

Nuevas Estrategias Didácticas: Incorporación de la Realidad Virtual en el Laboratorio de Anatomía I de la Universidad Autónoma de Centro América

Dennis Eduardo Bolaños Barrientos
Universidad Autónoma de Centro América
Costa Rica
dbolanos@uaca.ac.cr

Resumen: Este ensayo desarrolla la necesidad de estudiar estrategias de enseñanza con el uso de la tecnología en un curso de anatomía, a partir de paradigmas disruptivos, como es el caso de la Realidad Virtual. Como propósito se propone la realización de una revisión bibliográfica que permita presentar conceptos clave sobre Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Realidad mixta. También, presenta información sobre la aplicación de la Realidad Virtual en el campo de la educación, algunos antecedentes, características y bondades encontradas en su uso, proporcionando un énfasis en la enseñanza de la anatomía. El propósito de este documento es el de dar a conocer los resultados que ha tenido la implementación de tecnologías de Realidad Virtual, como estrategia en la enseñanza de la anatomía en el laboratorio.

Palabras clave: educación, Realidad Virtual, pedagogía, anatomía humana, enseñanza, entrenamiento médico, simulación

Summary: This paper proposes the need to reflect about teaching strategies in an anatomy course, using technology with disruptive paradigms like virtual reality. The purpose of this paper is to do a bibliographic review present key concepts about virtual reality, augmented reality, mixed reality. It also shows information regarding virtual reality developments in the education field, including some background, characteristics and benefits found when using it, emphasizing in anatomy teaching. The purpose of this document is to know about the outcomes when implementing virtual reality technologies as a teaching tool in anatomy teaching in the lab.

Keywords: education, virtual reality, pedagogy, human anatomy, teaching, medical training, simulation

El ingeniero Dennis Bolaños labora en la Universidad Autónoma de Centro América actualmente. Su formación inicial es en Ingeniería de Sistemas, cuenta con una Maestría en Telemática y es egresado de la Licenciatura en Derecho de la UACA. Desde hace 17 años se dedica a la educación universitaria y se autodefine como una persona enfocada en la mejora continua de la pedagogía universitaria, trabajando en la formación de estudiantes con altas calidades profesionales y ética en el actuar.

La tecnología cambia el mundo y la educación no es una excepción. Diversas tecnologías emergentes se están desarrollando con mucha fuerza. Por eso, es importante no solo comprender, sino también diseñar estrategias de enseñanza que aprovechen estos recursos, como lo es el caso de la Realidad Virtual o VR, por sus siglas en inglés. Con este ensayo, se pretende problematizar las estrategias de enseñanza con el uso de tecnologías VR en cursos de anatomía, en la carrera de medicina impartidos en la Universidad Autónoma de Centro América - UACA.

El primer propósito consiste en analizar la manera en que se utiliza la VR en la enseñanza de la anatomía en diversos lugares del mundo. Se sabe que, la propagación mundial del virus SARS-CoV-2, causante de la enfermedad COVID-19, durante el año 2020, ocasionó importantes transformaciones a nivel mundial en la educación, las cuales continúan actualmente. De igual manera, ha provocado cambios curriculares, tendientes a la puesta en marcha de nuevos diseños de modelos académicos como los modelos virtuales, semipresenciales e híbridos, complementando las modalidades tradicionales de educación presencial y a distancia, donde su foco es el estudiante que construye el conocimiento (Beneitone, 2022).

Este hecho histórico, al que la humanidad se ha visto expuesta, viene a impulsar con más fuerza el uso de la VR, al promover el desarrollo de modelos académicos no presenciales o semipresenciales, como consecuencia de la pandemia; se ha requerido la incorporación de herramientas tecnológicas que permitan brindar una experiencia educativa que, mediante la simulación, le proporcione a las personas docentes abordar los contenidos del laboratorio, con el uso de este tipo de tecnologías. Este tipo de modelos será mucho más utilizado en el corto y mediano plazo, como bien lo afirma Beneitone (2022).

Como segundo propósito, se busca indagar y conocer sobre las estrategias de enseñanza que se han diseñado y se han implementado para la enseñanza de la anatomía, en diferentes instituciones de educación superior, así como llegar a aprovechar los recursos tecnológicos para la enseñanza, en este caso, mediante el uso de tecnologías de VR.

Con el fin de alcanzar el objetivo planteado, se realizará una revisión bibliográfica, analizando los aportes de diversos autores en donde se explican las formas en que se han implementado el uso de VR en la enseñanza de la anatomía, así como los resultados que se han obtenido a partir del uso de tecnologías de VR en diversas instituciones de educación superior. De esta manera, se conocerá la utilidad e impacto que tendrá en el conocimiento que se genere sobre la anatomía, a partir del uso de esta tecnología, como parte de las estrategias de enseñanza. Las tecnologías de RV han sido poco exploradas en la enseñanza de la anatomía en educación superior costarricense. Esto se evidencia al no encontrar respaldo documental sobre su aplicación. No obstante, es un tema que ya tiene algunos años de haber sido implementado en instituciones educativas, como, por ejemplo, el Instituto Tecnológico de Monterrey.

Realidad Virtual

Para el Instituto Tecnológico de Monterrey (2017) existen diversas tecnologías inmersivas que ofrecen diferentes maneras de combinar el mundo digital con la realidad en varios niveles de inmersión. Por eso, es necesario describir las características de cada una de ellas, con el fin de diferenciarlas. En ese sentido, Johnston *et al.* (2019) definen algunos aspectos en relación con las diversas formas de implementación de dichas tecnologías:

Existen similitudes o superposiciones entre las aplicaciones educativas de VR y los juegos de VR. Fundamentalmente, la VR lleva a las personas a otra realidad, ya sea en un juego, una experiencia de aprendizaje colaborativo o una aplicación educativa. El contexto respaldado por la tecnología en las aplicaciones educativas de Realidad Virtual y los juegos de Realidad Virtual utilizados con fines educativos es similar para los estudiantes o jugadores, independientemente del resultado deseado, que es aprender o ganar.” Aunque podrían percibirse como tecnologías similares, no lo son. (Johnston *et al.*, 2019, p.2).

Como expresan Cardoso *et al.* (2007), la VR es un sistema informático utilizado para crear un entorno artificial en el que el usuario tiene la impresión no solo de estar dentro de este, sino que también está facultado con la capacidad de navegar en él, al interactuar con sus objetos de forma intuitiva y natural. Es decir, existe una relación directa entre el ser humano y la máquina que faculta al usuario a interactuar y navegar en un entorno tridimensional sintético, el cual ofrece una experiencia inmersiva, o sea, que es un ambiente tridimensional en el que los usuarios participan. En la VR se crea una experiencia simulada que puede ser similar o completamente diferente del mundo real (Science Time, 2020). El Instituto Tecnológico de Monterrey (2017), por su parte, indica que “la Realidad Virtual es una experiencia totalmente inmersiva que presenta un mundo completamente nuevo alrededor y al cual podemos acceder mediante el uso de lentes, visores y/o cascos especiales” (p. 4).

Según Gobira y Mozelli, 2018:

Desde sus inicios, la Realidad Virtual ha estado destinada a ser algo grande: la posibilidad de experimentar otras realidades, de ser transportado a cualquier otro espacio sin dejar su propio lugar simulando su propio mundo con sus propias reglas y muchas formas diferentes de vida. Es parte de un sistema en que el

hombre interactúa con la máquina, pero es realmente en la mente donde todo sucede. Incluso antes del desarrollo de las tecnologías de Realidad Virtual e inmersión actuales, intentos en la historia ya han demostrado el interés del hombre en perfeccionar esos artefactos. (p. 2)

Sobre esta importancia en relación con el futuro de la Realidad Virtual, mencionado por Gobira y Mozelli (2018) se suma la fuerza que está tomando el futuro desarrollo de los metaversos, ya que la Realidad Virtual es base para su desarrollo. Según Bosworth(2021) “el metaverso es un conjunto de espacios virtuales en que las personas pueden crear y explorar entre ellas, sin estar en un mismo espacio físico”.

Realidad Aumentada (AR)

Carmigniani y Furth (2011) afirman que la Realidad Aumentada, consiste en una vista directa o indirecta en tiempo real de un entorno físico del mundo real que ha sido mejorada o mediante la inclusión de información digital que ha sido creada por computadora. El Instituto Tecnológico de Monterrey (2017) define la Realidad Aumentada como una tecnología que superpone imágenes generadas por computadora que agregan información digitalmente generada a una vista del mundo real. Para ello, es necesario el uso de algún dispositivo móvil como smartphone, tableta, lentes o visores (p. 4). Es acá, precisamente, donde se encuentra una diferencia básica entre la Realidad Aumentada, también conocida como AR por sus siglas en inglés (Augmented Reality) y la VR. Es posible acceder a la AR por medio de dispositivos móviles, como los teléfonos celulares, y tabletas, aspecto que difiere en la VR, dada la dificultad de crear un ambiente inmersivo.

Una de las referencias más recientes y de mayor impacto en relación con la tecnología de AR, fue precisamente la salida al mercado del juego Pokemon GO en el año 2016. Fue ese el momento en que la AR se apoderó de espacios verdes, plazas y

centros comerciales en muchas ciudades (Marin, 2016). Por las características propias de la tecnología, este juego y la lógica en que se desarrolla permitió que se empezará a tratar el tema de la AR con mayor frecuencia.

Diferencia entre VR y AR

A diferencia de la VR, en la AR se presentará siempre una proyección en tiempo real del espacio en que la persona se encuentra, combinando ese escenario con elementos digitalmente creados, con el fin de brindar más información al usuario, mezclando elementos del mundo real y objetos, textos o imágenes creadas por medio de una computadora.

La posibilidad de contar con experiencias simuladas que transportan a las personas a cualquier otro espacio posibilita el acceso a herramientas educativas para los estudiantes. Al brindar una experiencia simulada, se presentan nuevas oportunidades para el desarrollo de la enseñanza con tecnología. Según Fairen *et al.* (2017), a pesar de que las tecnologías de VR y AR son similares y tienen elementos en común, los objetivos que ambas tecnologías persiguen son un poco diferentes. Mientras la AR procura mejorar o agregar elementos al espacio real en que el usuario se encuentra, mediante la inclusión de objetos o información adicional, la VR busca sustituir completamente el ambiente real, generando en el usuario la sensación de encontrarse en otro lugar.

Realidad Mixta (MR)

Además de las tecnologías de AR y VR, se encuentra la Realidad Mixta. De acuerdo con Microsoft (2021), la Realidad Mixta es una combinación de mundos físicos y digitales e interacciones computacionales, ambientales y de humanos 3D, de una forma natural e intuitiva. De acuerdo con INTEL (s.f.), la Realidad Mixta une el mundo real con elementos digitales. En esta realidad es posible interactuar y manipular objetos y ambientes reales y virtuales, por medio del uso de tecnologías de imágenes y

sensoriales de próxima generación. Asimismo, afirma que la Realidad Mixta permite ver y sumergirse en el mundo que rodea a las personas, inclusive mientras se interactúa con un mundo virtual utilizando las propias manos, sin quitarse nunca el visor.

Realidad Virtual Como Herramienta Pedagógica

La tecnología constituye un elemento de gran peso en el desarrollo de la vida diaria de muchas personas en el mundo. Al respecto, Asad *et al.* (2021) mencionan que:

Desde la mitad del siglo pasado, la tecnología ha dominado la era moderna. El rápido avance de la tecnología ha llegado a generar inteligencia y realidades artificiales. Entonces, la Realidad Virtual es una tecnología emergente que es igualmente aplicable a la educación. (p. 1)

Por lo general, la modalidad de lección magistral se asocia de manera directa con la aplicación de modelos de aprendizaje conductistas. Durante el desarrollo de la clase magistral, el estudiante puede desarrollar procesos cognitivos de asimilación y contextualización con base en experiencias y conocimientos previos. Siempre es necesaria la orientación inicial del profesorado, así como la definición de bases conceptuales para desarrollar una lección. No obstante, en este abordaje, se privilegia la intervención del profesor. Es oportuno comprender que, la implementación de enfoques curriculares como el constructivismo, que priorizan al aprendizaje del estudiante sobre la enseñanza del maestro, facilitan el mejor uso de nuevas tecnologías, que conceden precisamente otorgar una mayor autonomía y responsabilidad a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. De esa forma, se le da esa importancia a la participación de cada estudiante en la construcción de su propio conocimiento.

Tecnologías como la VR han tomado fuerza en los últimos años, ahora sumando e integrándose con otras tecnologías como la Inteligencia Artificial y las Redes 5G, potenciando su uso (Pelletier *et al.*, 2022). A pesar de ser reciente el uso de este tipo de tecnología en el sistema educativo, se ha comprobado efectos positivos en el aprendizaje, mediante el uso de VR (Instituto Tecnológico de Monterrey, 2017). La proliferación de más y mejores tecnologías, tanto a nivel de componentes físicos (hardware) como lógicos o programas de computación (software), han facilitado y acelerado la adopción de la VR, simplificando que esta llegue al campo de la educación. Tal y como lo mencionan Nunes *et al.* (2019):

La expansión de recursos de hardware y software en las últimas décadas han concedido el Desarrollo de una amplia gama de iniciativas en diferentes campos del conocimiento, utilizando herramientas y software específico. La educación es una de esas áreas. La creación y adaptación de diferentes tipos de sistemas y metodologías han favorecido la incorporación de tecnologías de la Información y Comunicación en la vida de estudiantes y profesores. (p. 2)

Recientemente, ha habido una proliferación de aplicaciones de VR, gracias a la incorporación tanto en hardware como en software, logrando que el uso de VR en el campo de la educación sea más accesible para estudiantes y profesores. Para Bower & Jong (2020), un ejemplo de ello son los Cardboards de la empresa Google, estos dispositivos hechos a base de cartón, cuyo costo es bajo y cuya función es integrarlos con teléfonos móviles, facilitan el desarrollo de experiencias educativas de VR y que pueden ser ahora utilizadas en la clase. Es a través de estas tecnologías de bajo costo, e incluso gratuitas, que se mejora el acceso a las tecnologías de VR en la educación, sin

olvidar que es precisamente la tecnología de VR, elemento base para el desarrollo del metaverso.

Elementos como el desarrollo y expansión de tecnologías de hardware y de software han facilitado el diseño, aplicación y apropiación en diferentes tecnologías, en el campo de la educación. Igualmente, esta expansión y crecimiento de oferta ha posibilitado disminuir los costos, mediante el acceso a opciones más económicas, permitiendo el uso de estas tecnologías en una mayor cantidad de instituciones educativas.

Freitas & Veletsianos (2010) resaltan el potencial educativo de los ambientes virtuales al comparar, con las formas tradicionales de aprendizaje, el uso de mundos virtuales que integran voz, texto y un sentido de presencia, que favorece las interacciones sociales y experiencias estructuradas de aprendizaje que estimulan a los estudiantes e incrementan la motivación y la participación activa. Igualmente, y conforme avanza el tiempo, estas nuevas tecnologías se convierten en un medio tradicional, de la misma forma en que en su momento las presentaciones de PowerPoint sustituyeron al proyector de láminas, por ejemplo. Adicionalmente, en el campo educativo, este tipo de escenarios proporcionan a los estudiantes la oportunidad de lograr el aprendizaje experimental como lo mencionan Asad *et al.* (2021).

El uso de tecnologías que representan esos ambientes de mundos virtuales, según Freitas & Veletsianos (2010), aparece como una nueva herramienta en el desarrollo de estrategias de enseñanza con tecnología; su uso viene a complementar estrategias tradicionales, con el objetivo de lograr un mayor acercamiento, así como despertar interés y motivación en los estudiantes, dando respuesta a las tendencias actuales en cuanto al uso de Tecnologías de Información en la educación.

Enseñanza de la Anatomía con Apoyo de Realidad Virtual

El inicio de la computación personal, a principios de los años 80, significó un cambio en la forma en que las personas desarrollaban sus actividades diarias, ahora apoyadas en el uso de estas tecnologías digitales. Posteriormente, durante los años 90, la computación se hizo más accesible para las personas y, treinta años después, con el crecimiento en el uso de tecnologías móviles, y el impulso que en parte generó la creación del teléfono iPhone de la marca Apple, se observa que todos los días se generan nuevas iniciativas y posibilidades con estas aplicaciones. El caso de la medicina y su enseñanza no es la excepción, al presentar por medio de las tiendas Google Play de la empresa Google y App Store de la empresa Apple gran variedad de opciones en diferentes áreas de la medicina; desde la parte clínica, la académica y la educación médica.

Las tecnologías actuales, en este caso los dispositivos móviles como teléfonos celulares, pero principalmente tabletas, se ofrecen en el mercado en una gran variedad de marcas, así como características, algunas a costos accesibles, con capacidades de procesamiento y almacenamiento muy robustas. Una de las bondades que presenta el uso de tabletas consiste precisamente en el acceso a diversas aplicaciones 3D, que bien pueden ser un paso hacia el uso de VR en el campo de la educación. Según Lewis *et al.* (2013):

Uno de muchos usos de tabletas en el campo de la educación médica es el uso de repositorio de referencias, al contar con la capacidad de almacenar librerías completas de textos. Las tabletas modernas son portables y ofrecen capacidad de interfaz multitáctil, la cual le facilita a los usuarios interactuar con aplicaciones de anatomía de formas que no habían sido posibles anteriormente. Además, hay un creciente número de escuelas de medicinas en el mundo que proveen a sus

estudiantes de tabletas como herramienta requerida para apoyar su proceso de aprendizaje. (p. 2)

Es por medio de la simulación que, los estudiantes en ciencias de la salud se pueden enfrentar a escenarios de la vida real con mayor facilidad, generando una mejor noción de los órganos y estructuras anatómicas que requieren analizar durante la atención a sus futuros pacientes y personas en general que necesiten de su conocimiento y experiencia, para tratar un mal físico que les afecte. Adicionalmente, ante la dificultad, en el caso propiamente de la anatomía, de acceder a órganos para su estudio fuera del laboratorio de disección, la simulación se presenta como una alternativa adecuada, mediante el uso de tecnologías de VR, desde sus hogares.

Las tecnologías de VR se han venido integrando en la vida de las personas de muchas formas, principalmente en el campo de la ingeniería, pero también en sus inicios en la industria de los videojuegos, incluyendo ahora su uso en la enseñanza y educación en general (Fairen *et al.*, 2020). Como se mencionaba anteriormente, la capacidad 3D que brindan los escenarios creados en la VR, presentando experiencias inmersivas, facilitan a los estudiantes tener una mejor comprensión del espacio y, además, favoreciendo una mayor atracción al campo de estudio, por parte de los estudiantes.

La enseñanza de anatomía humana es de gran importancia para la formación de profesionales en ciencias de la salud. Para Lewis *et al.* (2013), la anatomía ha sido tradicionalmente una piedra angular en la educación médica, tradicionalmente enseñada por medio de lecturas didácticas y disección en los laboratorios físicos. Rosmansyah *et al.* (2021), por su parte, afirman la relevancia que tiene el dominio de conceptos clave en anatomía, antes de realizar intervenciones o interactuar con los pacientes. En la malla

curricular de la Carrera de Medicina en las universidades, los cursos de anatomía se encuentran ubicados en el primer año del plan de estudios, es un curso base en la carrera.

Nuevos retos en la enseñanza de la Anatomía con Apoyo de Realidad Virtual

Sobre la enseñanza de la anatomía “durante el último siglo, no ha habido cambios significativos en los métodos de enseñanza de la anatomía en universidades, en que han predominado las lecturas expositivas y actividades en el laboratorio” (Duarte *et al.*, 2020, p. 254). Es precisamente con el desarrollo de diversas tecnologías emergentes como la VR, la Realidad Aumentada, Realidad Mixta e incluso centros de simulación clínica que se han creado nuevas oportunidades para el desarrollo de estrategias de enseñanza y aprendizaje en este campo.

Tradicionalmente, la enseñanza de la anatomía se ha desarrollado principalmente de dos maneras: por medio del uso de libros de texto y mediante las visitas a los laboratorios de disección en los campus de las universidades, ambas opciones tienen fortalezas y debilidades. El cadáver ha sido el estándar histórico para la enseñanza de la anatomía, ofreciendo a los estudiantes el acceso a las estructuras anatómicas y proporcionando el entendimiento de la materia con órganos y estructuras reales, para mejorar la asimilación del espacio y características de estos. No obstante, se requiere acceso al campus y esa condición en algunas ocasiones puede ser difícil para estudiantes que viven en zonas alejadas. Adicionalmente, la carrera de medicina requiere muchas horas en el campus; es altamente probable que el tiempo de estudio sea dedicado en horas de la noche. Otro aspecto relevante está relacionado con la cantidad

de cadáveres disponibles para los estudiantes, que por lo general se encuentran disponibles en pocas cantidades.

Los textos, por su parte, son la opción disponible para el estudio en horas fuera del campus, pero presentan imágenes 2D de estructuras tridimensionales, dificultando a estudiantes la comprensión y mejor entendimiento de la relación espacial de las estructuras anatómicas. Al final, solo presenta fotografías o diagramas en formato 2D, en las páginas de los libros.

Para Fairen *et al.* (2017) utilizar imágenes 2D para enseñar objetos cuya estructura es 3D es típicamente complicado, en especial cuando esas figuras o estructuras 3D tienden a ser altamente complejas, como en el caso de los órganos que se encuentran dentro del cuerpo humano. Las tecnologías avanzadas han sido la clave para aclarar todas las estructuras anatómicas mediante el uso directo de modelos en tres dimensiones.

Esto es aún más útil cuando el estudiante puede utilizar sistemas de VR para explorar y ver lo que el profesor ha explicado en clase (Fairen *et al.*, 2020). Según Zhao *et al.* (2020), la anatomía es una ciencia visual cuyo peso es considerable en cuanto a los fundamentos del aprendizaje de la medicina. Durante su proceso de aprendizaje, los estudiantes de anatomía identifican estructuras y sus relaciones espaciales; no obstante, es común que tengan que sustituir los modelos tridimensionales, por imágenes gráficas, libros de texto y PowerPoint.

En la enseñanza de la anatomía, la visualización de las estructuras anatómicas en 3D es posible cuando los estudiantes se encuentran presentes en un laboratorio de disección, no así en el momento en que requieren estudiar fuera del campus o el laboratorio de disección, pues el aprendizaje de estas estructuras, por su naturaleza, se torna sumamente complejo. En algunas ocasiones, también se recurre al uso de modelos

plastinados, técnica utilizada para la conservación de componentes anatómicos, que mejoran la calidad y conservación de los órganos para un mejor entendimiento por parte de estudiantes y así tener una mejor noción del espacio. No obstante, cuando los estudiantes no se encuentran con esa posibilidad de acceder a órganos reales, la opción de contar con modelos 3D, por medio de soluciones de VR, adquiere una especial relevancia.

Para Izard *et al.* (2017) una de las grandes bondades con la implementación de VR es contar con importantes cantidades de modelos anatómicos en 3D del cuerpo humano, todos ellos con excelente calidad y un grado excepcional de realismo, incluso, a partir de generar modelos anatómicos en 3D de diferentes partes del cuerpo, tomando como base imágenes radiológicas obtenidas con tomografías computarizadas e imágenes por resonancia magnética, además, estas imágenes utilizan el estándar DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine, por sus siglas en inglés).

Las estrategias didácticas de enseñanza por medio de VR se presentan como un notable avance desde el punto de vista visual y de inmersión, al presentar escenarios tridimensionales, en comparación con los libros de texto que presentan imágenes 2D y donde su comprensión se dificulta en casos como la ejecución de cortes anatómicos. No obstante, la experiencia de aprendizaje por medio de piezas anatómicas reales en un laboratorio de disección es sumamente importante para el estudio de la arquitectura corporal. El propósito de esta sección es conocer sobre las estrategias pedagógicas implementadas para la enseñanza de la anatomía con apoyo de tecnología en la enseñanza. De acuerdo con Fairen *et al.* (2020):

La efectividad del aprendizaje por medio de Realidad Virtual es otro tema de discusión entre profesores. Algunas experiencias en el uso de Realidad Virtual para el aprendizaje de anatomía humana y fisiología han demostrado que los

estudiantes consideran la Realidad Virtual una herramienta útil que les puede facilitar el estudio y la comprensión. (p. 94)

En un modelo académico, las instituciones de educación superior describen los postulados científicos del proceso de aprendizaje, la conceptualización del proceso educativo, el conocimiento, la enseñanza, el aprendizaje, la evaluación, el enfoque curricular y concepción epistemológica. En el caso del enfoque curricular constructivista se prioriza el aprendizaje y autonomía de los estudiantes sobre la enseñanza del maestro. En ese sentido, la dinámica adquiere una serie de características que, con la utilización de tecnologías de VR para el aprendizaje de la anatomía, adquieren particular relevancia. El rol del profesor y de los estudiantes cambia en este modelo, siendo así que el profesor pasa a tener un rol de facilitador del aprendizaje.

La enseñanza en modelos constructivistas tiene una serie de particularidades, esa construcción del conocimiento recae precisamente en el individuo y son los estudiantes quienes de manera independiente pueden aprender lo que requieren conocer, mientras que los profesores guían a sus estudiantes y fortalecen las competencias para convertirse en adultos responsables de su propio aprendizaje. Adicionalmente, el docente pasa de ser el profesor experto en el campo de la anatomía, a ser un experto en el aprendizaje de la anatomía, en respuesta a los cambios de roles, otorgando el protagonismo del proceso de aprendizaje al estudiante, quien se responsabiliza de su propio aprendizaje.

Resulta fundamental anotar que, el hecho de contar con un modelo académico parte de la idea de que la institución de educación superior tiene claridad conceptual en relación con el abordaje pedagógico que requieren realizar los profesores en sus cursos. No obstante, y de conformidad con los postulados que cada universidad proponga, es necesario diseñar, desarrollar e implementar las mejores estrategias de enseñanza y

aprendizaje, aquellas que se adapten mejor al uso de estas tecnologías de VR. Es en la aplicación de estrategias de enseñanza y aprendizaje en que el uso de tecnología resulta valioso para el desarrollo de las lecciones. A pesar de la importancia que tiene este tema, en la literatura estudiada, el apartado de estrategias de enseñanza y aprendizaje es casi inexistente.

Conclusiones

A manera de conclusión se destacan el potencial, los posibles usos e integración con otras tecnologías de la VR se consideran amplios. Por tal motivo, este apartado abordará la importancia de este tema como estrategia didáctica para la enseñanza de la anatomía en el laboratorio, en concordancia con el modelo académico de la institución de educación, así como el logro de objetivos de aprendizaje propuestos por docentes, aprovechando su uso. Igualmente, la evolución que este tipo de tecnología presenta para la educación, como parte de las herramientas con que cuentan los docentes para desarrollar las actividades en clase. Asimismo, es importante preparar de la mejor forma posible a los docentes, con el fin de que se apropien y aprovechen al máximo la enseñanza a partir del uso de esta tecnología.

El diseño e implementación de estrategias didácticas requieren de una adecuada integración con el modelo académico definido por la institución de educación superior, con el propósito de dar respuesta a los fines que persigue la universidad. En el caso de la Universidad Autónoma de Centro América, se ha definido un enfoque curricular cognitivo-constructivista en sus modelos académicos presencial y virtual. En este aspecto, una correcta guía u orientación como parte de las estrategias de enseñanza podría redundar, como se ha demostrado en diversos artículos analizados, en mejores resultados académicos.

Desde una perspectiva general, se podría asociar la enseñanza con tecnologías de VR en la actualidad, como el equivalente al cambio que se dio cuando las instituciones de educación empezaron a incorporar las computadoras de escritorio y proyectores en sus clases. Sin ahondar en el tema, analizando sus fortalezas y debilidades, es fácil comprender que el cambio responde a una necesidad y atención a las expectativas en las nuevas generaciones de estudiantes. En ese sentido, se considera parte de una evolución natural la adopción de esta y otras tecnologías en las instituciones de educación superior, como parte de la formación académica. Igualmente, muchas de estas herramientas serán utilizadas por los graduados una vez que empiecen a ejercer su profesión.

El uso de tecnologías digitales tiene la oportunidad de transformar la educación médica, cambiando paradigmas, otorgando a los docentes estrategias pedagógicas, ofreciendo experiencias educativas inmersivas, más atractivas. Este es el caso de la tecnología de VR, que permite generar un mayor interés en estudiantes, provocando un mayor involucramiento en su proceso de construcción del conocimiento.

El potencial que tiene el uso de esta tecnología, como parte de la enseñanza de la anatomía, es muy grande. Para que la implementación en el laboratorio sea adecuada, resulta imprescindible desplegar esfuerzos conducentes al desarrollo de las competencias digitales de todas las personas docentes, de tal manera que puedan asumir los retos que comporta el uso de esta tecnología en el laboratorio de anatomía. Una parte importante de su éxito radicará en el apropiado abordaje en relación con la guía que se le pueda dar a docentes, para que se apropien de la tecnología y puedan emplearla de manera conveniente.

Como se ha podido observar, la VR está siendo empleada en muchas áreas del desarrollo humano, siendo su implementación cada vez mayor en múltiples campos. No

se visualiza una disminución de su uso en los próximos años, sino todo lo contrario. Además, esta tecnología se complementará con nuevos desarrollos como la inteligencia artificial, las redes 5G e integración con la red de Internet en el metaverso siendo que este es considerado la próxima frontera del internet. En el caso de la inteligencia artificial, se podrán desarrollar experiencias de enseñanza sofisticadas, brindando soporte individualizado a estudiantes y facilitando la labor de docentes.

En los últimos meses, se ha observado como grandes organizaciones del sector tecnológico, entre ellas Microsoft, Intel, y Meta, anteriormente conocida como Facebook, han desplegado grandes esfuerzos para desarrollar el concepto de metaversos. La VR es la base para que exista este. Al igual, como lo fue la red de Internet hace poco más de 20 años, el concepto de metaversos está por ser desarrollado y muchas personas desconocen del tema. En caso de que esta nueva forma de conectarse a la red de Internet sea exitosa, la VR va a crecer a niveles sin precedentes.

Se observa poca o escasa documentación que desarrolle de forma amplia las estrategias pedagógicas empleadas en el aula para la enseñanza de la anatomía con VR. Se destaca el modelo constructivista como modelo pedagógico apropiado para el uso de la VR en la enseñanza de la anatomía; sin embargo, desde una perspectiva general, las publicaciones estudiadas carecen de un nivel de detalle apropiado en cuanto a las estrategias de enseñanza aprendizaje propiamente empleadas. Esta es, sin lugar a duda, una oportunidad para el desarrollo de futuras publicaciones que incorporen de forma más detallada las estrategias empleadas con el uso de esta tecnología, para la enseñanza de la anatomía en el laboratorio.

Referencias

- Asad, M. M., Nab, A., Churi, P., & Tahanzadeh, M. M. (2021). Virtual Reality as Pedagogical Tool to Enhance Experiential Learning: A Systematic Literature Review. *Education Research International*, 2021.
- Bailenson, J. N., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A. C., Lundblad, N., & Jin, M. (2008). The use of immersive virtual reality in the learning sciences: Digital transformations of teachers, students, and social context. *The Journal of the Learning Sciences*, 17(1), 102-141.
- Beneitone, P. (2022). *Transformaciones curriculares en la educación superior en el periodo de pandemia COVID-19*. Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES).
- Bosworth, A. (27 de setiembre de 2021). Building the Metaverse Responsibly. *Meta*.
<https://about.fb.com/news/2021/09/building-the-metaverse-responsibly/>
- Bower, M., & Jong, M. S. Y. (2020). Immersive virtual reality in education. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 1981-1990.
- Caponata, I., & Ferraro, A. P. (2019). Virtual Learning Environments for a New Teaching Methodology. In I. Management Association (Ed.), *Virtual Reality in Education: Breakthroughs in Research and Practice* (pp. 226-241). *IGI Global*.
<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8179-6.ch010>
- Caraballo, V. I., Ruiz, R. F. J., & Cebrián, R. D. (2020). *Tecnologías para la formación de profesionales en educación*. Dykinson, S.L.
- Carmigniani, J., & Furht, B. (2011). *Augmented reality: an overview*. *Handbook of augmented reality*, 3-46.
- Cáceres, R. M. P., Hinojo, L. F. J., & Aznar, D. I. (2019). *Avances en recursos tic e innovación educativa*. Dykinson, S.L.

- 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.
- De Freitas, S., & Veletsianos, G. (2010). Crossing boundaries: learning and teaching in virtual worlds. *British Journal of Educational Technologies*, 41(1), 3-9.
- Duarte, M. L., Santos, L. R., Júnior, J. G., & Peccin, M. S. (2020). *Learning anatomy by virtual reality and augmented reality. A scope review*. *Morphologie*, 104(347), 254-266.
- Erolin, C., Reid, L., & McDougall, S. (2019). *Using virtual reality to complement and enhance anatomy education*. *Journal of visual communication in medicine*, 42(3), 93-101.
- Fairén González, M., Farrés, M., Moyes Ardiaca, J., & Insa, E. (2017). Virtual reality to teach anatomy. In *Eurographics 2017: education papers* (pp. 51-58). European Association for Computer Graphics (Eurographics).
- Fairén, M., Moyés, J. & Insa, E. *VR4Health: Personalized teaching and learning anatomy using VR*. *J Med Syst* 44, 94 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10916-020-01550-5>
- Fowler, C.J. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy? *Br. J. Educ. Technol.*, 46, 412-422.
- Gobira, P., & Mozelli, A. (2018). *Expansion of Uses and Applications of Virtual Reality*. In I. Management Association (Ed.), *Virtual and Augmented Reality: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 1-17). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5469-1.ch001>
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 8(1), 1-32.
- INTEL. (s.f.). *Desmitificando el panorama de la Realidad Virtual. Las diferencias entre Realidad Virtual, Realidad Aumentada, y Realidad Mixta, y como usted puede estar listo para experimentar una nueva realidad por sí mismo*. Recuperado el 1 de marzo de 2022 de

<https://www.intel.com/content/www/us/en/tech-tips-and-tricks/virtual-reality-vs-augmented-reality.html>

Instituto Tecnológico de Monterrey. (2017). Reporte EduTrends. Realidad Aumentada y virtual.

Izard, S. G., Juanes Méndez, J. A., & Palomera, P. R. (2017). Virtual reality educational tool for human anatomy. *Journal of medical systems*, 41(5), 1-6.

Johnston, E. A., Olivas, G. W., Steele, P., Smith, C., & Bailey, L. W. (2019). *Virtual reality pedagogical considerations in learning environments*. In *Student-centered virtual learning environments in higher education* (pp. 21-39). IGI Global.

Jones, G., & Alba, A. D. (2019). *Reviewing the Effectiveness and Learning Outcomes of a 3D Virtual Museum: A Pilot Study*. In I. Management Association (Ed.), *Virtual Reality in Education: Breakthroughs in Research and Practice* (pp. 52-75). IGI Global.

<https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8179-6.ch003>

Lewis, T. L., Burnett, B., Tunstall, R. G., & Abrahams, P. H. (2014). Complementing anatomy education using three-dimensional anatomy mobile software applications on tablet computers. *Clinical Anatomy*, 27(3), 313-320.

Microsoft. (13 de diciembre de 2021). *¿Qué es realidad mixta?*. Recuperado el 1 de marzo de 2022 de <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality>

Muda, T., Murniwati, T. F., Rushaidhi, M., Woon, C. K., Dhamodharan, J., Ghafar, N. A., ... & Hadie, S. N. H. (2021). Anatomy Teaching and Learning in Malaysia During the COVID-19 Pandemic. *Education in Medicine Journal*, 13(2).

Nunes, Felipe Becker, et al. (2019). "Analysis of Users in an Immersive Environment for Teaching Science." *Virtual Reality in Education: Breakthroughs in Research and Practice*, edited by Information Resources Management Association, IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8179-6.ch001>

Pelletier, K., McCormack, M., Reeves, J., Robert, J., Arbino, N., Dickson-Deane, C., ... & Stine, J. (2022). *2022 EDUCAUSE Horizon Report Teaching and Learning Edition* (pp. 1-58). EDUC22.

- Rosmansyah, Y., Putri, A., Koesoema, A. P., Latief, A., & Amalia, Y. S. (2021, March). A systematic review of virtual reality application in anatomy studies. *In AIP Conference Proceedings* (Vol. 2344, No. 1, p. 050002). AIP Publishing LLC.
- Science Time. (11 de julio de 2020). XR - *The Future of VR, AR & MR in One Extended Reality* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=E0QLVj9FJ0A&t=281s>
- Sousa Ferreira, R., Campanari Xavier, R. A., & Rodrigues Ancioto, A. S. (2021). La Realidad Virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(33), 223-241.
- Zhao, J., Xu, X., Jiang, H., & Ding, Y. (2020). The effectiveness of virtual reality-based technology on anatomy teaching: a meta-analysis of randomized controlled studies. *BMC medical education*, 20(1), 1-10.

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Dennis Eduardo Bolaños Barrientos, cédula de identidad 1-1147-0859, estudiante de la Universidad Nacional, declaro bajo fe de juramento y consciente de la responsabilidades penales de este acto, que soy autor intelectual del Trabajo Final de Graduación Titulado **“Nuevas Estrategias Didácticas: Incorporación de la Realidad Virtual en el Laboratorio de Anatomía I de la Universidad Autónoma de Centro América”**, para optar por el grado de Maestría en Educación con énfasis en Pedagogía Universitaria.

San José, a los 3 días del mes de setiembre del año 2022.

Firmado por DENNIS EDUARDO BOLAÑOS BARRIENTOS (FIRMA)
PERSONA FISICA, CPF-01-1147-0859.
Fecha declarada: 03/09/2022 02:05 PM
Esta representación visual no es fuente
de confianza. Valide siempre la firma.

Refrendo

Los abajo firmantes avalamos el Trabajo de Graduación del estudiante Dennis Bolaños Barrientos, cédula 111470859, que lleva como título **Nuevas Estrategias Didácticas: Incorporación de la Realidad Virtual en el Laboratorio de Anatomía I de la Universidad Autónoma de Centro América**, dado que cumple con las disposiciones vigentes y la calidad académica requerida por el posgrado.

JESUS IRAN BARRANTES LEON (FIRMA)
PERSONA FISICA. CPF-09-0065-0840.
Fecha declarada: 15/09/2022 08:04:49 AM
Esta representación visual no es fuente
de confianza. Valde siempre la firma.

M.Ed Irán Barrantes León
Tutor del énfasis Pedagogía Universitaria
Maestría en Educación

RITA MARIA ARGUEDAS VIQUEZ (FIRMA)
Firmado digitalmente
por RITA MARIA ARGUEDAS VIQUEZ (FIRMA)
Fecha: 2022.10.03 17:21:20 -06'00'

M. Ed Rita Arguedas Víquez
Coordinadora
Maestría en Educación