

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**PERCEPCIÓN DEL APRENDIZAJE DE ANATOMÍA DEL
NEUROCRÁNEO CON REALIDAD VIRTUAL, EN LOS
ESTUDIANTES DE PREGRADO DE PRIMER SEMESTRE, DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE LA INSTITUCIÓN
UNIVERSITARIA ESCUELA COLOMBIANA DE REHABILITACIÓN**

Wilson Yamit Betancur Montes

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina, Departamento de Morfología Humana
Bogotá, D.C, Colombia
2022

**PERCEPCIÓN DEL APRENDIZAJE DE ANATOMÍA DEL
NEUROCRÁNEO CON REALIDAD VIRTUAL, EN LOS
ESTUDIANTES DE PREGRADO DE PRIMER SEMESTRE, DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE LA INSTITUCIÓN
UNIVERSITARIA ESCUELA COLOMBIANA DE REHABILITACIÓN**

Wilson Yamit Betancur Montes

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Morfología Humana

Director:

Dr. Luis Enrique Caro Henao

Asesor metodológico:

Blgo. Jeison Monroy Gómez

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina, Departamento de Morfología Humana
Bogotá, D.C, Colombia
2022

A mi hija Sarita y mi esposa Karol por brindarme siempre el apoyo necesario para continuar en los momentos difíciles, mis padres que han sido mi gran ejemplo, a mis hermanas que me han acompañado durante este lindo proceso, a mis profesores por cada una de sus valiosas enseñanzas.

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Wilson Betancur Montes

Nombre

Fecha 20/01/202

Resumen

Introducción. La enseñanza de anatomía humana es una base fundamental para los estudiantes de ciencias de la salud, y una de las regiones anatómicas más complejas de enseñar y apropiar es el cráneo. Se planteó como objetivo para este estudio: determinar la percepción de aprendizaje en la enseñanza de anatomía de neurocráneo con realidad virtual en estudiantes de pregrado de primer semestre de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Escuela Colombiana de Rehabilitación.

Materiales y métodos. Se realizó un estudio de tipo descriptivo, donde se seleccionó aleatoriamente una muestra de 9 estudiantes, con quienes se tuvieron cuatro encuentros presenciales donde se les impartieron clases de anatomía del neurocráneo utilizando realidad virtual como estrategia de enseñanza, posterior a esto se midió la percepción del uso de esta tecnología mediante el cuestionario “modelo de aceptación tecnológica modificado “(TAM) planteado por Fred Davis.

Resultados. se identificó que el total de la población encuestada, refiere estar extremadamente de acuerdo, en que el uso de realidad virtual mejora su aprendizaje y rendimiento en la asignatura de morfofisiología. Así mismo la mayoría de los encuestados indicaron que es extremadamente probable que el uso de realidad virtual durante las clases facilitó la comprensión de ciertos conceptos aumentando su rendimiento académico.

Conclusiones: La percepción de aprendizaje de anatomía del neurocráneo, utilizando realidad virtual, es positiva para los estudiantes de ciencias de la salud de primer semestre de la Institución Universitaria Escuela Colombiana de rehabilitación.

Palabras clave: Realidad virtual, anatomía del cráneo, métodos de enseñanza en anatomía, aplicativos 3D, neurocráneo.

Abstract

PERCEPTION OF THE LEARNING OF NEUROCRANEAN ANATOMY WITH VIRTUAL REALITY, IN THE UNDERGRADUATE STUDENTS OF THE FIRST SEMESTER, OF THE FACULTY OF HEALTH SCIENCES OF THE COLOMBIAN SCHOOL OF REHABILITATION UNIVERSITY INSTITUTION

Introduction. Teaching human anatomy is a fundamental foundation for health science students, one of the most complex anatomical pieces regions for teaching and appropriating is the skull. The aim of this study was to: determine the perception of learning in the teaching of neurocranial anatomy with virtual reality, in undergraduate students of the first semester of the Faculty of Health Sciences of the Colombian Rehabilitation School University.

Materials and methods. A descriptive study was conducted where a sample of 9 students was randomly selected, in which four face-to-face meetings were held where neurocranium anatomy classes were taught using virtual reality as a teaching strategy, after which the perception of the use of this technology was measured through the questionnaire "modified technology acceptance model" (TAM) proposed by Fred Davis.

Results. It was identified that the total of the surveyed population refers to be extremely in agreement, with the use of virtual reality improves their learning and performance in the subject of morphophysiology. Likewise, most respondents indicated that it is extremely likely that the use of VR during classes facilitates the understanding of certain concepts by increasing their academic performance.

Conclusions: The perception of learning neurocranial anatomy using virtual reality, is positive for first semester health science students at the Colombian University Rehabilitation School.

Keywords: Virtual reality, skull anatomy, teaching methods in anatomy, 3D applications, neuroskull.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras	XV
Lista de tablas	XVI
Introducción	1
1. Marco teórico	5
1.1 Realidad Virtual	5
1.1.1 Historia de la realidad virtual	6
1.1.2 Realidad Virtual en la actualidad	7
1.1.3 Tipos de realidad virtual.	7
1.2 Realidad virtual y educación.	8
1.2.1 Tecnología educacional	8
1.2.2 Técnicas de enseñanza	9
1.2.3 Relación de realidad virtual y las técnicas de enseñanza.	10
1.3 Objetivos Educativos.....	12
1.4 Estilos de aprendizaje	12
1.4.1 Modelo de Sperry (1973).....	13
1.4.2 Modelo de MacLean (1978)	13
1.4.3 Modelo de Gardner (1983).....	13
1.4.4 Modelos de Kolb (1984).	14
1.4.5 Modelo de Dunn & Dunn (1985)	15
1.4.6 Modelo de Honey Munford (1986)	15
1.4.7 Modelo de Felder y Silverman (1989) y su relación con la realidad virtual.....	15
1.5 Realidad Virtual y su uso en anatomía humana.....	16
1.6 Anatomía de neurocráneo	17
1.6.1 Calvaria.....	18
1.6.2 Piso del cráneo.	19
1.6.3 Hueso frontal.	20
1.6.4 Hueso etmoides.....	20
1.6.5 Hueso esfenoides.....	21
1.6.6 Hueso occipital.	21
1.6.7 Hueso parietal.....	21
1.6.8 Hueso temporal.	21
1.7 Modelo de aceptación tecnológica (TAM)	22

2. Metodología.....	24
2.1 Tipo de investigación	24
2.2 Participantes.....	24
2.3 Materiales y equipos	25
2.3.1 Equipo de realidad virtual Oculus Rift CV1	25
2.3.2 Hardware	25
2.3.3 Software.....	26
2.4 Procedimiento	26
2.5 Cuestionario modelo de aceptación tecnológica (TAM).....	27
2.6 Análisis estadístico.....	29
3. Resultados	31
4. Discusión.....	39
5. Conclusiones y recomendaciones	43
5.1 Conclusiones.....	43
5.2 Recomendaciones.....	44
A. Anexo: Formato de consentimiento informado.....	45
B. Anexo: Ficha técnica Oculus Rift.....	51
Bibliografía	53

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1 Triada de la realidad virtual.....	5
Figura 2-1 Equipo de realidad virtual Oculus Rift CV1.....	25
Figura 2-2 Cuestionario de Microsoft Forms	29

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1 Avance histórico de la realidad virtual.....	6
Tabla 1-2 Técnicas de enseñanza basadas en el estudiante	9
Tabla 1-3 Clasificación de las aplicaciones instruccionales y su relación con las técnicas de enseñanza y realidad virtual.....	11
Tabla 1-4 Características de cada tipo de inteligencia según Gardner.	14
Tabla 1-5 Forámenes y orificios de la base del cráneo.....	19
Tabla 2-1 Cuestionario de aceptación tecnológica.....	28
Tabla 3-1 Resultados de evaluación TAM.....	31

Introducción

La enseñanza de la anatomía humana es un pilar fundamental para los estudiantes de ciencias de la salud, dado que el aprendizaje de otras ciencias como fisiología, patología, semiología, entre otras, dependen de su conocimiento y de un uso adecuado del lenguaje anatómico. Por muchos años las instituciones de educación superior de nuestro país, han venido implementando métodos llamados “tradicionales” como el aprendizaje mediante la disección de cadáveres, revisión de proyecciones, observación y manipulación de órganos y segmentos corporales, los cuales permiten una visualización “real” de las estructuras. También existen otros métodos como: modelos sintéticos, libros o guías de aprendizaje y recientemente aplicativos virtuales en 2D (Ghosh, 2016); que, si bien muestran las estructuras y su organización en diferentes planos, son presentados al estudiante, que recién se está familiarizando con los conceptos, y les es difícil imaginar la forma tridimensional y las relaciones topográficas de los órganos y estructuras anatómicas. En la mayoría de los casos los estudiantes suelen presentar dificultades para apropiarse de las competencias esperadas para el curso, evidenciándose esto en un bajo rendimiento académico en los componentes evaluativos, reprobación de los cursos y en muchos casos deserción escolar (Alli, Khan, Konczalik, Coughlin & El Sayed, 2015). La implementación de nuevas estrategias pedagógicas para la enseñanza de la morfología, que motiven a los estudiantes para afrontar el nuevo conocimiento, se convierte en un reto para los docentes que buscan que sus alumnos integren de manera apropiada los conocimientos teórico-prácticos necesarios para continuar su formación en ciencias de la salud (Cardenas & Otondo, 2018). Es importante resaltar que en la Institución Universitaria Escuela Colombiana de Rehabilitación, donde se lleva a cabo esta investigación, no se cuenta con anfiteatro, por lo cual los docentes y estudiantes deben recurrir a modelos anatómicos, libros y guías, los cuales como se menciona anteriormente, no facilitan la ubicación tridimensional y topográfica de las partes anatómicas.

El Neurocráneo humano es una de las estructuras anatómicas más complejas debido a la gran cantidad de elementos óseos y sus accidentes que se pueden observar, y que dificultan el aprendizaje de la anatomía del esqueleto cefálico en los estudiantes de los primeros semestres de ciencias de la salud (Hendricks, Patel, Hartman, Seifert & Cohen-Gadol, 2018). Para el aprendizaje del neurocráneo, los estudiantes cuentan con modelos anatómicos sintéticos y esqueletos craneales, obtenidos de restos humanos, y recursos físicos y tecnológicos que permiten la visualización de manera bidimensional (2D) de los objetos (Murgitroyd, Madurska, Gonzalez & Watson, 2015). Actualmente se cuenta con nuevas herramientas pedagógicas para la enseñanza de anatomía, a continuación se mencionan las más representativas: imagenología: que permite estudiar, mediante el uso de imágenes radiográficas, anatomía viviente: básicamente busca enseñar morfología mediante un cuerpo vivo. Anatomía informática que utiliza diferentes herramientas como softwares, impresión 3D, tablas de disección virtual, realidad aumentada y realidad virtual, esta última mediante el uso de unas gafas especiales permite observar la anatomía del cuerpo humano de manera tridimensional. Sin embargo, es poca la evidencia del uso de componentes tridimensionales (3D) en la enseñanza de la anatomía del cráneo, aún sabiendo que estos generan una aproximación acertada de la estructura, gracias a los avances gráficos por computadora y tecnologías de modelado, lo que ha permitido desarrollar recursos cada vez más precisos y representativos, para complementar la disección de cadáveres, al permitir la inmersión virtual en una estructura corporal como el interior del cráneo, las gafas de visión estereoscópica hacen de estas innovadoras tecnologías de enseñanza una poderosa herramienta para la formación en todas las áreas de las ciencias de la salud (Hendricks et al; 2018).

El uso de modelos digitales tridimensionales, como herramienta pedagógica en la educación en anatomía humana se ha convertido en un recurso común durante la última década; recientemente, varias universidades han explorado la realidad virtual (VR) como un medio para involucrar aún más a los estudiantes con modelos virtuales (Erolin, Reid & McDougal, 2019). Varios investigadores y universidades han creado sus propios modelos, probándolos con la comunidad estudiantil, y obteniendo por lo general buenos resultados (Allen, Bhattacharyya & Wilsom, 2015). Se ha demostrado que los estudiantes expuestos a la simulación con realidad virtual, obtienen una puntuación mayor que el grupo control en las evaluaciones, debido a que la realidad virtual ofrece una experiencia inmersiva que ayuda a resaltar las relaciones 3D y diferencias de tamaño entre estructuras (Maresky et al.

2018), y adicionalmente los estudiantes mejoran las competencias cognoscitivas (Ruiz, 2019).

Por lo mencionado anteriormente, surge la necesidad de utilizar nuevas herramientas que permitan que el estudiante visualice una estructura de forma real, sin necesidad de recurrir al cadáver; ya que en muchas instituciones no cuentan con anfiteatro o los tiempos de apertura de este no coinciden con el horario de los estudiantes; esta “herramienta” es importante que sea amigable con el aprendizaje y los motive a estudiar por medio de estrategias que sean prácticas y didácticas, por tal motivo se plantea el uso de realidad virtual como método pedagógico que puede suplir las necesidades y falencias que se presentan durante el desarrollo del curso.

Este estudio se clasifica como una investigación de tipo descriptiva, dado que a través de la obtención de datos mediante el cuestionario de aceptación tecnológica (TAM), se midió la percepción que tienen nueve estudiantes de primer semestre, frente al uso de realidad virtual para la enseñanza de la anatomía del neurocráneo. A partir de dicha encuesta se midieron cinco componentes: utilidad percibida, facilidad de uso percibida, disfrute percibido, actitud hacia el uso e intensidad de uso.

Es importante resaltar que la muestra se seleccionó aleatoriamente de entre los dos grupos de morfofisiología de primer semestre inscritos en el 2021-1, y a estos se les brindaron cuatro encuentros presenciales donde como complemento de sus clases, se les enseñó anatomía del neurocráneo mediante realidad virtual. Todo esto con el objetivo de determinar la percepción de aprendizaje en la enseñanza de anatomía de neurocráneo con realidad virtual en estudiantes de pregrado de primer semestre de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Fundación Escuela Colombiana de Rehabilitación.

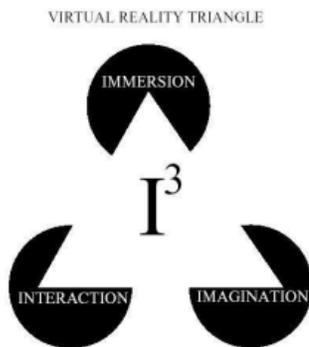
1. Marco teórico

1.1 Realidad Virtual

La realidad virtual (VR) conocida en inglés como virtual reality, se define como un sistema informático usado para crear un mundo artificial, generado por un ordenador o por un sistema de visualización virtual, que permite al usuario visualizar, manipular e interactuar, en tiempo real (Otegui, 2017).

La RV cumple con 3 características, definidas por la universidad de la Coruña como las 3 "I": Inmersión, Interacción e Imaginación; que juntas forman el triangulo de la RV que se ilustra en la figura 1-1 (SABIA GROUP , 2015).

Figura 1-1 Triada de la realidad virtual



Nombre de la fuente: SABIA GROUP . (06 de 05 de 2015). *Realidad Virtual: Definición, características y tipos. Universidad de la Coruña.*

- 6 Percepción del aprendizaje de anatomía del neurocráneo con realidad virtual, en los estudiantes de pregrado de primer semestre, de la facultad de ciencias de la salud de la institución universitaria escuela colombiana de rehabilitación
-

Otegui (2017) define las características de esta manera:

- **“Inmersión:** El usuario percibe únicamente los estímulos del mundo virtual, de manera que pierde todo contacto con la realidad. El grado de inmersión dependerá del contacto que éste posea con el entorno real.
- **Interacción:** El usuario interacciona con el mundo virtual a través de diferentes dispositivos y recibe la respuesta en tiempo real a través de sus sentidos.
- **Imaginación:** A través del mundo virtual el usuario puede concebir y percibir realidades no existentes”

1.1.1 Historia de la realidad virtual

En la actualidad tendemos a pensar que la RV es una nueva tecnología con la cual se trabaja desde hace relativamente poco (finales del siglo XX o inicios del XXI), pero la historia de ésta es muy diferente, dado que a mediados del siglo XIX se empezaron a dar los primeros pasos de lo que sería esta tecnología, si bien por esas épocas no se conocía como realidad virtual, y solamente fue implementado hasta mediados del siglo XX cuando se acuñó este término, tratándose entonces de un concepto que ha evolucionado a lo largo del tiempo.

En la tabla 1- 1 se muestra una serie de inventos que demuestran en orden cronológico como ha sido el avance de ésta hasta el siglo XX.

Tabla 1-1 Avance histórico de la realidad virtual

AÑO	INSTRUMENTO	CONCEPTO
1838	Primer estereoscopio	Gafas en las que se situaba una fotografía distinta para cada ojo con el objetivo de crear una imagen en 3 dimensiones.
1929	Primer Link Trainer	Simulador de vuelo mecánico.
1933	Simuladores mecánicos	Simuladores que tenían como objetivo las crecidas de los ríos y de las presas de EEUU
1945	Primer ordenador electrónico (ENIAC)	Sirvió para la simulación en la trayectoria de proyectiles, También se utilizó para la simulación de explosiones atómicas.
1958	Primer casco de realidad virtual.	Surge junto con el término Realidad Virtual. Utiliza los movimientos de la cabeza del usuario para realizar los desplazamientos. Se trata del primer

		modelo de casco de RV que inspiró los cascos de última generación que se conocen hoy en día
1966	Casco HMD	Se trata del mismo concepto que el casco anterior, pero en una versión mejorada de este.
1967	Primer programa informático en realidad virtual	Programa que recrea un mundo virtual a través de imágenes en 3 dimensiones, datos almacenados y aceleradores. Parte del concepto que tenemos hoy sobre Realidad Virtual proviene de este programa.
1971	Sistema Grope II	Permite visualizar moléculas complejas.
1974	Guante de datos	Se trata de un accesorio o herramienta que permite desplazarse por mundos virtuales.
1979	Primer simulador de vuelo	Se trata de un simulador basado únicamente en sistemas informáticos. Resulta muy útil a la hora de formar pilotos de aviación.
1984	Novela Neuromancer	A lo largo de la historia existen una gran variedad de publicaciones sobre RV. Neuromancer es la novela que utiliza por primera vez el término ciberespacio para hacer referencia a un mundo virtual, de ahí que sea tan significativa.
1994	Virtual Reality Modeling Language	Se utiliza para la representación de escenas y objetos 3D en el entorno de una página web.

Tomada de: Otegui, J. (2017). La realidad virtual y la realidad aumentada en el proceso del marketing. *Revista de Dirección y Administración de Empresas*, 2017(24), 155-229.

1.1.2 Realidad Virtual en la actualidad.

Como se mencionó anteriormente, la RV no es una tecnología nueva para la humanidad, pero hasta hace muy poco se empezó a conocer, dado que esta tecnología no estaba al alcance de la población general, y solo las grandes empresas e instituciones utilizaban estas herramientas. Con el surgir de nuevas tecnologías como celulares inteligentes (Smartphone), televisores y computadores “inteligentes”, se empezó a integrar la RV en estos dispositivos, haciendo que sea más accesible la utilización de RV (Otegui, 2017).

1.1.3 Tipos de realidad virtual.

Existen 3 tipos de realidad virtual los cuales son: sistemas inmersivos, sistemas semi-inmersivos y sistemas no inmersivos (Poetker, 2019).

Sistemas inmersivos: Son sistemas que permiten al usuario sentirse parte del mundo virtual sin tener ningún contacto con la realidad. Para que sea una inmersión completa se deben utilizar dispositivos como gafas VR, para conseguir evitar el mundo real e interactuar con el mundo digital en un 100%, este se utiliza en mayor medida en actividades de entretenimiento y formación (Poetker, 2019).

Sistemas semi-inmersivos: Esta proyección integra cuatro pantallas en forma de cubo 3D situadas en las paredes y otra en el suelo, rodeando de esta manera al usuario, permitiendo mantener algún tipo de contacto con elementos que forman parte del mundo real. Para interactuar con las pantallas es necesario el uso de gafas y de un dispositivo de seguimiento de movimientos de la cabeza; al igual que en el sistema inmersivo, es necesario el uso de dispositivos para interactuar con el mundo virtual. Aunque este sistema no sumerge completamente al usuario en el mundo digital, si no que permite que este mantenga contacto mínimo con la realidad, es útil en espacios de aprendizaje, entretenimiento y ambientes laborales (Poetker, 2019).

Sistemas no inmersivos: en este tipo de sistema lo único que se requiere para entrar en el entorno virtual es una pantalla, los accesorios necesarios para la interacción del usuario no son más que los accesorios de un computador convencional o un control de juego en el caso de un videojuego, por lo cual este sistema se convierte en un medio de entretenimiento o trabajo netamente (Poetker, 2019).

1.2 Realidad virtual y educación.

El acto de aprender o enseñar mediante tecnologías digitales se conoce como eLearning. Este concepto abarca una gran multitud de enfoques, conceptos, métodos y tecnologías educativas las cuales están en constante evolución (Car et al. 2019). “La educación digital puede incluir: educación digital en línea y fuera de línea, cursos masivos en línea abiertos, realidad virtual (VR), pacientes virtuales, aprendizaje móvil, juegos de rol o gamificación, y entrenadores de habilidades psicomotoras” (Car et al. 2019). Partiendo de lo anterior la realidad virtual se convierte en una gran herramienta para la enseñanza, fundamentada en la capacidad de proveer un entorno inmersivo, multisensorial y ambientado en lo que se quiere mostrar (Jimenez, Villalobos & Luna, 2000).

1.2.1 Tecnología educacional

Un término importante en educación es el de tecnología educacional, la cual hace referencia a técnicas de enseñanza, estilos de aprendizaje, diseño instruccional entre otros, que al final se puede resumir como la herramienta con la cual cuentan los

educadores para diseñar entornos educativos efectivos; “cualquier intento de construir entornos educativos debe tener en cuenta la tecnología educacional y el medio tecnológico a utilizar” (Jimenez et al; 2000). Dos aspectos tecnológicos importantes a tener en cuenta son las técnicas de enseñanza y los estilos de aprendizaje.

1.2.2 Técnicas de enseñanza

Las técnicas de enseñanza aprendizaje es el conjunto de actividades que el docente estructura con el fin de que el estudiante construya, transforme y evalúe el conocimiento. Existen diferentes técnicas de enseñanza las cuales pueden ser: estrategias basadas en el estudiante, las cuales se consideran también como estrategias activas, estas se fundamentan desde un enfoque cognitivo del aprendizaje, sustentado desde el autoaprendizaje. Estrategias basadas en el docente: en esta el profesor es protagonista dado que pone a disposición del estudiante su experiencia y conocimiento en el tema en el cual es experto, en esta se privilegia la clase magistral y tradicional. Estrategias centradas en el proceso y/o mediaciones didácticas, estas son un conjunto de herramientas que permiten guiar al estudiante en la comprensión de conocimientos y en la aplicación de estos en un contexto real. Estrategias centradas en el objeto de conocimiento, Esta busca que la información que se comparte con el estudiante sea aplicada de manera sistémica para lograr coherencia interna. (Parra, 2003). En este estudio, y por cuestiones de especificidad, se tendrán en cuenta las técnicas de enseñanza centradas en el estudiante. A continuación en la tabla 1.2 se muestra una descripción de estas estrategias.

Tabla 1-2 Técnicas de enseñanza basadas en el estudiante

Formación basada en problemas	Consiste en proponer situaciones problemáticas a los estudiantes, quienes basados en investigaciones, revisiones de temas y de más fuentes de información deben resolver dicha situación. Este se caracteriza por se una estrategia activa haciendo especial énfasis en el razonamiento crítico.
Aprendizaje basado en proyectos	En este método el estudiante toma una mayor responsabilidad de su propio aprendizaje, aplicando los conocimientos adquiridos en su formación, realizando proyectos reales, buscando generar solución de problemas o promover mejoras a la comunidad.
Estudio de caso	Basado en un una situación problema de un contexto real o ficticio, el estudiante debe tomar decisiones sobre la mejor forma de actuar, todo fundamentado desde la literatura, uno de los objetivos de esta estrategia es favorecer el razonamiento crítico y la toma de decisiones en un ambiente real.

- 10 Percepción del aprendizaje de anatomía del neurocráneo con realidad virtual, en los estudiantes de pregrado de primer semestre, de la facultad de ciencias de la salud de la institución universitaria escuela colombiana de rehabilitación

Tutoría	Es una actividad pedagógica cuyo propósito es orientar al estudiante en su proceso de formación, de una manera más personalizada que en una clase magistral, de igual manera busca resolver dudas puntuales que surgen durante el desarrollo de las actividades académicas.
Experimentación en laboratorio	La aplicación práctica de la teoría mediante la observación, la investigación y la experimentación. En este método el estudiante pone en práctica los temas vistos o revisados desde la teoría.
Aprendizaje en base a pre-requisitos	El estudiante avanza en su formación siempre y cuando logre cumplir los objetivos de temas previos, esta estrategia busca incentivar la apropiación de conceptos en temas específicos.
Juego de roles	Este método se basa en actividades lúdicas entorno al aprendizaje; mediante situaciones de juego el estudiante adquiere, modifica y desarrolla actitudes y habilidades.
Aula invertida	Los estudiantes preparan un tema específico, y serán ellos quienes guíen la clase, el docente puede intervenir para resolver dudas y aclarar temas.

Modificado de Parra Pineda, D. (2003). *Manual de estrategias de enseñanza aprendizaje*. [Version PDF]

1.2.3 Relación de realidad virtual y las técnicas de enseñanza.

La realidad virtual y uso de prototipos 3D, en un contexto de aprendizaje basado en el estudiante, promueve una comunicación eficaz, aumentan las habilidades para resolver problemas, y mejoran los resultados de aprendizaje (Halabi, 2020).

Al desarrollar aplicaciones instruccionales en ambientes virtuales, se debe tener en cuenta las ya mencionadas técnicas de enseñanza y la relación que estas tienen con las aplicaciones, ya que de esta manera se pueden satisfacer los objetivos de aprendizaje planteados. Así entonces, es necesario conocer qué técnicas de enseñanza se pueden asociar mejor con los tipos de aplicaciones instruccionales para lograr nuestros objetivos de enseñanza (Samadbeik et al; 2018).

En la tabla 1.3 se muestra una clasificación de las aplicaciones instruccionales y se describen la relación con las técnicas de enseñanza, junto con su aplicación en realidad virtual.

Tabla 1-3 Clasificación de las aplicaciones instruccionales y su relación con las técnicas de enseñanza y realidad virtual.

Tipo de aplicación	Descripción	Técnica de enseñanza que apoya	Realidad Virtual
Tutorial	Interrogan al usuario con preguntas y, según la respuesta, interrogan al usuario nuevamente.	Ejercitación repetida y constante. Modificación de la conducta. (Permiten medir el progreso más fácilmente ya que el estudiante y el profesor saben donde están ubicados). Aprendizaje en base a prerrequisitos.	Un mundo virtual dónde se muestran las características físicas y químicas de los elementos. Cambio de niveles de complejidad en el mundo virtual, con mayor detalle, más información, y relaciones más complejas.
Exploratoria	Los estudiantes dirigen sus propios aprendizajes a través de un proceso de descubrimiento o mediante descubrimientos guiados.	Estudio de Casos (El estudiante analiza cuidadosamente sus decisiones antes de sintetizar una solución, para ello usa su propio conocimiento) Experimentación en laboratorio	Mundos Virtuales donde el alumno puede modificar las características de los objetos y/o procesos de acuerdo a sus conocimientos o criterios. Laboratorios virtuales de Anatomía, Química, Física... donde pueda llevar a cabo sus experimentos. Comunidades Virtuales.
Generadora	Los estudiantes tienen el control para crear sus propios mundos.	Estudio de casos (Planificar la generación de un libro en base al análisis de procesos tradicionales). La técnica de juego de roles es apoyada cuando el estudiante crea cosas ficticias, por ejemplo, puede asumir el rol de un pintor si el generador es un graficador. El aprendizaje casual puede ocurrir porque en el proceso de generación de un libro sobre el WEB, los estudiantes pueden aprender HTML.	Generadores de Mundos Virtuales.

Tomado de: Jimenez, A., Villalobos, M., & Luna, E. (2000). Cuándo y Cómo usar la Realidad Virtual en la Enseñanza. *Revista de Enseñanza y Tecnología*, 30-36. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4794517.pdf>

1.3 Objetivos Educativos

En la práctica académica es muy importante para los educadores tener claro los objetivos educativos buscan lograr con los estudiantes. En apoyo a estos objetivos educativos, la taxonomía cognitiva desarrollada por Benjamín Bloom es una de las herramientas más utilizadas para juzgar la profundidad y el aprendizaje logrado a lo largo del curso. Esta taxonomía considera los siguientes objetivos educativos (Vera, Ortega & Burgos, 2013):

- **Conocimiento:** Capacidad básica para recordar información sin requerir un entendimiento del material que está siendo tratado.
- **Comprensión:** Capacidad para entender e interpretar un material o situación, así como para extrapolar lo entendido a áreas no cubiertas por el planteamiento original.
- **Aplicación:** Capacidad para determinar qué conocimiento es relevante para una situación particular y aplicar correctamente ese conocimiento para producir una solución correcta al problema en cuestión.
- **Análisis:** Capacidad para descomponer un problema o una situación compleja en sus partes y reconocer las relaciones entre las partes y la organización de éstas.
- **Síntesis:** Capacidad para crear una única entidad nueva, trazando los diferentes aspectos del conocimiento y entendimiento, de forma que el resultado es más que simplemente la suma de sus partes componentes.

1.4 Estilos de aprendizaje

Es importante resaltar que cada persona aprende con diferentes mecanismos, los cuales pueden variar de manera significativa de estudiante a estudiante. A través de los años la academia ha procurado clasificar estos estilos de aprendizaje para que de esta manera entendamos como una persona aprende y se adapta a un ambiente de formación.

Partiendo desde la premisa que cada individuo presenta un estilo de aprendizaje diferente, se han planteado diversas propuestas de modelos de estilos de aprendizaje (Mejía, Baldiris, Gomez & Fabregat, 2009). A continuación se resumirá cada uno de los modelos

de aprendizaje, planteados hasta ahora y se hará hincapié en el modelo de Felder y Silverman el cual es el más estudiado desde la perspectiva de su correlación con la RV.

1.4.1 Modelo de Sperry (1973)

Sperry plantea la teoría del “cerebro dividido”, en la cual propone que el cerebro se divide en dos hemisferios cada uno con funciones específicas, y con una manera diferente de percibir la información, El hemisferio izquierdo responde por las funciones de hablar, escribir, leer y razonar con números, mientras que el hemisferio derecho responde por las funciones de percibir, orientarse, rotar mentalmente figuras o formas, y trabajar con tareas geométricas, según el autor cada individuo desarrolla más un hemisferio que otro (Forero et al; 2016).

1.4.2 Modelo de MacLean (1978)

Este modelo se basa en el análisis de tres estructuras o sistemas cerebrales, (primer cerebro, segundo cerebro, tercer cerebro) que según su teoría, cada uno procesa la información que recibe basado en su propia modalidad: “El primer cerebro, reptiliano, se asemeja al cerebro de los cocodrilos y funciona instintivamente; el segundo cerebro, sistema límbico, es el centro de la emoción y el responsable del sistema nervioso autónomo; y el tercer cerebro, neocorteza, es conocido como la capa pensante y lleva a cabo todos los procesos de la inteligencia”. Al final todos estos “sistemas” cerebrales son responsables de la conducta de cada persona (Forero et al; 2016).

1.4.3 Modelo de Gardner (1983)

En este modelo basado en la concepción de la mente, el autor define ocho grandes tipos de capacidades o inteligencias, y plantea la inteligencia, no como un conjunto unitario, sino como una red de conjuntos autónomos, interrelacionados. En la tabla 1 - 4 se muestra las características de cada tipo de inteligencia (Forero et al; 2016).

- 14 Percepción del aprendizaje de anatomía del neurocráneo con realidad virtual, en los estudiantes de pregrado de primer semestre, de la facultad de ciencias de la salud de la institución universitaria escuela colombiana de rehabilitación

Tabla 1-4 Características de cada tipo de inteligencia según Gardner.

Inteligencia	Características del individuo
Lingüística	Capacidad para comprender el orden y el significado de las palabras en la lectura, la escritura, al hablar y escuchar. Centrado en la audición y lo verbal.
Lógico / matemática	Capacidad para identificar modelos abstractos en el sentido estrictamente matemático; calcular numéricamente, formular y verificar hipótesis, utilizar el método científico y los razonamientos inductivo y deductivo. Centrado en arreglos numéricos, signos.
Espacial	Capacidad para presentar ideas visualmente, crear imágenes mentales, percibir detalles visuales, dibujar y confeccionar bocetos. Centrado en el mundo concreto – objetos–, y transformación de los objetos dentro de su ambiente.
Física / cinestésica	Capacidad para realizar actividades que requieren fuerza, rapidez, flexibilidad, coordinación óculo-manual y equilibrio. El cuerpo como una herramienta.
Musical	Ciertas áreas del cerebro, más difusas que las del lenguaje y situadas generalmente en el hemisferio derecho, desempeñan papeles importantes en la percepción y la producción musical. En ciertos casos de lesiones cerebrales, existe evidencia de “amusia” –pérdida de capacidad musical–. Componentes: melodía, ritmo y timbre
Interpersonal	Trabajar con gente, ayudar a las personas a identificar y superar problemas.
Naturalista	Capacidad de percibir las relaciones que existen entre varias especies o grupos de objetos y personas, así como reconocer y establecer si existen distinciones y semejanzas entre ellos.
Intrapersonal	Capacidad para plantearse metas, evaluar habilidades y desventajas personales y controlar el pensamiento propio.

Tomado de: Forero, R., Castaño, L., & Mejía, C. (2016). El estilo de aprendizaje en educación virtual: breve revisión de la literatura. *Virtualmente*, (4)1, 70-86. Recuperado de <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/vir/article/view/1523>

1.4.4 Modelos de Kolb (1984).

En este modelo el autor propone que para lograr aprender algo, el individuo debe trabajar o procesar la información que ha recibido, para lo cual propuso dos dimensiones principales del aprendizaje: la primera es la percepción, en la cual describió dos tipos opuestas: la experiencia concreta y la conceptualización a la generalización abstracta; y la segunda el procesamiento, que al igual que el anterior, presenta dos tipos de procesamiento opuesto: la observación y la reflexión por un lado, y la experimentación activa. Al final, la integración de las dos formas de percibir y de pensar llevaron al autor a plantear un modelo de cuatro cuadrantes para lograr explicar los estilos de aprendizaje: convergente, divergente, asimilador y acomodador (Forero et al; 2016).

1.4.5 Modelo de Dunn & Dunn (1985)

Este modelo planteado por los esposos Rita y Kenneth Dunn, propone un modelo de 21 elementos que demuestran la afinidad de aprendizaje de cada individuo; según los autores “la utilización adecuada de los estímulos ambientales (sonido, luz, temperatura y diseño), emocionales (motivación, persistencia, responsabilidad y estructura.), sociológicos (hacen referencia a la cantidad de personas con las que se involucra), físicos (hacen referencia a las preferencias perceptuales, como: percepción, alimento, tiempo, movimiento) y por ultimo cognitivos (global analítico, hemisferios, impulsivo reflexivo.) todos los cuales conducen al aprendizaje” (Dunn & Dunn, 1985).

1.4.6 Modelo de Honey Munford (1986)

Este principio se basa en un modelo anterior, específicamente el de Kolb (con algunas diferencias). El presente modelo presenta cuatro etapas en el ciclo de aprendizaje, que define así: “debía ser que todo el mundo fuera capaz de experimentar, reflexionar, elaborar hipótesis y aplicar de igual manera. Es decir, que todas las virtualidades estuvieran repartidas equilibradamente. Pero lo cierto es que los individuos son más capaces de una cosa que de otra”. En este sentido, los autores proponen cuatro estilos de aprendizaje: activo, reflexivo, teórico y pragmático (Forero et al; 2016).

1.4.7 Modelo de Felder y Silverman (1989) y su relación con la realidad virtual

Este modelo fue planteado inicialmente por Richard Felder y Linda Silverman en 1989, en el cual se plantearon cinco dimensiones del estilo de aprendizaje (modificado a cuatro, en el 2001 por Richard Felder y Rebecca Brent) (Cassidy, 2010). Basado en esto, el modelo clasifica los estilos de aprendizaje de acuerdo con estas 4 dimensiones:

- **Sensorial/ Intuitivo:** Los aprendices sensoriales prefieren información y experimentación, tienen cuidado y paciencia con los detalles, pero pueden ser lentos. Los intuitivos prefieren conceptos, principios, y teorías, y pueden ser rápidos pero descuidados (Cassidy, 2010). En este caso los estudiantes pueden hacer uso de realidad virtual para centrar su atención en aplicar los conceptos aprendidos en la teoría en un ambiente más práctico y experimental (Jimenez et al; 2000).

- **Visual/ Verbal:** Los aprendices visuales prefieren pinturas, diagramas, dibujos, películas, demostraciones, y exhibiciones. Los verbales prefieren palabras, explicaciones, fórmulas, y ecuaciones (Cassidy, 2010). La realidad virtual es propiamente visual, por lo cual los estudiantes que se encasillan en esta categoría se logran ver altamente beneficiados por el uso de esta herramienta tecnológica (Jimenez et al; 2000).
- **Activo/ Reflexivo:** Los aprendices activos aprenden haciendo y practicando. Los reflexivos aprenden pensando o ponderando introspectivamente (son pasivos) (Cassidy, 2010). Al ser la realidad virtual un estrategia práctica los estudiantes activos podrán interactuar de una manera inmersiva dentro del mundo virtual, aprovechando los beneficios de esta (Jimenez et al; 2000).
- **Secuencial/ Global:** Los aprendices secuenciales toman una situación paso a paso, y son parcialmente efectivos con un entendimiento parcial. Los globales deben comprender la situación en su totalidad para que todo tenga sentido, y no son efectivos hasta que comprenden la situación completamente (Cassidy, 2010). “La Realidad Virtual puede ayudar a dirigir las necesidades de los aprendices globales quienes requieren un panorama completo de una cierta situación” (Jimenez et al; 2000).

1.5 Realidad Virtual y su uso en anatomía humana

El uso de modelos digitales en tres dimensiones como herramienta didáctica de aprendizaje, ha venido creciendo de manera importante durante los últimos años (Erolin et al; 2019), y actualmente se cuenta con varios programas de computadora y aplicativos móviles que brindan complementos importantes a la anatomía tradicional, muchos de estos programas permiten a los usuarios interactuar con estructuras de anatomía humana en 3 dimensiones. Incluso, algunos permiten simular todo el proceso de disección de un cadáver (Lewis, Burnett, Tunstall & Abrahams, 2014). Sumado a lo anterior es importante resaltar que varias universidades han desarrollado sus propios modelos, y realizado pruebas con sus estudiantes donde por lo general se obtienen resultados positivos (Allen et al; 2015).

Si bien los cadáveres constituyen la principal herramienta para el aprendizaje en anatomía, existen importantes limitaciones económicas, éticas y de mantenimiento que hacen que cada vez su uso se vea más reducido (Moro, Štromberga, Raikos & Stirling, 2017). La inclusión de la tecnología educativa se vuelve cada vez más representativa para la formación de nuevos profesionales dado que brinda una experiencia innovadora e inmersiva, permitiendo crear un ambiente agradable y motivante para el estudiante; que a través de la observación, la imitación y la participación, puede aprender y comprender conceptos complejos (Goodyear & Retalis, 2010).

1.6 Anatomía de neurocráneo

La cabeza está constituida por un total de veintidós huesos, de los cuales ocho corresponden al neurocráneo, y catorce al viscerocráneo. El plano de división del neurocráneo con respecto al viscerocráneo corresponde a una línea imaginaria trazada desde la glabella hasta el vértice de la apófisis mastoides (Fuentes, 2012). La cara anterior de la cabeza ósea está formada por los huesos frontal, cigomáticos, los maxilares y la mandíbula. En la cara lateral logramos apreciar la fosa temporal, el conducto auditivo externo y la apófisis mastoides del hueso temporal. La cara posterior está compuesta por el occipucio, parte de los huesos parietales y las porciones mastoideas de los huesos parietales. La cara superior del cráneo por lo general tiene una forma oval y está constituida por los huesos parietales, en algunos casos se logra apreciar las eminencias frontales (Moore, Dalley & Agur, 2016).

El neurocráneo este compuesto por ocho huesos que en conjunto su principal función es rodear y proteger el encéfalo. Está constituido por el occipital, el frontal, dos huesos temporales, dos huesos parietales, el etmoides y el esfenoides. Estos elementos delimitan la cavidad craneana. Contiene el encéfalo, las meninges, y en ellas se localiza el espacio subaracnoideo que contiene líquido céfalo raquídeo que rodea y amortigua el encéfalo. Los componentes nerviosos, vasculares y las meninges se encuentran sujetas a la cara interna de cráneo, mientras que en la cara externa ofrece una amplia superficie para la inserción de músculos (Martini, Timmons, & Tallitsch, 2009).

Los límites entre los huesos del cráneo corresponden a las articulaciones fibrosas, sinartrosis, conocidas como suturas. A continuación, se definen las principales suturas del neurocráneo:

Sutura Lambdoidea: esta separa el hueso occipital de los huesos parietales, formando un arco en la superficie posterior del cráneo, por su recorrido es común encontrar algunos huesos wormianos. Su nombre viene de su parecido con la letra del alfabeto griego Lambda ("Λ") (Opperman, 2000).

Sutura Sagital: comienza desde la sutura lambdoidea y se extiende a lo largo de los huesos parietales hasta llegar a la sutura coronal. Su nombre se debe a que tiene forma de flecha (sagitta en latín) (Opperman, 2000).

Sutura Coronal: también conocida como frontal esta se encuentra en la cara superior de cráneo, y separa el hueso frontal de los huesos parietales en su cara más anterior, es importante resaltar que los huesos parietales, el hueso frontal y el hueso occipital forman la bóveda craneana o calvaria (Opperman, 2000).

Sutura Escamosa: es una sutura par dado que se encuentra en ambas caras laterales del cráneo, esta delimita los huesos temporales de los parietales y de igual manera en la zona posterior limita con la sutura lamboidea (Opperman, 2000).

1.6.1 Calvaría.

También conocida como calota, es el "techo" del cráneo, se encuentra formada en la zona anterior por el hueso frontal, en la zona media por los dos huesos parietales y en la cara más posterior por el occipital. Su principal función es proteger la cara superior del encéfalo, dentro de los detalles óseos más destacados podemos nombrar la cresta frontal que se encuentra en la cara interna del hueso frontal y se extiende hasta el surco del seno sagital superior una estructura venosa intradural, a ambos lados del seno superior se encuentran las fositas granulares (Drake, Wayne & Adam, 2005)

1.6.2 Piso del cráneo.

Se divide en tres compartimientos, conocidas como fosas craneales: anterior, media y posterior.

La fosa craneal anterior está compuesta por partes del hueso frontal, del etmoides y del esfenoides, en este espacio se encuentra los lóbulos frontales de los hemisferios cerebrales. La fosa craneal media se proyecta desde las alas menores del esfenoides hasta la porción petrosa del hueso temporal. Los huesos parietales y temporales junto con el esfenoides constituyen esta fosa; la cual resguarda los lóbulos temporales de los hemisferios cerebrales el diencéfalo y el mesencéfalo. La fosa craneal posterior se extiende desde las porciones petrosas de los huesos temporales hasta la cara posterior del cráneo. Está formado por el hueso occipital y pequeñas partes de los temporales y parietales; contiene los lóbulos occipitales, el cerebelo, la protuberancia y el bulbo raquídeo (Martini et al; 2009). En la tabla 1.5 se muestra los principales forámenes o agujeros del piso del cráneo.

Tabla 1-5 Forámenes y orificios de la base del cráneo.

Foramen/orificio	Contenido
Fosa craneal anterior	
Foramen ciego	Vena emisaria nasal
Forámenes cribosos	Axones de los nervios olfatorios
Forámenes etmoidales anterior y posterior	Vasos y nervios etmoidales
Fosa craneal media	
Conducto óptico	Nervio óptico y arteria oftálmica
Fisura orbitaria superior	Venas oftálmicas, Nervio oftálmico, pares craneales III, IV y VI.
Foramen redondo	Nervio maxilar
Foramen oval	Nervio mandibular y arteria meníngea accesoria.
Foramen espinoso	Arteria y vena meníngeas medias y ramo meníngeo del nervio mandibular.
Foramen rasgado	Nervio petroso profundo.
Surco del nervio petroso mayor	Nervio petroso mayor y rama petrosa de la arteria meníngea media.

- 20 Percepción del aprendizaje de anatomía del neurocráneo con realidad virtual, en los estudiantes de pregrado de primer semestre, de la facultad de ciencias de la salud de la institución universitaria escuela colombiana de rehabilitación

Fosa craneal posterior	
Foramen magno	Medula oblongada, meninges, arterias vertebrales, nervio accesorio, arterias espinales anteriores y posteriores
Foramen yugular	Nervios craneales IX, X, XI, vena yugular interna senos petroso inferior y sigmoideo, ramas meníngicas de las arterias faríngea ascendente y occipital.
Conducto del nervio hipogloso	Nervio hipogloso.
Conducto cóndileo	Vena emisaria
Foramen mastoideo	Vena emisaria mastoidea, rama meníngica de la arteria occipital.

Modificada de: Moore, K., Dalley, A., & Agur, A. (2016). Anatomía con orientación clínica. Barcelona: Wolters Kluvert.

1.6.3 Hueso frontal.

Este es un hueso impar, plano, ubicada en la zona anterior del cráneo. Se articula con los huesos nasales, cigomáticos, lagrimales y maxilares que corresponden a huesos del viscerocráneo, mientras que en zona posterior se articula con los huesos parietales, etmoides y el esfenoides, participa en formación de la órbita y las cavidades nasales. Presenta dos porciones la escamosa y la orbitaria y un borde esfenoidal, dentro de las dos porciones orbitarias se encuentra la escotadura etmoidal (Pró, 2012)

1.6.4 Hueso etmoides.

Es un hueso impar, irregular, que se articula en la escotadura etmoidal del hueso frontal, y se ubica anterior al esfenoides; está formado por laminas delgadas de hueso compacto y tejido esponjoso a través del proceso crista de Galli. Posee una porción horizontal que corresponde a la lámina cribosa, y una porción vertical, la lámina perpendicular; por último están los laberintos etmoidales, que se originan de los extremos de la lámina cribosa (Pró, 2012).

1.6.5 Hueso esfenoides.

Es un hueso impar, irregular que se articula con los demás huesos del cráneo, extendiéndose principalmente por la base del cráneo; actúa como un puente que une los huesos del neurocráneo y el viscerocráneo. Anatómicamente presenta una porción central conocida como el cuerpo esfenoidal, que se ubica entre las alas mayores y menores y las apófisis pterigoides, este hueso está formado por láminas de hueso compacto que en el cuerpo rodean el seno esfenoidal, la única porción con hueso esponjoso se encuentra en la base del proceso pterigoides y en parte de las alas mayores (Martini et al; 2009)

1.6.6 Hueso occipital.

Es un hueso impar, se encuentra en la parte posterior del cráneo, forma en mayor medida la cavidad craneal posterior, se encuentra entre el esfenoides, temporal y parietal. Se encuentra rodeado por una capa interna y externa de hueso compacto. Presenta tres porciones: basilar, lateral y escamosa, entre las tres porciones encontramos el foramen magno (Saladin, 2013).

1.6.7 Hueso parietal.

Es un hueso plano par, localizado entre el frontal, occipital, temporal y esfenoides, formado por dos capas de hueso compacto rodeando una lámina de tejido esponjoso, tiene forma rectangular, con dos caras, una interna y otra externa, cuatro bordes y cuatro ángulos que conectan con los huesos con los cuales se articula (Pró, 2012).

1.6.8 Hueso temporal.

Es un hueso irregular par que se ubica en las zonas laterales del cráneo y se articula con el esfenoides, parietales y occipital, cuenta con tres porciones: petrosa, timpánica y escamosa. La porción petrosa es posterior a la parte timpánica, en esta se encuentra el proceso mastoideo que cuenta con una gran cantidad de celdillas, medial al proceso mastoideo se encuentra la muesca mastoidea, la cual es perforada por el foramen estilomastoideo, otros forámenes relevantes que podemos encontrar en esta porción son

el mastoideo, el conducto carotideo y el agujero yugular. La porción timpánica es un anillo de hueso que rodea el conducto auditivo externo, en su parte inferior se encuentra el proceso estiloides. Por último la porción escamosa es plana y vertical está rodeada por la sutura escamosa, sus dos detalles óseos más relevantes son el proceso cigomático y la fosa mandibular (Saladin, 2013).

1.7 Modelo de aceptación tecnológica (TAM)

Como se mencionó anteriormente, se utilizará el TAM para la recolección de la información con respecto a la percepción de aprendizaje que tienen los estudiantes frente al uso de realidad virtual

El TAM es un cuestionario ampliamente utilizado en el campo de la investigación, dado que su principal objetivo es explicar los factores que determinan el uso de las TIC, en determinada población, permitiendo conocer factores extrínsecos e intrínsecos que influyen de manera directa en la utilidad y la facilidad de uso percibida por los usuarios de una nueva tecnología (Yong, Rivas, & Chaparro, 2010).

Varios estudios han validado el TAM y su variantes, siendo citado y referenciado alrededor de 95.000 veces desde su publicación según Google Scholar (Reyes, Castañeda, 2020). El TAM sigue siendo hasta la actualidad el modelo con mayor fiabilidad para explicar la aceptación y percepción frente al uso de una tecnología (Arteaga & Duarte, 2010). De igual manera Gutarra afirma que: “ el TAM es un instrumento confiable y valido, para predecir la adopción de una tecnología” (Gutarra 2013).

El modelo de aceptación tecnológica fue postulado por Davis, (1989), dicha postulación está basada en la teoría de acción razonada planteada por (Asjen y Fishben, 1980), y en la teoría de autoeficacia percibida, postulada por (Bandura, 1990). En su modelo inicial Davis propone que la adopción de una tecnología depende de dos variables: la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida (Fernandez , 2017).

La utilidad percibida es definida como: “grado en que una persona piensa que una tecnología en particular mejorará su rendimiento en el trabajo” y la facilidad de uso percibida es definida como: “el grado que una persona cree que usar un determinado sistema estará libre de esfuerzo físico y mental” (Davis, 1989). De igual manera la facilidad de uso y la utilidad percibida afectan la “actitud de uso” y de la misma manera la intención de empleo.

En el año 2000 el modelo TAM es modificado (Venkatesh & Davis, 2000), y en este modelo modificado se pretende comprender los determinantes de la utilidad percibida, haciendo referencia a que la utilidad percibida y la facilidad de uso están determinadas por la influencia social (norma subjetiva, la voluntariedad y la imagen), y por los procesos cognitivos instrumentales (relevancia del trabajo, facilidad de uso, calidad de la producción, demostración del resultado) (Fernandez , 2017).

La última modificación al modelo se realiza en el año 2008 donde se incluyen las siguientes variables: autoeficacia con la computadora, percepción de control externo, disfrute percibido y por último usabilidad objetiva (Venkatesh & Bala, 2008).

El modelo de aceptación tecnológica planteado por Davis es el más aceptado por los estudiosos de las TIC, porque ha sido efectivo cuando se ha probado para predecir su uso (Yong, Rivas, & Chaparro, 2010).

2. Metodología

2.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva cualitativa porque pretendió medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre la variable percepción de aprendizaje mediante el modelo de aceptación tecnológica (TAM) a partir de sus dimensiones e indicadores. (Hernandez, Fernandez, & Baptista , 2014).

2.2 Participantes

El grupo de estudio correspondió a estudiantes de primer semestre de la facultad de Ciencias de la Salud y el Deporte de la Institución Universitaria Escuela Colombiana de Rehabilitación sede Bogotá. Los estudiantes estaban inscritos y cursando la asignatura Morfofisiología constituido por un total de 100 estudiantes, de los cuales 43 no cumplían los criterios de inclusión y 10 decidieron no participar en la selección de la muestra final.

La selección de la muestra se realizó por medio de la aplicación PILLapp, la cual es una ruleta que escoge números aleatorios. A cada participante se le asignó un número al azar y los que salieran en la ruleta eran seleccionados para el estudio; la muestra final quedó constituida por 10 estudiantes; durante la realización de las clases 1 estudiante no puede asistir por presentar síntomas de Covid-19 por lo cual se excluye del grupo y se realiza la investigación con 9 participantes. La edad promedio de los nueve participantes fue de 24 años constituido por 7 mujeres y 2 hombres.

Criterios de inclusión: ser estudiante de primer semestre de la Institución Universitaria Escuela Colombiana de Rehabilitación, estar inscritos en el curso de Morfofisiología en el periodo académico 2021-1, ser mayor de 18 años, querer participar de forma voluntaria en el estudio, tener disponibilidad de tiempo para la ejecución de 4 sesiones presenciales.

Criterios de exclusión: Presentar problemas de visión graves o algún otro tipo de contraindicación que impidan el uso de realidad virtual, negar el consentimiento informado (Anexo A).

2.3 Materiales y equipos

2.3.1 Equipo de realidad virtual Oculus Rift CV1

El equipo de realidad virtual Oculus Rift CV1 es un modelo del año 2016, producido por la empresa Oculus VR, cuyas características se describen a continuación: resolución de 2160 x 1200 píxeles, pantalla OLED con tasa de refresco de 90 HZ y un ángulo de visión de 110 grados. 2 auriculares integrados a las gafas retractiles, lo que le da un peso total de 470 gramos. 2 sensores de posición que permiten movilidad de 360° y por último 2 mandos Oculus Touch. Ver figura 2 (Garcia, 2019).

Figura 2-1 Equipo de realidad virtual Oculus Rift CV1



Nombre de la fuente: Garcia, 2019

2.3.2 Hardware

Se utilizó un ordenador durante las prácticas de realidad virtual que tenía como configuración tarjeta gráfica: NVIDIA GTX 1060/AMD Radeon RX 480, CPU: Intel i5-4590/AMD Ryzen 5 1500X o superior, memoria RAM de 8 GB, salida de video 1.3, 3 puertos USB 3.0 y un puerto 2.0, sistema operativo Windows 7 sp1 de 64 bits.

2.3.3 Software

La aplicación que se utilizó para desarrollar las clases fue 3D Organon VR, la cual es un software que permite la visualización de diferentes sistemas del cuerpo humano, en los cuales se incluye la anatomía macroscópica y microscópica, y cuenta con una amplia base de modelos en 3 dimensiones con sus respectivas definiciones y terminología anatómica oficial.

El software cuenta con 2 licencias de ingreso, la primera es de acceso libre y gratuito donde se incluyen todos los modelos 3D de los sistemas esqueléticos masculinos y femeninos, mientras que la licencia de suscripción otorga acceso completo a todos los sistemas corporales, junto con todos los beneficios de la aplicación como: anatomía microscópica, acciones corporales, cuestionarios interactivos, mapeo óseo, imágenes de cadáveres, entre otras funciones (3D Organon, 2021); para el desarrollo de esta investigación se adquirió la licencia de suscripción con el fin de contar con todas las herramientas necesarias para desarrollar las sesiones de mejor manera.

2.4 Procedimiento

Posterior a la selección de la muestra se plantearon cuatro encuentros presenciales con los participantes dividiendo el grupo en dos, esta división se realizó con el fin de cumplir con los protocolos de bioseguridad que maneja la institución dado que en el salón no pueden estar más de cinco estudiantes, por lo cual a cada uno de los grupos se les realizaron las mismas actividades; el primer grupo de cinco participantes y el segundo grupo de cuatro estudiantes, los encuentros del primer grupo quedaron programados los días miércoles y los del grupo dos los días viernes.

El primer encuentro se realizó el 9 y 14 de abril del 2021, en esta sesión se realizaron tres actividades. La primera fue la socialización del proyecto a los participantes explicándoles el objetivo y la metodología para la ejecución del proyecto, en la segunda se entregó el

consentimiento informado a los participantes, quienes lo leyeron, lo aceptaron y firmaron (anexo A). Y por último se procedió a realizar la inducción al sistema de realidad virtual Oculus Rift CV1, el uso del aplicativo Organon 3D VR , se hace entrega del instructivo de uso (ver anexo B).

En el segundo encuentro se inició el desarrollo de actividades prácticas guiadas revisando la anatomía del neurocráneo. El objetivo de la sesión fue identificar las estructuras craneales y sus componentes articulares utilizando el equipo de realidad virtual. Y en el tercer encuentro se continua con la práctica guiada de estructuras del neurocráneo, el objetivo de la sesión fue identificar los componentes vasculares y el desarrollo del cráneo a partir del nacimiento y durante la infancia.

En el cuarto y último encuentro se realiza práctica libre monitoreada de la anatomía del neurocráneo y todas sus estructuras, esta sesión duro dos horas y su objetivo estaba encaminado a que los estudiantes crearan estrategias autónomas de estudio utilizando la herramienta de realidad virtual. Después de culminar las cuatro sesiones se les comparte a sus correos institucionales el cuestionario modelo de aceptación tecnológica (TAM), por medio de una encuesta tipo Likert creada en Microsoft Forms.

2.5 Cuestionario modelo de aceptación tecnológica (TAM)

el cual se contruyo bajo el modelo de encuesta tipo likert en la herramienta de Microsoft Forms (ver figura 2.2). A continuación, se presenta en la Tabla 2.1 el cuestionario de evaluación TAM mediante el cual se recopila la información.

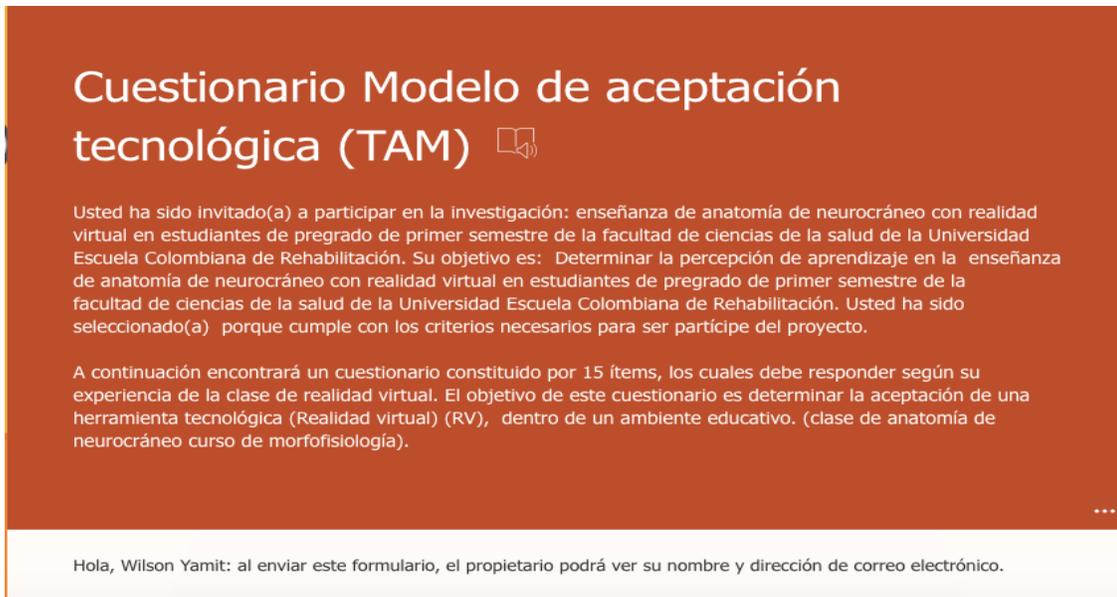
- 28 Percepción del aprendizaje de anatomía del neurocráneo con realidad virtual, en los estudiantes de pregrado de primer semestre, de la facultad de ciencias de la salud de la institución universitaria escuela colombiana de rehabilitación

Tabla 2-1 Cuestionario de aceptación tecnológica

Cuestionario		
Factor	Identificador	Pregunta
Utilidad percibida (UP)	UP1	El uso de este sistema de RV mejorará mi aprendizaje y rendimiento en esta asignatura
	UP2	El uso de este sistema de RV durante las clases me facilitaría la comprensión de ciertos conceptos
	UP3	Creo que el sistema de RV es útil cuando se está aprendiendo
	UP4	Con el uso de RV aumentaría mi rendimiento.
Facilidad de uso percibida (FUP)	FUP1	Creo que el sistema de RV es divertido
	FUP2	Aprender a usar el sistema de RV no es un problema para mi
	FUP3	aprender a usar el sistema de RV es claro y comprensible
Disfrute percibido (DP)	DP1	Utilizar el sistema de RV es divertido
	DP2	Disfrute con el uso del sistema de RV
	DP3	Creo que el sistema de RV permite aprender Jugando
Actitud hacia el uso (AHU)	AHU1	El uso de un sistema de RV hace que el aprendizaje sea más interesante
	AHU2	Me he aburrido utilizando el sistema de RV
	AHU3	Creo que el uso de un sistema de RV en el aula es buena idea.
Intención de usarla (IU)	IU1	Me gustaría Utilizar en el futuro el sistema de RV si tuviera oportunidad
	IU2	Me gustaría utilizar el sistema de RV para aprender anatomía como otros temas.

* UP = Utilidad Percibida; FUP = Facilidad de uso percibida; DP = Disfrute percibido; AHU = Actitud hacia el uso; IU = Intención de Uso

Modificado de: Fernández, B. (2017). Aplicación del modelo de aceptación tecnológica al uso de la realidad aumentada en estudios universitarios. (Tesis Doctorado). Universidad de Córdoba, España. Recuperado de <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/14886>

Figura 2-2 Cuestionario de Microsoft Forms

Cuestionario Modelo de aceptación tecnológica (TAM)

Usted ha sido invitado(a) a participar en la investigación: enseñanza de anatomía de neurocráneo con realidad virtual en estudiantes de pregrado de primer semestre de la facultad de ciencias de la salud de la Universidad Escuela Colombiana de Rehabilitación. Su objetivo es: Determinar la percepción de aprendizaje en la enseñanza de anatomía de neurocráneo con realidad virtual en estudiantes de pregrado de primer semestre de la facultad de ciencias de la salud de la Universidad Escuela Colombiana de Rehabilitación. Usted ha sido seleccionado(a) porque cumple con los criterios necesarios para ser partícipe del proyecto.

A continuación encontrará un cuestionario constituido por 15 ítems, los cuales debe responder según su experiencia de la clase de realidad virtual. El objetivo de este cuestionario es determinar la aceptación de una herramienta tecnológica (Realidad virtual) (RV), dentro de un ambiente educativo. (clase de anatomía de neurocráneo curso de morfofisiología).

Hola, Wilson Yamit: al enviar este formulario, el propietario podrá ver su nombre y dirección de correo electrónico.

Nombre de la fuente: elaboración propia recuperado de:

<https://forms.office.com/Pages/DesignPage.aspx?origin=OfficeDotCom&lang=es-419&route=Start&fsw=0#FormId=7IQ6qBkzt0aNHSyBHxVxNraqtu0L-6JmoNBtSLHDQIUQ1hZN0ICUkwyViVISzhIWiQWDVTVEq5Mi4u>

2.6 Análisis estadístico

Como se menciona anteriormente la recolección de los datos se realiza mediante el cuestionario TAM. Para mantener la confidencialidad de los participantes, se cambió el nombre de los encuestado por encuestado 1 a 9. Para el análisis de datos se estableció una escala de medición cualitativa de tipo ordinal debido a que las respuestas de los participantes se basaron en un orden jerárquico de los atributos dados por la TAM (extremadamente improbable / en desacuerdo; bastante improbable/ en desacuerdo; ligeramente improbable / en desacuerdo; ni improbable – probable / de acuerdo;

- 30 Percepción del aprendizaje de anatomía del neurocráneo con realidad virtual, en los estudiantes de pregrado de primer semestre, de la facultad de ciencias de la salud de la institución universitaria escuela colombiana de rehabilitación
-

ligeramente probable / de acuerdo; bastante probable / de acuerdo; extremadamente probable / de acuerdo), para resumir los datos se utilizó la frecuencia simple de cada componente según lo descrito por Rendón-Macías, Villasís-Keeve & Miranda-Novales, (2016).

3.Resultados

Las encuestas realizadas a los estudiantes de primer semestre de la Facultad de Ciencias de la Salud y el Deporte de la Institución Universitaria Escuela Colombiana de Rehabilitación, posterior al desarrollo de las clases de anatomía de neurocráneo con realidad virtual, demuestran el nivel de la percepción de uso de la tecnología en un ambiente educacional (tabla 3-1).

Tabla 3-1 Resultados de evaluación TAM

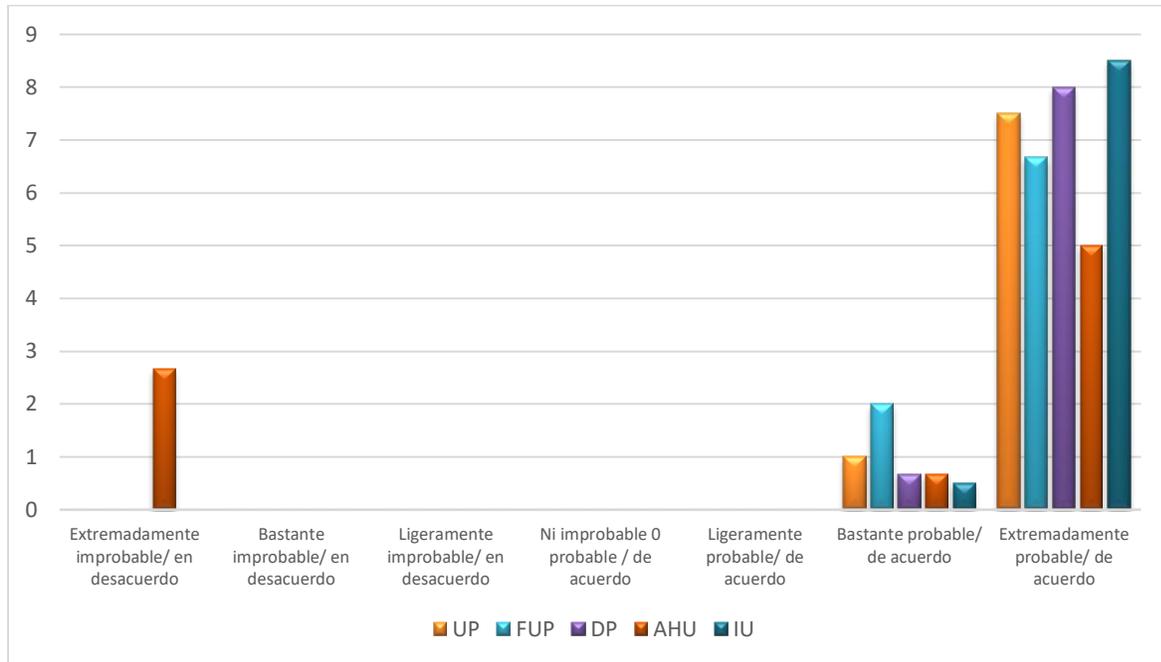
Componente /Pregunta	Extremadamente improbable/ en desacuerdo	Bastante improbable/ en desacuerdo	Ligeramente improbable/ en desacuerdo	Ni improbable e - probable / de acuerdo	Ligeramente probable/ de acuerdo	Bastante probable / de acuerdo	Extremadamente probable/ de acuerdo
UP/1	-	-	-	-	-	-	9/9
UP/2	-	-	-	-	-	1/9	8/9
UP/3	-	-	-	-	-	2/9	7/9
UP/4	-	-	-	-	-	3/9	6/9
FUP/1	-	-	-	-	-	1/9	8/9
FUP/2	-	-	-	-	1/9	2/9	6/9
FUP/3	-	-	-	-	-	3/9	6/9
DP/1	-	-	-	-	-	1/9	8/9
DP/2	-	-	-	-	-	-	9/9
DP/3	-	-	-	-	1/9	1/9	7/9
AHU/1	-	-	-	-	-	1/9	8/9
AHU/2	8/9	-	-	-	-	-	1/9
AHU/3	-	-	-	-	-	1/9	8/9
IU/1	-	-	-	-	-	1/9	8/9
IU/2	-	-	-	-	-	-	9/9

* UP = Utilidad Percibida; FUP = Facilidad de uso percibida; DP = Disfrute percibido; AHU = Actitud hacia el uso; IU = Intención de Uso.

Nombre de la fuente: elaboración propia.

Al relacionar las respuestas de los participantes en cada uno de los componentes es evidente que las respuestas se agrupan en 2 atributos principales (Bastante probable/ de acuerdo y Extremadamente probable/ de acuerdo). Siendo los componentes de disfrute percibido e intención de uso los que más aportan a la aceptación del uso de la realidad virtual en la enseñanza del neurocráneo (Grafica 3-1).

Grafica 3-1 Comparación de los atributos por componente

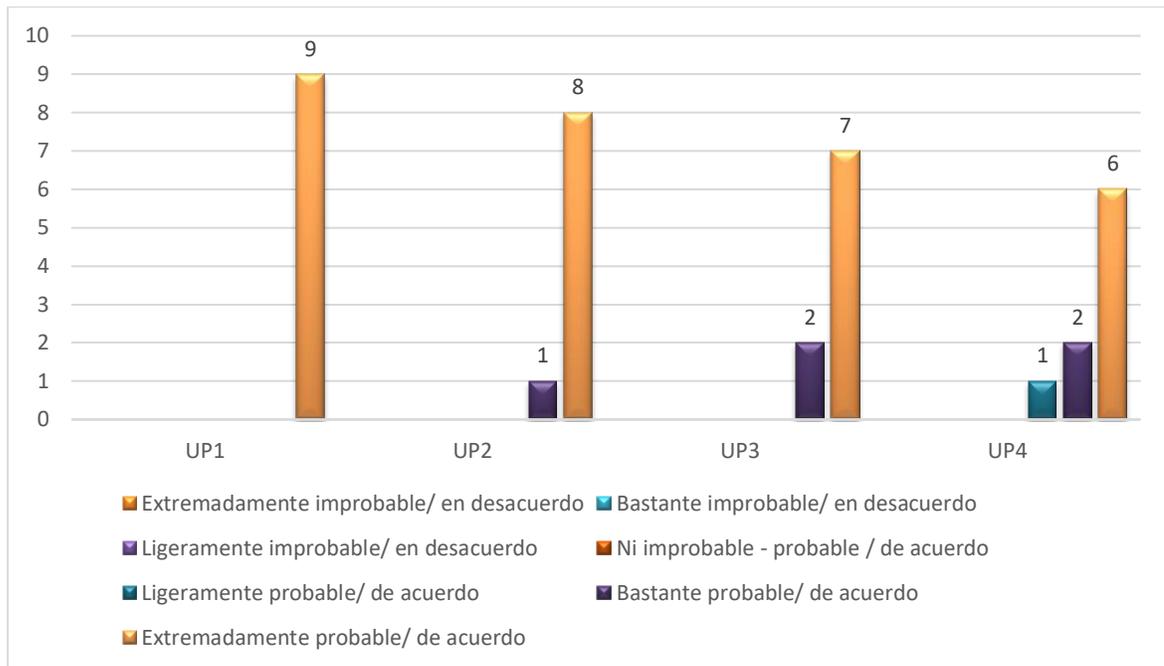


Comparación componentes: Obsérvese como los componentes se agrupan el atributo extremadamente probable / de acuerdo.

Nombre de la fuente: elaboración propia.

En referencia al componente de *utilidad percibida* se identificó que el total de la población encuestada refiere estar extremadamente de acuerdo, con que el uso de realidad virtual mejora su aprendizaje y rendimiento en la asignatura de morfofisiología. Así mismo la mayoría de los encuestados indicaron que es extremadamente probable que el uso de RV durante las clases facilito la comprensión de ciertos conceptos aumentando su rendimiento académico (grafica 3-2)

Grafica 3-2 Utilidad percibida.



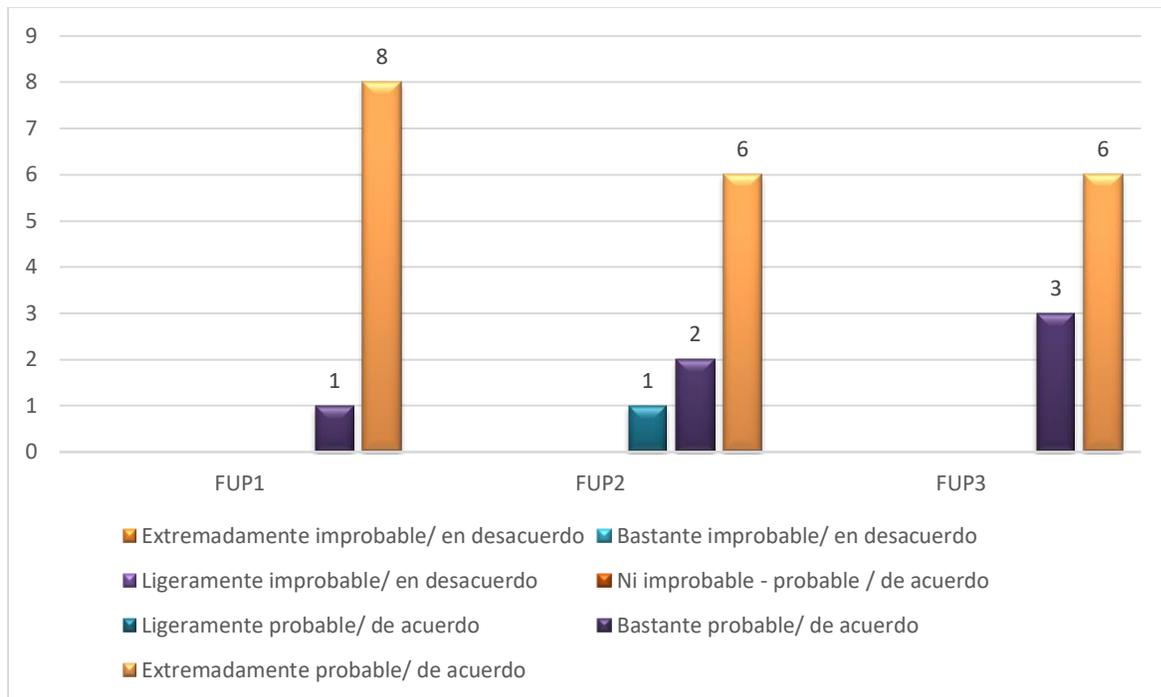
Utilidad percibida: Obsérvese que la mayoría de las respuestas de los participantes en cada una de las preguntas del componente se mantienen en el atributo extremadamente probable / de acuerdo.

Nombre de la fuente: elaboración propia.

Para el componente de *facilidad de uso percibida* los encuestados manifestaron en su mayoría que consideran que el sistema de realidad virtual es divertido y aprender a usar el sistema es claro y comprensible. Por otro lado, solo uno de los encuestados indico que está ligeramente de acuerdo que aprender a usar el sistema de realidad virtual no es un problema (grafica 3-3). En relación con el componente de *disfrute percibido* la mayoría de los encuestados manifestaron que disfrutaron al utilizar el sistema de realidad virtual y este les permitió aprender mientras estaban jugando (grafica 3-4).

34 Percepción del aprendizaje de anatomía del neurocráneo con realidad virtual, en los estudiantes de pregrado de primer semestre, de la facultad de ciencias de la salud de la institución universitaria escuela colombiana de rehabilitación

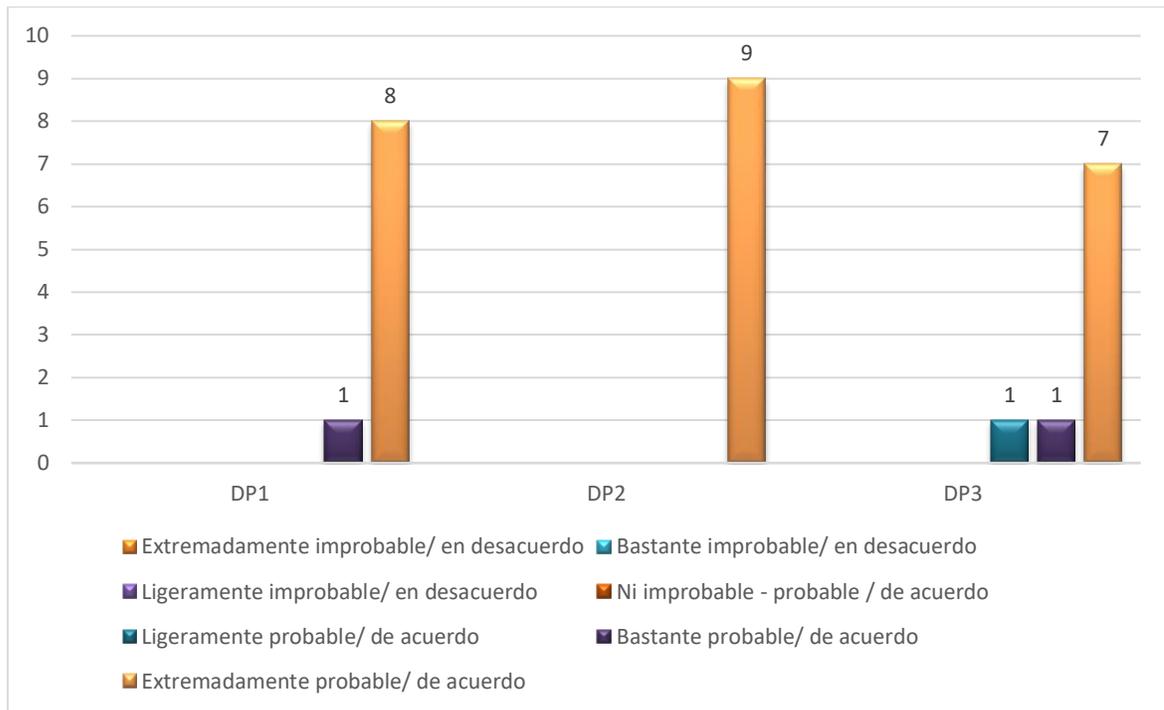
Grafica 3-3 Facilidad de uso percibido.



Facilidad de uso percibido: Obsérvese que la mayoría de las respuestas de los participantes en cada una de las preguntas del componente se mantienen en el atributo extremadamente probable / de acuerdo.

Nombre de la fuente: elaboración propia.

Grafica 3-4 Disfrute percibido.

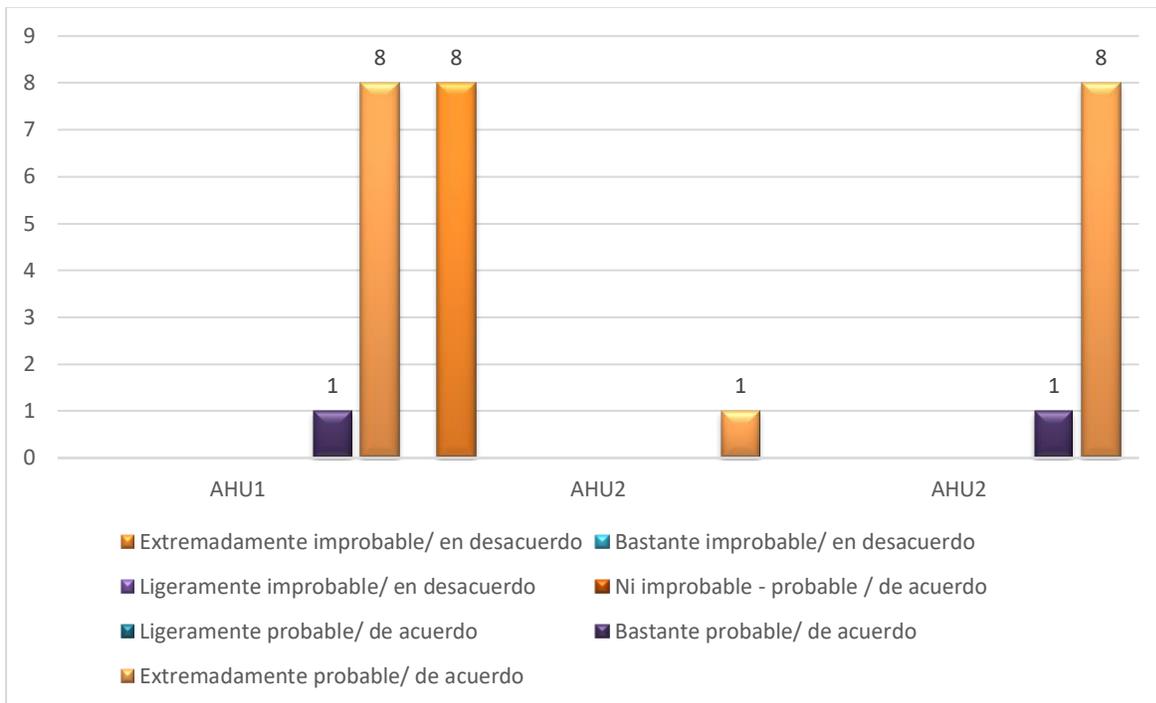


Disfrute percibido: Obsérvese que la mayoría de las respuestas de los participantes en cada una de las preguntas del componente se mantienen en el atributo extremadamente probable / de acuerdo.

Nombre de la fuente: elaboración propia.

Con respecto al componente de la *actitud hacia el uso* la mayoría de los encuestados manifestaron que el uso de un sistema de realidad virtual es buena idea, hace que el aprendizaje sea más interesante y no es aburrido mientras se usa (grafica 3-5). Por último, en referencia al componente de *intención de uso* la mayoría de los encuestados manifestaron que volverían a utilizar en el futuro el sistema de realidad virtual si tuvieran la oportunidad y que les gustaría utilizar el sistema en un futuro para aprender anatomía como otros temas (grafica 3-6).

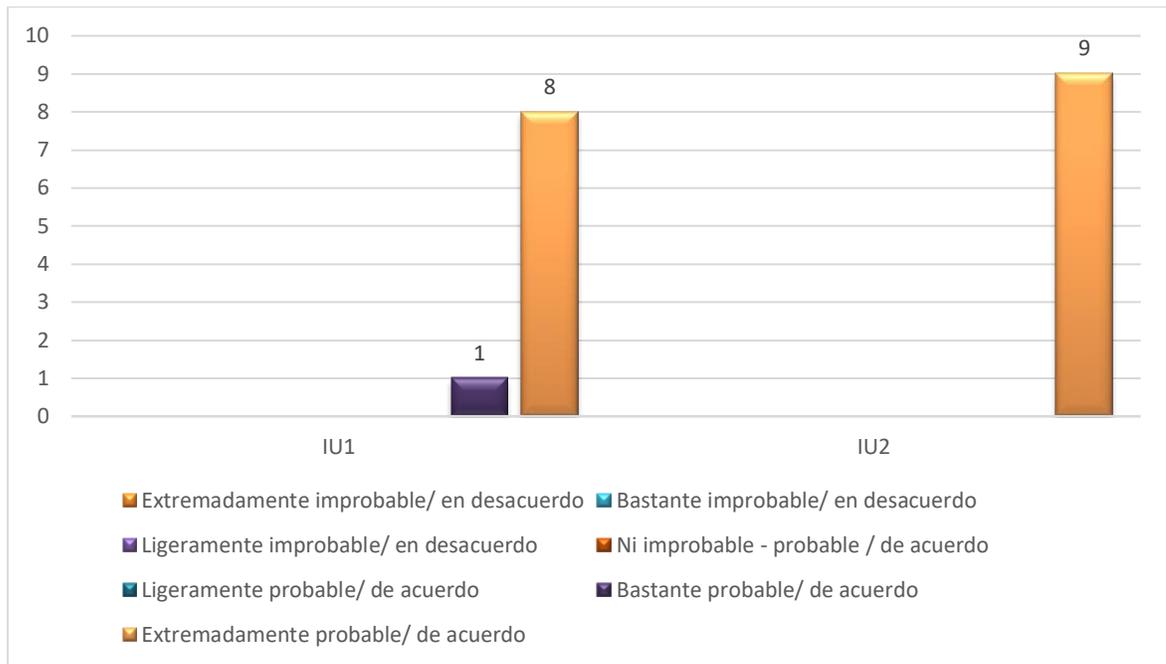
Grafica 3-5 Actitud hacia el uso.



Actitud hacia el uso: Obsérvese que la mayoría de las respuestas de los participantes en cada una de las preguntas del componente se mantienen en el atributo extremadamente probable / de acuerdo. Sin embargo en la pregunta 2 la respuestas se agrupan en el atributo Extremadamente improbable/ en desacuerdo porque la pregunta hace referencia a una percepción negativa hacia el uso de la realidad virtual.

Nombre de la fuente: elaboración propia.

Grafica 3-6 Intención de uso.



Intención de uso: Obsérvese que la mayoría de las respuestas de los participantes en cada una de las preguntas del componente se mantienen en el atributo extremadamente probable / de acuerdo.

Nombre de la fuente: elaboración propia.

4. Discusión

Recientemente, el uso de la educación digital, como la tecnología de realidad virtual tridimensional (3D VR), se ha convertido en un sistema prometedor para ayudar al aprendizaje y la capacitación en el aprendizaje de la anatomía (Rosmansyah, Putri, Koesoema, Latief, & Sari. 2021). Por este motivo el presente trabajo tuvo como objetivo determinar la percepción de aprendizaje en la enseñanza de anatomía de neurocráneo con realidad virtual, en estudiantes de pregrado de primer semestre de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Escuela Colombiana de Rehabilitación.

Es importante resaltar que este estudio no pretende generar un conocimiento general, dado que la muestra que se evaluó es muy pequeña por lo cual no llega a tener conclusiones determinantes. Pero si es de resaltar que los resultados obtenidos muestran información relevante, que en muchos casos concuerdan con estudios previos (Moro et al., 2017), (Lange et al., 2020), (Barteit, Lanfermann, Bärnighausen, Neuhann, & Beiersmann, 2021), (Ille et al., 2021), lo cual permite generar un acercamiento del aporte de la realidad virtual en la formación de estudiantes de ciencias de la salud en el ámbito morfológico.

Los resultados de este estudio demuestran que la percepción en general, que tienen los estudiantes que participaron en el estudio, es de aprobación frente al uso de realidad virtual, como método de enseñanza de anatomía de neurocráneo, lo cual es congruente con el reporte de otras investigaciones (Moro et al., 2017), demuestra que la realidad virtual es un refuerzo positivo para los estudiantes. (Ille et al., 2021), En sus investigaciones, concluyen que el aprendizaje de anatomía del cráneo, utilizando realidad virtual, es igual de eficiente que utilizar el material cadavérico o el atlas de anatomía, resaltando que la utilización de modelos virtuales ayuda a los estudiantes a comprender estructuras anatómicas complejas con mayor motivación y efectos adversos tolerables.

Con respecto a la utilidad percibida los resultados de esta investigación demuestran que el 100% de los estudiantes encuestados creen que el uso de la herramienta tecnológica les permitirá mejorar su aprendizaje, y por ende su rendimiento académico en la asignatura de morfología, lo cual es congruente con los datos de estudios que concluyen que el uso de realidad virtual y aumentada promueve una mayor inmersión y participación del alumno, demostrando que la RV es una herramienta eficaz como medio para complementar las clases de anatomía (Moro et al., 2017).

En el apartado de facilidad de uso podemos evidenciar que en las tres variables que tiene en cuenta la unidad, 8 de 9 estudiantes estuvieron de acuerdo con que para ellos sería fácil aprender a utilizar el sistema. En este componente es importante resaltar que la edad promedio de la población es de 24 años, este grupo etario se caracterizan por ser afines al aprendizaje multimedia, por lo cual prefieren la simulación, las actividades en grupo interactivas y en general el uso de “juegos” y otras herramientas tecnológicas para aprender (Chen & Scanlon, 2018). Por lo mencionado anteriormente, se puede concluir que al tener una muestra de estudiantes que están acostumbrados al uso de herramientas tecnológicas, se les va a facilitar el aprendizaje de uso de una nueva herramienta. Sumado a esto por sus características distintivas propias de su generación será más entretenido y motivador aprender mediante el uso de modelos tridimensionales.

La motivación en el aprendizaje es un factor relevante para determinar el éxito académico, y es de suma importancia que el estudiante disfrute su proceso de formación, y una de las ventajas que nos da el uso de RV es que permite que el estudiante aprenda mientras interactúa en un mundo completamente virtual, donde puede “jugar” (Stepan et al: 2017). En el caso de esta investigación, el cráneo lo podían mover, agrandar, subirlo, bajarlo, entre otras funciones. Algo importante que se identifica en el análisis de los resultados es que en el apartado de disfrute percibido 8 de los 9 participantes afirman que disfrutaron el uso de la herramienta, mientras que uno toma una posición neutral. Por otro lado, en la unidad de actitud hacia el uso, los resultados demuestran que el total de los participantes (9/9) se mostraron interesados utilizando el aplicativo, mientras que 1 de los 9 estudiantes responde que se aburrió mientras usaba la aplicación, lo cual demuestra que al usar RV el estudiante siente gusto y se divierte mientras aprende.

Estudios similares han reportado que la percepción general de los entrevistados es bastante positiva hacia el uso de las nuevas tecnologías (Lange et al., 2020; Barteit, Lanfermann, Bärnighausen, Neuhann, & Beiersmann, 2021; Ille et al., 2021). Lo cual es congruente con los resultados de la presente investigación, pero cabe nombrar que en algunos de estos estudios se tuvo en cuenta la expectativa de rendimiento, la expectativa de esfuerzo, la influencia social, las condiciones facilitadoras, la motivación hedónica y los factores moderadores que pueden influir en la aceptación de la realidad virtual por parte de los usuarios potenciales en la educación en anatomía (Lange et al, 2020).

La realidad virtual o tecnologías similares han sido utilizadas en programas académicos de ciencias de la salud como: enfermería, medicina y ciencias de la rehabilitación, en los que se ha utilizado diferentes métodos de evaluación para examinar la aceptabilidad de las aplicaciones virtuales como método de enseñanza (Lange et al.,2020; Fairén, Moyes, & Insa, 2020). Demostrando que en la formación y capacitación de profesionales sanitarios la realidad virtual tridimensional inmersiva, la inteligencia artificial, la técnica de realidad mixta y la realidad aumentada, favorecen la viabilidad técnica y aplicabilidad clínica para ser utilizada como complemento de las clases de anatomía (Ille et al., 202, Sadeghi et al., 2021; Tang, Hui, Hu, Yu, Zhang, & Peng, 2020).

Otro aspecto relevante del uso de RV en las aulas de anatomía es el hecho de que esta permite la visualización de órganos, y sus funciones naturales tanto en una condición sana, como también en procesos patológicos, permitiendo la manipulación interactiva e inmersiva de imágenes, la percepción realista en profundidad y la observación de relaciones complejas de estructuras anatómicas, que pueden ser aplicadas por estudiantes y profesionales para obtener una visión mejor y más realista de la anatomía específica de un paciente (Sadeghi et al., 2021).

Según la revisión bibliográfica y los datos obtenidos en este estudio, se plantea que la RV es una herramienta que podría llegar a traer muchos beneficios para los estudiantes de ciencias de la salud, que se enfrentan al reto de aprender la anatomía de estructuras complejas como es en este caso el neurocráneo. Demostrando que el alumno se siente a gusto y motivado, utilizando este tipo de tecnología, para fortalecer su proceso de aprendizaje en morfología y que esta puede llegar a ser un buen complemento para el aprendizaje con cadáveres o en el caso específico de los participantes de este estudio que

no cuentan con la posibilidad de asistir a un anfiteatro por motivos ya mencionados antes, la RV puede brindar un acercamiento asertivo a lo que es la compleja anatomía humana.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

A partir de los resultados expuestos en la presente investigación se concluye que:

- Los estudiantes se muestran motivados y asertivos frente al uso de la realidad virtual como método de enseñanza de la anatomía del neurocráneo.
- El uso de realidad virtual como método de enseñanza de anatomía del neurocráneo es una buena herramienta complementaria, que utilizada con otras estrategias de aprendizaje puede fortalecer el conocimiento adquirido durante las clases.
- La edad y generación de los estudiantes puede inferir en que se les facilite o no el uso del aplicativo de realidad virtual, los participantes de este estudio en el cual todos eran de un grupo etario de entre 18 y 24 años, refirieron que aprender a usar el sistema no sería un problema.
- La percepción de aprendizaje de anatomía de neurocráneo utilizando realidad virtual, es positiva para los estudiantes de ciencias de la salud de primer semestre de la Institución Universitaria Escuela Colombiana de rehabilitación.

5.2 Recomendaciones

Para futuras investigaciones es recomendable ampliar el tamaño de la muestra con el fin de obtener resultados estadísticamente más representativos, de igual manera se recomienda que en trabajos posteriores se realice una comparación de métodos tradicionales versus el uso de realidad virtual como estrategia de enseñanza de anatomía.

A. Anexo: Formato de consentimiento informado

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO.

INFORMACIÓN

Usted ha sido invitado(a) a participar en la investigación: enseñanza de anatomía de neurocráneo con realidad virtual en estudiantes de pregrado de primer semestre de la facultad de ciencias de la salud de la Universidad Escuela Colombiana de Rehabilitación. Su objetivo es: Determinar la percepción de aprendizaje en la enseñanza de anatomía de neurocráneo con realidad virtual en estudiantes de pregrado de primer semestre de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Escuela Colombiana de Rehabilitación. Usted ha sido seleccionado(a) porque cumple con los criterios necesarios para ser participe del proyecto. El investigador responsable de este estudio es el maestrante Wilson Yamit Betancur Montes, del programa Maestría en Morfología Humana, de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia.

Para decidir participar en esta investigación, es importante que considere la siguiente información. Siéntase libre de preguntar cualquier asunto que no le quede claro:

Participación: Su participación consistirá en tomar 3 clases de anatomía de neurocráneo con la utilización de realidad virtual y posteriormente llenar una encuesta (modelo de aceptación tecnológica TAM) acerca de la percepción de uso de esta herramienta. Cada clase junto con el diligenciamiento del documento durará alrededor de 240 minutos.

La clase y el diligenciamiento del documento será realizada en el laboratorio de realidad virtual de la Institución Escuela Colombiana de Rehabilitación, el día y hora que se estime

conveniente.

Para facilitar el análisis, esta clase será grabada. En cualquier caso, usted podrá interrumpir la grabación en cualquier momento, y retomarla cuando quiera.

Riesgos: al utilizar una gafas de realidad virtual por un tiempo prolongado se puede llegar a experimentar los siguientes efectos: visión cansada, dolor de la zona cervical (cuello), sensación de mareo, riesgo de caída. Cabe resaltar que si llega a experimentar alguno de estos síntomas puede indicar en cualquier momento y se detendrá la clase.

Beneficios: Usted no recibirá ningún beneficio directo, ni recompensa alguna, por participar en este estudio. No obstante, su participación permitirá generar información para mejorar el conocimiento en uso de herramientas pedagógicas para las clases de anatomía humana.

Voluntariedad: Su participación en esta investigación es absolutamente voluntaria. Usted tendrá la libertad de contestar las preguntas que desee, como también de detener su participación en cualquier momento que lo desee. Esto no implicará ningún perjuicio para usted; de no aceptar participar cabe resaltar que esto no repercutirá sobre el desarrollo de la asignatura ni sobre su calificación final.

Confidencialidad: Todas sus opiniones serán confidenciales, y mantenidas en estricta reserva. En las presentaciones y publicaciones de esta investigación, su nombre no aparecerán asociados a ninguna opinión particular.

Conocimiento de los resultados: Usted tiene derecho a conocer los resultados de esta investigación. Para ello, se le enviarán a su correo electrónico suministrado.

Datos de contacto: Si requiere mayor información, o comunicarse por cualquier motivo relacionado con esta investigación, puede contactar a el Investigador responsable de este estudio:

Wilson Betancur Montes

Teléfonos: 3105818126

Dirección: Departamento de Morfología humana Universidad Nacional de Colombia

Correo Electrónico: wbetancur@unal.edu.co

También puede comunicarse con el Director de la Investigación que aprobó este estudio:

Prof. Dr. Luis Enrique Caro

Facultad de Medicina

Universidad Nacional de Colombia

Teléfonos: 3165000 EXT. 15062

Correo Electrónico: morfomaest_fm bog@unal.edu.co

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____, Mayor de edad identificado con Cedula de ciudadanía N° _____ de _____ acepto participar voluntariamente en el estudio enseñanza de anatomía de neurocráneo con realidad virtual en estudiantes de pregrado de primer semestre de la Facultad de Ciencias de La Salud de la Universidad Escuela Colombiana de Rehabilitación.

Declaro que he leído (o se me ha leído) y (he) comprendido las condiciones de mi participación en este estudio. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y estas han sido respondidas. No tengo dudas al respecto.

Firma Participante
Responsable

Firma Investigador

Lugar y Fecha:

Este documento se firma en dos ejemplares, quedando una copia en poder de cada part

B. Anexo: Ficha técnica Oculus Rift

Guía de introducción de Rift

Vamos a guiarte a través de la descarga del software de Oculus, el desembalaje de Rift y su personalización.

Esta guía acompaña a las indicaciones suministradas por el software de Oculus. También puedes utilizar esta guía para asegurarte de que todo esté preparado antes de que llegue tu Rift.

Configuración de software de Rift

A continuación, te explicamos cómo descargar el software de Oculus en el ordenador y configurar tu cuenta de Oculus.

Prepararlo todo para usar Rift

Para utilizar Rift, tendrás que descargar la aplicación de Oculus y calibrar Rift.

Nota:

- Asegúrate de que tu ordenador cumple con nuestras [especificaciones del sistema](#) recomendadas, sobre todo si todavía no has [ensamblado tu Rift](#).
- Puede que necesites realizar algunos pasos fuera del software de Oculus durante este proceso, como actualizar el controlador de tu tarjeta gráfica (GPU).
- El proceso de configuración tardará entre 30 y 60 minutos en completarse.

1. Asegúrate de que tu ordenador esté conectado a internet.
2. Configura tu Rift en una zona donde puedas moverte con seguridad. Consulta nuestras [advertencias de salud y seguridad](#) completas.
3. Prepara el espacio para que el sensor de Oculus tenga una visión sin obstáculos de tu visor de Rift. (Obtén la información completa aquí: [Configurar el sensor de Oculus](#))

Instalar la aplicación de Oculus

Descarga e instala la aplicación de Oculus en tu ordenador.

1. Descarga el [programa de instalación de Oculus](#) en www.oculus.com/setup.
2. Ejecuta el archivo OculusSetup.exe cuando se descargue.
3. Después de la pantalla de bienvenida, lee y acepta los Términos y condiciones de Oculus.
4. Lee y acepta las [advertencias de salud y seguridad](#).
5. Haz clic en Instalar.

Nota: Si recibes una prueba de seguridad de Windows, haz clic en Instalar.

Nota: Si experimentas algún problema o recibes un mensaje de error, consulta [Solución de problemas del software de Rift](#).

[Crear tu cuenta de Oculus](#)

Necesitas una cuenta de Oculus para usar Rift.

Crear tu cuenta de Oculus.

Nota: Si ya tienes una cuenta de Oculus (por ejemplo, si también tienes Gear VR), simplemente inicia sesión.

1. Elige un nombre de usuario de Oculus que te parezca bien que otros vean en juegos o actividades sociales.

Nota:

- o Tu nombre de usuario es público. Consulta la [Política de privacidad de Oculus](#) completa.
 - o Tu nombre de usuario puede tener entre 2 y 20 caracteres.
 - o Puedes utilizar caracteres especiales, como un punto (.), una barra baja (_) o un guion (-); pero no puedes utilizarlos al principio de tu nombre de usuario, ni puedes escribir dos seguidos.
 - o No puedes añadir espacios a tu nombre de usuario.
2. Introduce tu nombre y apellidos. No compartiremos tu nombre real con otros, a no ser que elijas esa opción en tu configuración de la privacidad.
 3. Introduce una dirección de correo electrónico válida. La necesitamos para enviarte el enlace de confirmación.
 4. Elige una contraseña de Oculus de al menos ocho caracteres. No puedes añadir espacios a tu contraseña.
 5. Tómate un momento para comprobar tu correo electrónico y verificar tu cuenta de Oculus. Haz clic en el enlace del correo electrónico que te hemos enviado.

Configuración de hardware de Rift

Ya puedes configurar el hardware de Rift.

[Actualizar el controlador de tarjeta gráfica](#)

Recomendamos actualizar el controlador de la tarjeta gráfica (GPU) a la última versión pública.

Si tu Rift aún no ha llegado, puedes actualizar ahora el controlador para ahorrarte ese paso después. De esta manera, tu Rift tendrá la mejor resolución posible, la respuesta más rápida y la experiencia de realidad virtual más convincente. El software de Oculus te pedirá que actualices el controlador durante la configuración si tiene una versión desactualizada.

- Con NVIDIA, actualízalo a la última versión pública.
 1. Instala [NVIDIA GeForce Experience](#) si no lo has hecho anteriormente. Se trata de un software propio de NVIDIA diseñado para ayudarte con las actualizaciones de controladores.
 2. En el escritorio de Windows, abre la bandeja del sistema en la parte inferior derecha.

Nota: Es posible que tengas que hacer clic en el triángulo que apunta hacia arriba situado a la izquierda de los iconos de estado (como el estado de Wi-Fi) para abrir los iconos ocultos.

3. Haz clic en el icono verde de NVIDIA.
4. Selecciona Abrir NVIDIA GeForce Experience.
5. Abre la pestaña Controladores.
6. Haz clic en Buscar actualizaciones.
7. Descarga el controlador actual (64 bits) para tu tarjeta gráfica.
8. Selecciona la opción instalación rápida y sigue las indicaciones para completar la actualización.
9. El proceso de actualización puede tardar varios minutos.
10. El software de Oculus se reiniciará automáticamente cuando termines de actualizar el controlador.

Nota: Si experimentas problemas, consulta [Solución de problemas del hardware de Rift](#).

- Con AMD, actualízalo a la última versión pública.

1. Haz clic con el botón derecho en tu escritorio de Windows y selecciona Configuración de AMD Radeon o Centro de control de AMD Catalyst.
2. Selecciona Información.
3. Selecciona Actualización de software.
4. Haz clic en Buscar actualizaciones ahora.
5. Descarga el controlador actual (64 bits) para tu tarjeta gráfica.
6. Ejecuta el archivo descargado y sigue las indicaciones para completar la actualización.
7. El proceso de actualización puede tardar varios minutos.
8. El software de Oculus se reiniciará automáticamente cuando termines de actualizar el controlador.

Nota: Si experimentas problemas, consulta [Solución de problemas del hardware de Rift](#).

[Configurar Rift](#)

A continuación, desembala el visor de Rift, el sensor de Oculus, el mando Oculus y el controlador de Xbox.



Prepárate para conectar el visor de Rift y el sensor de Oculus a tu ordenador.

1. Retira los plásticos protectores de las lentes del visor.

Nota:

- o Manipula el visor con cuidado. No lo dejes caer ni lo trates con brusquedad.

Bibliografía

- 3D Organon. (2021). 3dorganonRecuperado de <https://www.3dorganon.com/#platform>
- Allen, L. K., Bhattacharyya, S., & Wilson, T. D. (2015). Development of an interactive anatomical three-dimensional eye model. *Anatomical sciences education*, 8(3), 275–282. <https://doi.org/10.1002/ase.1487>
- Alli, A., Khan, Z.N., Konczalik, W., Coughlin, P., & El Sayed, S. (2015). The perception of anatomy teaching among UK medical students. *The Bulletin*, 97(9), 397-400. <https://doi.org/10.1308/rcsbull.2015.397>
- Arteaga, R., Duarte, A. (2010). Análisis de las plataformas de enseñanza virtuales desde las perspectivas del TAM. Congreso Euro-Iberoamericano, 1 (1), 1-111. Recuperado de <https://idus.us.es/handle/11441/57007>
- Bandura, A. (1990). Perceived self-efficacy in the exercise of personal agency. *Revista Española de Pedagogía*, 48(187), 397-427. Recuperado de <https://revistadepedagogia.org/wp-content/uploads/2018/03/1-Perceived-Self-Efficacy-in-the-Exercise-of-Personal-Agency.pdf>
- Barteit, S., Lanfermann, L., Bärnighausen, T., Neuhann, F., & Beiersmann, C. (2021). Augmented, Mixed, and Virtual Reality-Based Head-Mounted Devices for Medical Education: Systematic Review. *JMIR serious games*, 9(3), e29080. <https://doi.org/10.2196/29080>
- Car, J., Carlstedt-Duke, J., Tudor Car, L., Posadzki, P., Whiting, P., Zary, N., Atun, R., Majeed, A., Campbell, J., & Digital Health Education Collaboration (2019). Digital Education in Health Professions: The Need for Overarching Evidence Synthesis. *Journal of medical Internet research*, 21(2), e12913. <https://doi.org/10.2196/12913>
- Cárdenas, O., & Otondo, M. (2018). Rendimiento académico en Anatomía Humana en estudiantes de kinesiología. Aproximación a sus causas y efectos. *Educación Media Superior*, 32(2). Recuperado de <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/1357/665>

- Cassidy, S. (2010). Learning Styles: An overview of theories, models, and measures. *Educational psychology*, 24(4), 419–444. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/0144341042000228834>
- Chen, P. H., & Scanlon, M. H. (2018). Teaching Radiology Trainees From the Perspective of a Millennial. *Academic radiology*, 25(6), 794–800. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2018.02.008>
- Chen, S., Zhu, J., Cheng, C., Pan, Z., Liu, L., Du, J., Shen, X., Shen, Z., Zhu, H., Liu, J., Yang, H., Ma, C., & Pan, H. (2020). Can virtual reality improve traditional anatomy education programmes? A mixed-methods study on the use of a 3D skull model. *BMC medical education*, 20(1), 395. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02255-6>
- Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Drake, R., Wayne, V., & Adam, W. (2005). *Gray, anatomía para estudiantes*. Madrid: Elseiver .
- Dunn, R., Dunn, K., y Price, G. (1985). *Manual: Learning Style Inventory*. Lawrence, Kansas: Price Systems.
- 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. <https://doi.org/10.1080/17453054.2019.1597626>
- Fairén, M., Moyes, J., & Insa, E. (2020). VR4Health: Personalized teaching and learning anatomy using VR. *Journal of Medical Systems*, 44(5), 94. <https://doi.org/10.1007/s10916-020-01550-5>
- Fernández, B. (2017). *Aplicación del modelo de aceptación tecnológica al uso de la realidad aumentada en estudios universitarios*. (Tesis Doctorado). Universidad de Córdoba, España. Recuperado de <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/14886>
- Forero, R., Castaño, L., & Mejía, C. (2016). El estilo de aprendizaje en educación virtual: breve revisión de la literatura. *Virtualmente*, (4)1, 70-86. Recuperado de <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/vir/article/view/1523>
- Fuentes, A. (2012). La cara. Aspectos anatómicos I. *Morfología*, 4(1), 31-45. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfologia/article/view/31376>
- García, A. (2019). *Hardzone*. Obtenido de Oculus Rift CV1: <https://hardzone.es/reviews/perifericos/oculus-rift-cv1/#CT>
- Ghosh S. K. (2017). Cadaveric dissection as an educational tool for anatomical sciences in the 21st century. *Anatomical sciences education*, 10(3), 286–299. <https://doi.org/10.1002/ase.1649>

- Goodyear, P., & Retails, S. (2010). *Technology-Enhanced Learning*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Gutarra, M. (2013) Tesis validó el TAM y la Norma Técnica Peruana. Noticias. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de <http://www.unmsm.edu.pe/noticias/ver/2486>
- Hendricks, B. K., Patel, A. J., Hartman, J., Seifert, M. F., & Cohen-Gadol, A. (2018). Operative Anatomy of the Human Skull: A Virtual Reality Expedition. *Operative neurosurgery (Hagerstown, Md.)*, 15(4), 368–377. <https://doi.org/10.1093/ons/opy166>
- Halabi, O. Realidad virtual inmersiva para reforzar la enseñanza en la educación en ingeniería. *Multimed Tools Appl* 79, 2987–3004 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08214-8>
- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Bogotá: McGraw Hill.
- Ille, S., Ohlerth, A. K., Colle, D., Colle, H., Dragoy, O., Goodden, J., Robe, P., Rofes, A., Mandonnet, E., Robert, E., Satoer, D., Viegas, C. P., Visch-Brink, E., van Zandvoort, M., & Krieg, S. M. (2021). Augmented reality for the virtual dissection of white matter pathways. *Acta neurochirurgica*, 163(4), 895–903. <https://doi.org/10.1007/s00701-020-04545-w>
- Jimenez, A., Villalobos, M., & Luna, E. (2000). Cuándo y Cómo usar la Realidad Virtual en la Enseñanza. *Revista de Enseñanza y Tecnología*, 30-36. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4794517.pdf>
- Lange, A. K., Koch, J., Beck, A., Neugebauer, T., Watzema, F., Wrona, K. J., & Dockweiler, C. (2020). Learning With Virtual Reality in Nursing Education: Qualitative Interview Study Among Nursing Students Using the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology Model. *JMIR nursing*, 3(1), e20249. <https://doi.org/10.2196/20249>
- 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 (New York, N. Y.)*, 27(3), 313–320. <https://doi.org/10.1002/ca.22256>
- Maresky, H. S., Oikonomou, A., Ali, I., Ditkofsky, N., Pakkal, M., & Ballyk, B. (2019). Virtual reality and cardiac anatomy: Exploring immersive three-dimensional cardiac imaging, a pilot study in undergraduate medical anatomy

- education. *Clinical anatomy (New York, N. Y.)*, 32(2), 238–243.
<https://doi.org/10.1002/ca.23292>
- Martini, F., Timmons, M., & Tallitsch, R. (2009). Sistema óseo cabeza y tronco. Anatomía humana. Madrid: Pearson Addison Wesley.
- Mejía, C., Baldiris, S., Gomez, S., & Fabregat, R. (2009). Adaptation Process to Deliver Content based on User Learning Styles . (Master Thesis), 15-19. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/228671212_Adaptation_process_to_deliver_content_based_on_user_learning_styles
- Moore, K., Dalley, A., & Agur, A. (2016). Anatomía con orientación clínica. Barcelona: Wolters Kluvert.
- Moro, C., Štromberga, Z., Raikos, A., & Stirling, A. (2017). The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anatomical sciences education*, 10(6), 549–559. <https://doi.org/10.1002/ase.1696>
- Murgitroyd, E., Madurska, M., Gonzalez, J., & Watson, A. (2015). 3D digital anatomy modelling - Practical or pretty?. *The surgeon: journal of the Royal Colleges of Surgeons of Edinburgh and Ireland*, 13(3), 177–180.
<https://doi.org/10.1016/j.surge.2014.10.007>
- Opperman L. A. (2000). Cranial sutures as intramembranous bone growth sites. *Developmental dynamics: an official publication of the American Association of Anatomists*, 219(4), 472–485. [https://doi.org/10.1002/1097-0177\(2000\)9999:9999::AID-DVDY1073>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1097-0177(2000)9999:9999::AID-DVDY1073>3.0.CO;2-F)
- Otegui, J. (2017). La realidad virtual y la realidad aumentada en el proceso del marketing. *Revista de Dirección y Administración de Empresas*, 2017(24), 155-229. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10810/24910>
- Parra Pineda, D. (2003). **Manual de estrategias de enseñanza aprendizaje**. [Version PDF] recuperado de <https://www.ucn.edu.co/Biblioteca%20Institucional%20Cemav/AyudaDI/recursos/ManualEstrategiasEnsenanzaAprendizaje.pdf>
- Poetker, B. (2019) What Is Virtual Reality? (+3 Types of VR Experiences): recuperado de <https://learn.g2.com/virtual-reality>
- Pró, E. (2012). Anatomía clínica. Buenos Aires: Medica Panamericana.
- Reyes, M., Castañeda, P., (2020). Aplicación del modelo de aceptación tecnológica en sistemas de información de la administración pública del Perú. *Revista peruana de computación y sistemas (Perú)*, 3(1):15-22.

- Rendon, M., Villasis K., Miranda, M. (2016). Estadística descriptiva. *Revista alergia Mexico*, 64 (4), 397-407. Recuperado de: www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755026009
- Rosmansyah, Y., Putri, A., Koesoema, A., Latief. A., & Sari, A. (2021). A systematic review of virtual reality application in anatomy studies. *AIP Conference Proceedings* 2344, 050002. <https://doi.org/10.1063/5.0047867>
- Ruiz, S. (2019). Enseñanza de la anatomía y la fisiología a través de las realidades aumentada y virtual. *Innovación educativa (México, DF)*, 19(79), 57-76. Recuperado http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732019000100057&lng=es&tlng=es.
- Samadbeik, M., Yaaghobi, D., Bastani, P., Abhari, S., Rezaee, R. y Garavand, A. (2018). Las Aplicaciones de la Tecnología de Realidad Virtual en la Enseñanza de Grupos Médicos. *Revista de avances en educación médica y profesionalismo*, 6 (3), 123–129. Recuperado <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6039818/>
- Sadeghi, A. H., Maat, A., Taverne, Y., Cornelissen, R., Dingemans, A. C., Bogers, A., & Mahtab, E. (2021). Virtual reality and artificial intelligence for 3-dimensional planning of lung segmentectomies. *JTCVS techniques*, 7, 309–321. <https://doi.org/10.1016/j.xjtc.2021.03.016>
- Saladin, K. (2013). *Anatomía y fisiología*. Bogotá: McGrawHill.
- Stepan, K., Zeiger, J., Hanchuk, S., Del Signore, A., Shrivastava, R., Govindaraj, S., & Illoreta, A. (2017). Immersive virtual reality as a teaching tool for neuroanatomy. *International forum of allergy & rhinology*, 7(10), 1006–1013. <https://doi.org/10.1002/alr.21986>
- Tang, Z. N., Hui, Y., Hu, L. H., Yu, Y., Zhang, W. B., & Peng, X. (2020). Beijing da xue xue bao. Yi xue ban = Journal of Peking University. Health sciences, 52(6), 1124–1129. <https://doi.org/10.19723/j.issn.1671-167X.2020.06.023>
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273-312. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>
- Venkatesh, V., & Davis, F. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186-204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- Vera, G., Ortega, J., & Burgos, M. (2013). La realidad virtual y sus posibilidades didácticas. *Eticanet*, 2(2), 15-32. Recuperado de <https://www.ugr.es/~sevimeco/revistaeticanet/Numero2/Articulos/Realidadvirtual.pdf>

Yong, L., Rivas, L., & Chaparro, J. (2010). Modelo de aceptación tecnológica (TAM): un estudio de la influencia de la cultura nacional y del perfil del usuario en el uso de las TIC. *Innovar*, 20(36), 187-203. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-50512010000100014