educación profesional puede incluir la gamificación como metodología activa para que los estudiantes puedan tener un mayor ambiente de inmersión, que los prepare para el mundo laboral y al mismo tiempo se asocie con decisiones que puedan respetar las cuestiones éticas y sociales en la educación de los ciudadanos. Igualmente, el desarrollo de escenarios y entornos que posibiliten acciones y reacciones basadas en decisiones corporativas que asuman consecuencias en el mantenimiento del ciclo de vida de la información puede fortalecer la formación y concienciación en aspectos de ciberseguridad.

La realidad virtual es especialmente provechosa cuando se trabaja con eventos y consecuencias muy cercanas al desarrollo profesional diario de un técnico de redes. Un caso práctico son las situaciones en que el estudiante necesita asociar habilidades duras (conocimientos técnicos de programación y ciberseguridad para resolver problemas en entornos

computacionales) con habilidades blandas (empatía, inteligencia emocional y educación ciudadana), al encontrar, por ejemplo, una unidad *flash* perdida. Situaciones como esta, mediante la inclusión de la realidad virtual, pueden impulsar la convergencia de aspectos importantes que destacamos como esenciales para la educación brasileña: la formación y preparación ciudadana para el trabajo, que hoy tiene una dinámica muy importante en los aspectos del cuidado de la información.

Otro ámbito donde la realidad virtual podría ser significativa es la inclusión digital para personas mayores. Los estudiantes de este grupo de edad reflejan anhelos y miedos ante situaciones de aplicación de las tecnologías de la información en situaciones cotidianas. Al respecto, cabe destacar acciones para el desarrollo de un curso básico de informática (Basile et al., 2018) y el uso de teléfonos inteligentes por parte de las personas mayores, e incluso fortalecer la idea de la escritura digital como una forma de mantener sus registros de forma electrónica para la posteridad (Marioto & Basile, 2020). Muchos adultos mayores solicitan la enseñanza y el intercambio de prácticas computacionales en situaciones en las que aún tienen miedos y dificultades para actuar, como por ejemplo ante un cajero automático, para lo que en muchas ocasiones dependen de otros.

Por ello, desde este trabajo se proyecta un curso que implemente estrategias y técnicas asociadas a la realidad virtual, que pueda brindar una inmersión paulatina para el estudiante mayor, con el fin de que los objetivos didácticos y las clases materialicen situaciones en entornos controlados. Así se podría fomentar el autocontrol y el desarrollo activo del estudiante en situaciones asociadas con el pánico, pero que gracias a la realidad virtual daría un gran aporte motivacional al aprendizaje y, por ende, a la independencia de las personas mayores.

Conclusiones

La realidad virtual es una herramienta que puede ayudar a transformar modelos educativos, aportando mejoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje. No obstante, puede que no sea la herramienta más adecuada en todos los casos. Por lo tanto, es necesario un análisis minucioso del docente y de todos los sectores involucrados en la educación para aproximarse al mejor modelo que garantice el aprendizaje. En la exploración de otros trabajos, se ha encontrado su implementación en entornos escolares debido al uso intensivo de las tecnologías de la información y la comunicación digital, así como a la necesidad de construir y contextualizar escenarios simulados donde estudiantes y profesores cuenten con un entorno controlado de inmersión para la formación, sensibilización y evaluación de competencias y habilidades. Estos hallazgos muestran contribuciones viables de la realidad virtual que se pueden contemplar y discutir tanto para la educación básica como principalmente para la educación profesional.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Instituto Federal de São Paulo Pirituba, al Grupo de Informática y Tecnología en Educación y Sociedad (GITES) y a la *Revista Científica General José María Córdova*.

Declaración de divulgación

Los autores declaran que no existe ningún potencial conflicto de interés relacionado con el artículo.

Financiamiento

Los autores no declaran fuente de financiamiento para la realización de este artículo.

Sobre los autores

Regivaldo Sousa Ferreira es magíster en computación aplicada por la Universidad Estadual de Feira de Santana, especialista en docencia en educación superior y licenciado en gestión de redes de computadoras. Es profesor del Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, en el campus Pirituba de São Paulo, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0003-3245-5141> - Contacto: regivaldo.ferreira@ifsp.edu.br

Rogério Aparecido Campanari Xavier es magíster en ciencias de la computación de la Universidad Federal de São Carlos. Es profesor del Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. Trabaja en el área de TI con énfasis en factores humanos en sistemas computacionales (IHC), y en ingeniería de *software*, programación y base de datos.

<https://orcid.org/0000-0001-8553-5706> - Contacto: rogerioacx@ifsp.edu.br

Alex Sandro Rodrigues Ancioto es magíster en ciencias de la computación del Centro Universitario Campo Limpo Paulista, especialista en redes de computadoras de la Universidad Federal de São Carlos y graduado en procesamiento de datos de la Facultad de Tecnología de Taquaritinga. Es profesor e investigador del Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo Pirituba.

<https://orcid.org/0000-0003-1803-4279> - Contacto: alex_ancioto@ifsp.edu.br

Referencias

- Ancioto, A. S. R., Mashi, L. F., & Guimarães, M. de P. (2018). Simulator for teaching magnetic disk scheduling algorithms. En *Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)*, Foz do Iguaçu.
- Araújo, R. B. (2003). Computação ubíqua: princípios, tecnologias e desafios. En *Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, XXI, Natal. Minicurso: Livro Texto* (pp. 45-115). UFRN/DIMAP: UnP.
- Basile, F. R. M., Marioto, R., & Martins, T. H. B. (2018). Inclusão digital para terceira idade na comunidade de Pirituba-SP. Experiência de implementação de curso livre de extensão. En F. Emerson, J. A. Verona, & S. Soares (Orgs.), *Educação profissional e tecnológica - Extensão e cultura* (pp. 145-164). Paco.

- Basile, F. R. M., & Ramírez L., J. (2020). Estrategia formativa en defensa digital para adolescentes: experiencia en el Instituto Federal de São Paulo. *Revista Científica General José María Córdova*, 18(31), 271-287. <http://dx.doi.org/10.21830/19006586.579>
- Boruchovitch, E., & Martini, M. L. (1997). As atribuições de causalidade para o sucesso e o fracasso escolar e a motivação para a aprendizagem de crianças brasileiras. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, 49(3), 59-71.
- Cardoso, A., Kirner, C., Júnior, E. L., & Kelner, J. (2007). Tecnologias e ferramentas para o desenvolvimento de sistemas de realidade virtual e aumentada. En *Tecnologias para o desenvolvimento de sistemas de realidade virtual e aumentada* (pp. 1-19). Editora Universitária UFPE.
- Clark, F. (2015). Virtual reality. *GeoInformatics*, 18(7), 28. <https://bit.ly/3o1ULzy>
- Dellagnelo, L. (2020, 11 de marzo). O coronavírus e a educação online. *Porvir. Inovações em Educação*. <https://porvir.org/o-coronavirus-e-a-educacao-online/>
- Fardo, M. L. (2013). A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. *Renote. Revista Novas Tecnologias na Educação*, 11(1). <https://doi.org/10.22456/1679-1916.41629>
- Freitas, L. F. (2018). *SigemVR: Um simulador imersivo e interativo de gerência de memória* [dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, Centro Universitário Campo Limpo Paulista, UNIFACCAMP].
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2018). *Uso de internet, televisão e celular no Brasil*. IBGEeduca. <https://bit.ly/3hvp49R>
- Lamb, P. (2003). *ARToolKit*. www.hitl.washington.edu/artoolkit/
- Lei 9394. (1996, 20 de diciembre). *Lei de diretrizes e bases da educação nacional*. Presidência da República, Brasil. <https://bit.ly/3aQ01mj>
- Liu, D., Dede, C., Huang, R., Richards, J. (Eds.). (2017). *Virtual, augmented, and mixed realities in education*. Springer.
- Lourenço, A. A., & Paiva, M. O. A. (2010). A motivação escolar e o processo de aprendizagem. *Ciências & Cognição*, 15(2), 132-141.
- Marioto, R., & Basile, F. R. M. (2020). Escrita para terceira idade com uso de tecnologias digitais: Relato de experiência. *Revista Internacional de Formação de Professores (RIFP)*, 5, 1-19.
- Meiguins, B. S., Behrens, F. H., Meiguins, B. S., & Ferreira, D. O. (2000). Tecnologia de realidade virtual para o auxílio no aprendizado em sala de aula para circuitos elétricos. En *WIE 2000. VI Workshop de Informática na Escola (WIE)*. <https://bit.ly/3o04Ahs>
- Michaelis, C., & Michaelis H. (2020) *Dicionário brasileiro da língua portuguesa*. <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/>
- Ministério da Educação. (2020, 17 de marzo). Portaria 343. Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do novo coronavírus - COVID-19. *Diário Oficial da União*, 53(1), 39. <https://bit.ly/3o0dFXA>
- Morán, J. (2015). Mudando a educação com metodologias ativas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens. *Coleção Mídias Contemporâneas*, 2(1), 15-33.
- Moreira, J. A., & Schlemmer, E. (2020). Por um novo conceito e paradigma de educação digital on life. *Revista UFG*, 20(26). <https://doi.org/10.5216/revufg.v20.63438>
- Nemer, E. G., Ramirez, R. A., Frohmut, B. D., & Bergamo, R. O. C. (2020). Um estudo de caso sobre o uso de gamificação e da realidade virtual na educação profissional. *Refas*, 6(5). http://dx.doi.org/10.26853/Refas_ISSN-2359-182X_v06n05_05
- Pereira, A. R., & Peruzza, A. P. (2002). Tecnologia de realidade virtual aplicada à educação pré escolar. En *XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (pp. 385-391). Unisinos. <https://bit.ly/38Oze7n>
- Rodvalho, R. M., & Moraes, R. E. G. (2017). *Computação ubíqua e IHC*. Universidade Federal Fluminense; Pólo de Rio das Ostras.

- Rolland, J. P., & Hua, H. (2005). Head-mounted display systems. *Encyclopedia of optical engineering*, 2.
- Roussou, M. (2009). A VR playground for learning abstract mathematics concepts. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 29(1), 82-85.
- Santos, A. D. (2010). *Simulação baseada em realidade virtual para ensino e treinamento em ginecologia* [dissertação de mestrado, CCEN, Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil].
- Scamati, V. (2017). *Um simulador para o ensino de sistemas, operacionais com a tecnologia da realidade virtual (ESORV)* [dissertação de Mestrado em Ciência da Computação, Campo Limpo Paulista, SP, Brasil].
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. Elsevier Science.
- Silva, R. R. S. (2018, 8 de febrero). Diferenças entre Ferramentas Síncronas e Assíncronas no EAD. *Eadbox*. <https://bit.ly/37Y4Jg4>
- Tori, R., Hounsell, M. D. S., & Kirner, C. (2018). Realidade virtual. *Introdução a Realidade Virtual e Aumentada* (pp. 9-25). Editora SBC.
- Tori, R., Kirner, C., & Siscoutto, R. A. (2006). *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada*. Editora SBC.
- Torudd, J., & Olsson, M. (2019). *Safety shortcomings within a sawmill facility: How can virtual reality simulators and RFID potentially decrease the most common identified causes?* [thesis, Center for Information Logistics, Department of Informatics, Linnaeus University, Ljungby]. Digitala Vetenskapliga Arkivet. <https://bit.ly/3pAQJii>
- Woletz, J. (2018). Interfaces of immersive media. *Interface Critique Journal*, 1. <https://bit.ly/3aTArgi>