

RAE

1. TIPO DE DOCUMENTO: Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Docencia mediada por TICs
2. TÍTULO: Conceptualización sobre realidad virtual y su aplicación en la práctica odontológica
3. AUTOR (ES): Claudia Marley Leguízamo Vacca
4. LUGAR: Bogotá D.C.
5. FECHA: 16 de junio de 2021
6. PALABRAS CLAVES: “praxias” “competencias clínicas” “virtual reality”, “dental education”, “preclinical training”, “dental simulator”, “haptic technology”.
7. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO: Este trabajo tiene como objetivo general definir a través de una revisión de la literatura las categorías conceptuales que involucra la realidad virtual y su aplicación para la práctica de la odontología. Dentro de estas categorías se incluyen las competencias en educación y las competencias para la formación del odontólogo, las praxias y la realidad virtual haciendo una descripción de la historia, tipos y dispositivos. Se presenta una propuesta de diseño para el desarrollo de la segunda fase del proyecto con la descripción de las fases de la investigación, los instrumentos de evaluación de la práctica, así como la ruta de ejecución de la práctica odontológica mediante la implementación de realidad virtual.
8. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Educación y TIC. Facultad de Ciencias Humanas y Sociales. Grupo de Investigación: Tendencias Actuales en Educación y Pedagogía – TAEPE
9. METODOLOGÍA: La presente investigación tiene un enfoque cualitativo por la naturaleza de los datos, se clasifica en el paradigma interpretativo y el diseño de la investigación se considera abierto, flexible y construido durante el trabajo.
10. CONCLUSIONES: Resulta trascendente determinar el tipo de competencias que pueden ser desarrolladas en la práctica por los estudiantes de odontología mediante el uso de la realidad virtual. A través de la revisión de la literatura se evidencia la utilidad del uso de simuladores en la formación de los odontólogos por su contribución en el desarrollo de competencias y habilidades psicomotrices que permiten aumentar la seguridad de los estudiantes en los procedimientos que posteriormente se realizan en los pacientes.



UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA
BOGOTÁ, D.C.

Conceptualización sobre realidad virtual y su aplicación en la práctica odontológica

Claudia Marley Leguízamo Vacca

Universidad de San Buenaventura

Facultad de Ciencias Humanas y Sociales

Especialización en Docencia Mediada por las TIC

Bogotá, D.C.

2021

TABLA DE CONTENIDO

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	6
1.1. Título del Proyecto:.....	6
1.2. Facultad y Programa en los que se inscribe el Proyecto	6
1.3. Grupo y Línea de Investigación	6
1.4. Temática de estudio.....	6
1.5. Director del proyecto.....	6
1.6. Estudiante investigador	6
2. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.....	6
2.1. Planteamiento del Problema o Diagnóstico:	6
2.2. Formulación o Pregunta de Investigación	8
2.3. Objetivos	8
2.3.1. Objetivo General.....	8
2.3.2. Objetivos Específicos	8
3. JUSTIFICACIÓN	9
4. MARCO TEÓRICO.....	10
4.1. Introducción.	10
4.2. Competencias:	11
4.3. Competencias para la formación del odontólogo:	13

4.4. Funciones cerebrales superiores.....	15
4.4.1. Praxias	16
4.4.1.1. Tipos de praxias:	16
4.4.1.2. El proceso práxico.....	17
4.4.1.3. Partes del cerebro involucradas en planificación y desarrollo de praxias:	17
4.4.1.4. Cómo funcionan las praxias:.....	17
4.4.1.5. Planificación y ejecución de los movimientos:.....	18
4.5. Sistemas de Realidad Virtual y Realidad Aumentada:.....	19
4.5.1. Realidad virtual.....	20
4.5.1.1. Historia de la Realidad Virtual:	21
4.5.1.2. Dispositivos empleados en R.V.	21
4.5.1.3. Tipos de R.V.:.....	22
4.6. Masterpiece VR:.....	23
5. METODOLOGÍA	23
5.1. Diseño:	23
5.2. Propuesta de diseño de la segunda fase de la investigación:.....	25
5.2.1. Fases de la investigación:	25
5.2.2. Instrumentos de evaluación de la práctica preclínica con Realidad Virtual.....	26
5.2.2.1. Instrumento de evaluación para la entrevista estructurada:	27
5.2.2.1.1. Validación de instrumentos	27
5.2.2.2. Instrumento para la evaluación comparada de desempeño:.....	28

5.2.2.3. Observación participante:	29
5.2.3. Ruta de la actividad practica con RV:	29
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
5. CONCLUSIONES.....	31
REFERENCIAS.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pirámide de Miller.

Figura 2 . Taxonomía de Bloom.

Figura 3. Partes involucradas en el proceso praxico

Figura 4. Oculus Quest 2

Figura 5. Masterpiece VR

Figura 6. Esquema del diseño metodológico.

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO¹

1.1. Título del Proyecto:

Conceptualización sobre realidad virtual y su aplicación en la práctica odontológica

1.2. Facultad y Programa en los que se inscribe el Proyecto

Facultad de Ciencias Humanas y Sociales.

Programa de Especialización en Docencia Mediada por las TIC.

1.3. Grupo y Línea de Investigación

Grupo de Investigación: Tendencias Actuales en Educación y Pedagogía – TAEPE

Línea de Investigación: Educación y TIC

1.4. Temática de estudio

La realidad virtual como una experiencia sensorial que apoya los procesos pedagógicos de la práctica en los programas de pregrado de odontología.

1.5. Director del proyecto

Miller Antonio Pérez Lasprilla

1.6. Estudiante investigador

Claudia Marley Leguízamo Vacca

2. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

2.1. Planteamiento del Problema o Diagnóstico:

La odontología además de un conocimiento científico extenso requiere de habilidad manual clara y precisa para que el profesional se desenvuelva con éxito, especialmente requiere el desarrollo de motricidad fina que involucra el dominio de músculos y la ejecución de pequeños movimientos realizados por dedos, manos y muñecas, y esta motricidad se logra a partir de la motricidad gruesa que está ligada al desarrollo del Sistema Nervioso Central (Llori y Granizo 2020). El aprendizaje práctico busca ayudar al estudiante a sentir, saber y realizar procedimientos que previamente no podía ejecutar de forma que tales actividades al ser realizadas después de enseñadas formen parte de su conocimiento; para lograr este resultado, en las facultades de odontología las primeras prácticas preclínicas se realizan sobre modelos

elaborados en diferentes materiales, luego sobre maniqués (Fantomas) para finalmente poder entrar en contacto con el paciente para disminuir los riesgos por mala praxis, pues todo tipo de actividad formativa debe estar orientada por principios éticos encaminados a proporcionar seguridad, protección y respeto a los derechos del paciente, conductas que al ser tenidos en cuenta minimizan los riesgos de carácter legal ante una eventual demanda de responsabilidad médica por ser desarrolladas sin que los estudiantes posean la experticia suficiente. Aun cuando es claro que es necesaria la ejecución de ejercicios recurrentes que permitan no solo la conceptualización sino también la adquisición de habilidades y destrezas, hoy día al interior de las facultades de odontología se genera la dicotomía con respecto de si es necesario realizar una o múltiples repeticiones de un procedimiento para garantizar un adecuado proceso de aprendizaje, sin que hasta ahora se llegue a un consenso.

Por otra parte y de manera circunstancial, la situación generada por la pandemia del Covid-19 ha puesto de manifiesto la imposibilidad de desarrollar actividades teórico prácticas tal y como se habían diseñado inicialmente en los currículos y esto ha hecho que los programas de odontología enfrenten dificultades que retrasan el avance de los mismos, lo que a su vez imposibilita el desempeño clínico ocupacional haciendo que se vea afectada la formación profesional de los estudiantes actuales y futuros.

Ante la necesidad de dar solución a estas situaciones, surge la pregunta de cómo dar continuidad al proceso de manera remota. Martínez - Ramos (2007), referencia que en medicina el uso de robots se remonta a 1985 donde el “Robot PUMA 560” que consistía en un brazo articulado permitió realizar biopsias cerebrales mediante punción. Este fue el comienzo de una serie de desarrollos tecnológicos que favorecieron la ejecución de procedimientos de alta precisión, mínimamente invasivos y ejecutados a distancia, es decir por telepresencia que apoyada en las telecomunicaciones y con la ayuda de robots teledirigidos permiten la atención de manera remota. Los usos de la Realidad virtual en medicina se dividen en cuatro grupos: evolución de las actuales interfaces de comunicación hacia la inmersión total, educación médica y formación, simulación quirúrgica y uso de campos virtuales en la psicoterapia. Estos avances dan pautas de los usos que puede tener la realidad virtual en la enseñanza odontológica. Méndez (2016).

Existen antecedentes de prácticas en las facultades de odontología con el uso de las TICs como por ejemplo objetos virtuales de aprendizaje o realidad virtual y más recientemente han recurrido al conocimiento técnico y científico de otras áreas con el fin de introducir nuevas tecnologías como la Realidad Virtual (RV) que ayuda a minimizar el riesgo pues permite a los estudiantes realizar las prácticas con múltiples repeticiones sin la intervención del paciente. Como lo menciona Perry (2000), a finales de los 90’s una nueva ruta de aprendizaje de las habilidades motoras se introduce con el uso de simuladores de realidad virtual en las escuelas de odontología en Norte América y Europa, pero es a principios del 2000 que se desarrollan los simuladores hápticos de Realidad Virtual que permiten al estudiante trabajar sin supervisión y con retroalimentación computarizada al identificar cuándo y cómo se cometió el error. Uno de

los primeros sistemas utilizados fue DentSim que combinaba el uso de maniqués con dientes 3D e incluía simulación de elementos clínicos como el apoyo para la mano, rociador de agua y pieza de mano. Día a día se desarrollan nuevos simuladores con características específicas para cada requerimiento. Esto permite preguntarnos ¿La realidad virtual da herramientas que le permitan al estudiante de odontología tener un aprendizaje autónomo, poder realizar un mayor número de repeticiones de cada procedimiento, mejorar la coordinación ojo mano, disminuir los tiempos de permanencia en las facultades y en general contribuir para que adquiera estas competencias antes de enfrentarse con el entorno clínico real?

El odontólogo requiere el desarrollo de destrezas y habilidades manuales para el adecuado ejercicio práctico de su profesión y según los reportes de ocupación de los egresados la mayoría se desempeñan como clínicos, salvo algunas excepciones en que algunos de ellos por diversas razones se dedican a actividades distintas como por ejemplo las administrativas, investigativas, comerciales.

2.2. Formulación o Pregunta de Investigación

¿Cuáles son los referentes teóricos y el diseño metodológico para llevar a cabo una investigación sobre la práctica odontológica con realidad virtual?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo General

Definir a través de una revisión de la literatura las categorías conceptuales que involucra la realidad virtual y su aplicación para la práctica de la odontología.

2.3.2. Objetivos Específicos:

1. Determinar las características y condiciones que debe tener la formación del odontólogo a través de la modalidad de realidad virtual.
2. Identificar la adquisición de competencias que la realidad virtual genera para la aprehensión del conocimiento en los estudiantes de preclínica de odontología.
3. Definir el diseño metodológico apropiado para aplicar la realidad virtual en la práctica odontológica en estudiantes de preclínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia

3. JUSTIFICACIÓN

Los desarrollos tecnológicos han generado una nueva forma de adquirir el conocimiento que rompe el clásico modelo pedagógico de clases presenciales y abre paso al fortalecimiento de nuevos mecanismos en el proceso enseñanza aprendizaje. La enseñanza de la odontología involucra la adquisición de habilidades procedimentales que son esenciales para el adecuado desempeño del profesional independientemente del área de su especialización, por tal motivo resulta imperioso fortalecer las mismas para garantizar no solo el buen ejercicio de su práctica sino también por la búsqueda de la seguridad del paciente. Tales experiencias ofrecen un potencial educativo en entornos de realidad virtual centradas en el estudiante, los cuales tienen mucho potencial en el campo educativo de las ciencias de la salud frente a las experiencias de aprendizaje tradicional. Como lo menciona Ortega (2010) la simulación tradicional continúa utilizándose junto con simulación asistida por computador, aunque esta última continúa en aumento desde su aparición en la década de los 90's.

Mediante el desarrollo de software y hardware se podrían simular una multiplicidad de condiciones basadas en casos clínicos reales lo que le permitiría a los estudiantes, adquirir las competencias mediante la integración y síntesis del conocimiento científico pudiendo por la misma posibilidad que brinda la realidad virtualizada realizar múltiples repeticiones que permitirían el desarrollo de áreas motrices y sensoriales que constituye el motor que pone en acción grupos musculares tendientes a la realización de una actividad especializada y que en últimas se constituiría en una habilidad motriz. La situación actual que vive la humanidad pone de manifiesto la necesidad de recurrir a distintas alternativas que preparen al estudiante para afrontar los retos que trae consigo el ejercicio clínico ajustado a la nueva realidad y por ende a una forzosa búsqueda de innovadoras formas de enseñanza y aprendizaje. La revisión bibliográfica de literatura científica señala que la realidad virtual permite la reducción del número de prácticas de los estudiantes con pacientes a través de la implementación de herramientas digitales en el proceso de aprendizaje y esto facilita la adquisición de competencias sicomotrices que contribuyen de diversas maneras en el desempeño de la futura práctica lo que en el caso concreto genera beneficios no solo para el estudiante, sino también para todas las personas involucradas en el proceso enseñanza aprendizaje, en especial para los pacientes e incluso para la institución educativa pues garantiza la formación de un profesional idóneo y capaz acorde con el currículo propuesto.

El decreto 917 de 2001 (mayo 22), incluye para el programa de pregrado de formación académica profesional en odontología las competencias en el ámbito de diagnóstico, pronóstico, preventivas y terapéuticas, de las patologías del componente bucal en el individuo, la familia y la comunidad; planeación, diseño y ejecución de proyectos de investigación en su campo de trabajo; gestión propia de la prestación y administración de servicios de salud; acciones educativas con los pacientes y la comunidad. Con áreas de formación en:

1. Ciencias básicas biológicas; clínica: práctica para ejercer funciones de diagnóstico, pronóstico, preventivas y terapéuticas; social y comunitaria; investigación: epidemiología e informática; ciencias humanísticas; educación y administración; análisis del ejercicio profesional, fundamentos éticos y legales que sustenten el desempeño profesional.
2. Componente complementario o flexible que permita atender opciones de diversificación profesional y satisfacer los intereses particulares de los estudiantes.

Al revisar la organización y estructura del plan de estudios del programa de pregrado de la facultad de odontología de la Universidad Nacional de Colombia, en su malla curricular se observa que el plan de estudios está conformado por tres componentes:

1. El componente de fundamentación: Fomenta en los estudiantes el desarrollo de habilidades y competencias que les permiten entender fenómenos, abordar problemas complejos, enfrentar dificultades conceptuales, comprender y abordar de manera adecuada la literatura científica para generar decisiones clínicas y tecnológicas sustentadas y de calidad. Brinda conocimientos, herramientas y habilidades relacionadas con las ciencias naturales, biológicas y sociales
2. El componente profesional: Fomenta el conocimiento teórico y entrenamiento práctico para la comprensión de la salud y la enfermedad bucal, sus determinantes sociales y sus relaciones con la calidad de vida de los individuos
3. El componente de libre elección: Complementa la formación profesional en diferentes campos mediante asignaturas electivas, cursos de contexto, líneas de profundización y cursos de pregrado, todo lo anterior como complemento y soporte de su formación profesional.

De la malla curricular y dentro del componente profesional, un 38% de las asignaturas son teórico prácticas, lo anterior da cuenta que de la formación del odontólogo las habilidades sicomotrices son relevantes y es necesario el desarrollo de dichas competencias en los estudiantes para que puedan desempeñarse profesionalmente sin supervisión.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Introducción.

La educación como un proceso dinámico tiene que estar acorde con los cambios que se presentan como consecuencia del desarrollo científico y tecnológico, por lo cual los enfoques educativos tradicionales pueden ser revaluados permanentemente para cumplir con las expectativas que demandan las nuevas realidades, de modo que no se trata simplemente de memorizar datos y conceptos sino de que los estudiantes estén en capacidad de desarrollar habilidades de pensamiento superior que les permitan aprender a localizar, interpretar y

combinar creativamente la información disponible y filtrarla para definir cuál de ella posibilita la resolución de problemas en las diferentes áreas del conocimiento a través del desarrollo de competencias.

Díaz y Hernández (1998) resaltan que el proceso de enseñanza aprendizaje debe darse a través de procesos que permitan un abanico de posibilidades con material estructurado que esté acompañado de supervisión permanente y retroalimentación oportuna, de tal manera que el conocimiento se construya mediante el procesamiento sistemático y organizado de información y de esta manera se garantiza no solo la adquisición de conceptos sino una verdadera metacognición.

4.2. Competencias:

El término competencias puede tener múltiples definiciones, dentro de ellos se utiliza como un concepto modernizante que da respuestas a los requerimientos sociales dictados por entidades como el banco mundial. Tobón (2013) define las competencias “*como actuaciones integrales para identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas del contexto, desarrollando y aplicando de manera articulada diferentes saberes (saber ser, saber convivir, saber hacer y saber conocer) con idoneidad, mejoramiento continuo y ética*” (p.93). Las competencias deben entenderse como un proceso inacabado de constante transformación. La palabra competencias viene del latín *competentia* y el significado dado desde el siglo XV hace alusión a pertenecer, incumbir, comprometerse con algo. El enfoque de competencias profesionales en el ámbito educativo respondió hasta hace poco a la demanda de la sociedad por conocer las capacidades que se desarrollaban a través de los diferentes procesos de formación, para mejorar la preparación y lograr una mayor pertinencia para incorporarse al ambiente laboral. Galdeano (2010) define competencia como “el conjunto de comportamientos socio-afectivos y habilidades cognoscitivas, psicológicas, sensoriales y motoras que permiten llevar a cabo adecuadamente un desempeño, una función, una actividad o una tarea” (p. 29).

Las competencias en el ámbito educativo pueden clasificarse en: básicas (lectura, escritura y aritmética) que son lo que se espera que manejen las personas de una sociedad aunque con diferencias de dominio; genéricas o transversales para toda la vida, inician en la familia, las continúa la escuela en todos los niveles de formación y le permiten al individuo actuar en cualquier ocupación y por último las competencias específicas que son altamente especializadas de acuerdo con el área de conocimiento. Tobón (2013).

En la educación basada por competencias se espera que el aprendizaje sea demostrado con resultados, es por esto que Galdeano (2010) presenta una clasificación de las competencias profesionales y las clasifica en tres grupos:

1. Competencias básicas: Son las que se precisan para el desarrollo personal, así como para ser ciudadanos integrados en la sociedad. Combinan conocimientos y actitudes adaptadas a diferentes contextos. Permiten a los alumnos adaptarse y afrontar nuevas situaciones. Dentro de estas se encuentran las competencias cognitivas, técnicas y metodológicas que pueden ser adquiridas previamente. Se incluyen las competencias en comunicación lingüística, competencia matemática, competencia en el conocimiento y la comprensión del mundo físico, competencia social ciudadana, competencia cultural y artística, competencia para aprender a aprender, tratamiento de la información y competencia computacional, por último la autonomía e iniciativa personal.
2. Competencias genéricas o transversales: Son los atributos que deben tener los graduados antes de incorporarse al mundo laboral, entre ellos encontramos conocimientos, habilidades, destrezas y capacidades, es decir, son la base de cada profesión y no solo corresponden a un componente técnico sino también humano. Las competencias genéricas se subdividen a su vez en competencias instrumentales (habilidades cognoscitivas, capacidades metodológicas, destrezas tecnológicas y destrezas lingüísticas), competencias interpersonales (capacidades individuales y las destrezas sociales) y competencias sistémicas (destrezas y habilidades del individuo relativas a la comprensión de sistemas complejos).
3. Competencias específicas: Están vinculadas a condiciones específicas de ejecución y deben ser definidas por la experiencia propia del graduando. Se definen las competencias profesionales acorde con el contexto nacional e internacional con la formación profesional que deben poseer los futuros graduados. Las competencias específicas se han subdividido en dos grupos relacionados con el “saber”, el primer bloque de formación disciplinar incluye conocimientos teóricos adquiridos durante la estancia en la universidad, en el segundo bloque se asocia a conocimientos de tipo prácticos, saberes teóricos y saberes valorativos.

Miller (1990) propuso un modelo para evaluar habilidades clínicas, competencias y desempeño en el ámbito de la medicina, lo graficó mediante una pirámide donde los dos primeros niveles involucran el nivel cognitivo y los dos superiores lo conductual, así en la base de la pirámide ubica el **saber**, es decir la adquisición del conocimiento y su capacidad de recordarlo, al lograr superar este se encuentra un segundo nivel que corresponde a **saber cómo** lo haría, se da la aplicación del conocimiento y la capacidad de integrarlo. En el tercer nivel se ubica el **demostrar** cómo lo haría en un contexto simulado y hasta este punto se propone una evaluación de aprendizaje estandarizado, mientras que para el cuarto nivel que consiste en **hacer**, es decir mostrar su desempeño en una situación clínica real, se da una evaluación del desempeño. (Figura 1)



Fig. 1. Pirámide de Miller. Tomado de <https://image2.slideserve.com/4408736/pir-mide-de-miller-m-todos-de-evaluaci-n-1.jpg>

4.3. Competencias para la formación del odontólogo:

En el ámbito de la odontología, Yip (1997) se remite a la definición dada por Federación Dental Internacional donde se define competencias para el odontólogo como:

“conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores necesarios para la ejecución de acciones relacionadas con la prevención, diagnóstico y tratamiento; para la interacción de los miembros del equipo de salud individual o comunidades, en la búsqueda de solución a los graves problemas de salud que afrontamos; para lo cual se requiere del dominio de conocimientos específicos, de habilidades de comunicación y organización; de destrezas para trabajar en equipo y solucionar problemas; de pericias para el razonamiento en función de evidencias, englobando valores como vocación de servicio, sensibilidad social, responsabilidad, compromiso, empatía, honestidad, etc.”

Algunos autores afirman que las competencias no se logran inmediatamente, sino que pueden ganarse con el paso del tiempo y de acuerdo con el nivel de dominio de las mismas la persona puede ser clasificada como novato, principiante y competente. El Congreso Global de Educación Dental Europea realizado en Praga en el año 2002 define Competencias como la conducta que se espera en el profesional que se inicia independientemente y concluye que como un enfoque filosófico la educación basada en competencias es aceptada como un método sano para el diseño de la instrucción y su evaluación. Es decir, el término competencias genera un cambio en el proceso enseñanza aprendizaje pues prioriza al aprendizaje y por lo tanto da un papel protagónico de los estudiantes pues hace que participen de manera activa en la construcción de su propio aprendizaje

Para la Declaración de la Federación Internacional, aprobada en Asamblea General, Sídney septiembre 2003, el término competencia clínica se refiere a una combinación de habilidades,

actitudes, conocimientos que provee al clínico de suficiente idoneidad para emprender una tarea clínica específica.

La American Dental Education Association listó sesenta y tres (63) competencias que se deben tener en cuenta en la formación del odontólogo y las agruparon de la siguiente manera:

1. Habilidades generales
2. Gestión de la información
3. Gestión de la práctica.
4. Comunicación.
5. Recursos comunitarios
6. Gestión de la deuda
7. Competencias para el cuidado del paciente
 - a. Diagnóstico
 - b. Planificación de tratamientos
 - c. Tratamiento

Sánchez (2014), en su artículo “la evaluación de los aprendizajes orientada al desarrollo de competencias en odontología”, relaciona las competencias en tres grandes grupos: el primero incluye las competencias conceptuales que hacen referencia a hechos, conceptos y principios, en un segundo grupo las competencias procedimentales y por último las competencias actitudinales. Por lo anterior resulta pertinente citar la taxonomía propuesta por Benjamín Bloom, quien hacia el año de 1950 ordena y clasifica en tres grandes grupos los objetivos educativos: el cognitivo, el afectivo y el psicomotor. En el dominio cognitivo se incluyen conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. En el dominio afectivo se encuentran cinco áreas: recepción, respuesta, valoración, organización y caracterización. Y por último en el dominio psicomotor encontramos: percepción, predisposición, respuesta guiada, respuesta mecánica y respuesta completa evidente (Figura 2).



Fig 2. Taxonomía de Bloom. Tomado de <https://guiadeldocente.mx/wp-content/uploads/a-little-bit-of-6.jpg>

El estudiante debe entonces utilizar estos dominios en el aprendizaje de las competencias profesionales Beltrán (2004). Elizabeth Simpson realiza una adaptación de los objetivos educativos de la taxonomía de Bloom y presenta una clasificación de las procedimentales como sigue:

1. Percepción (interpretación): hace referencia a darse cuenta de los objetos, cualidades o relaciones mediante los órganos de los sentidos. Este nivel de dominio psicomotriz está directamente enlazado con el primer nivel del dominio cognitivo. Verbos usados en Odontología: diferenciar, discriminar, distinguir, identificar, mirar, presionar, seleccionar, sentir, tocar.
2. Disposición o situación (preparación): ajuste preparatorio para una clase especial de acción o experiencia física (apresto postural). Capacidad potencial para realizar un tipo particular de acción. Incluye las situaciones o disponibilidad para actuar en tres facetas: mental, física y emocional. Verbos utilizados en Odontología: localizar, colocar, preparar, ajustar.
3. Respuesta guiada (aprendizaje): corresponde con las primeras etapas del aprendizaje de una destreza compleja. Incluye: imitación (repetir una acción que ha sido demostrado por un instructor) y prueba y error (usar una respuesta múltiple para proporcionar una respuesta apropiada). Verbos utilizados en Odontología: abrir, detectar, eliminar, limpiar, localizar, practicar, preparar, remover, revisar, resolver, seleccionar, tallar, utilizar.
4. Mecanismo o mecanización (hábito): la respuesta aprendida se ha hecho habitual, nivel en que se ha alcanzado cierto grado de eficiencia en la realización de una acción. Verbos usados en Odontología: preparar, reparar, instrumentar, utilizar, operar, ajustar, ilustrar, indicar, manipular.
5. Respuesta compleja manifiesta (realización): nivel en que se ha logrado un alto grado de eficiencia con gasto mínimo de tiempo y energía. Involucra resolución de incertidumbre, esto es, ejecución de una acción compleja sin vacilación en relación con las etapas a seguir. Verbos utilizados en Odontología: calibrar, coordinar, demostrar, operar.
6. Adaptación (modificación): nivel en que se pueden modificar actividades motoras para satisfacer las demandas originadas en situaciones problemáticas nuevas. Verbos usados en Odontología: adaptar, manejar herramientas o instrumentos.
7. Originalidad (creación): corresponde a la creación de nuevas acciones motoras aplicando comprensión, destrezas y habilidades desarrolladas en el área psicomotora.

4.4. Funciones cerebrales superiores

Reconocer y manipular objetos mediante los diferentes canales sensoriales o motores se logra gracias a la existencia de una innumerable cantidad de neuronas que se conectan de forma muy precisa, conexiones que no son fijas, sino que se modifican producto del aprendizaje. Los dispositivos básicos del aprendizaje como son la sensorpercepción, motivación, atención, habituación y memoria son el punto de partida de las funciones cerebrales superiores, es decir las gnosis, las praxias y el lenguaje. Estas funciones cerebrales superiores permiten realizar tareas complejas a partir de habilidades simples, las cuales a través de la repetición pueden ser transmitidas de generación en generación mediante la cultura. Estas funciones son exclusivas del ser humano e indispensables en el desarrollo de diferentes aprendizajes como la lectoescritura, el cálculo, la realización de un deporte, la música y las artes plásticas.

Todo aprendizaje genera cambios morfológicos y funcionales a nivel cerebral. Las neuronas que participan en comportamientos innatos forman redes con tránsito acotado. Por otro lado, neuronas involucradas en el aprendizaje, el pasaje de la información a través de la red neuronal puede modificarse combinando células que previamente no se relacionaban. La incorporación de información nueva en un sistema organizado se denomina “estereotipo dinámico”. Los estereotipos son estables, pertenecen a la memoria a largo plazo Gnosias y praxias y consisten en la estabilización de un conjunto de estímulos que reaccionan como un todo. Se trata, de una sucesión de reflejos condicionados de manera que cada uno desencadena el siguiente. En la adquisición de las gnosias, praxias y lenguaje se estabilizan los estereotipos correspondientes a las percepciones sensoriales, aprendizajes motores o asociación de símbolos con sonidos y significados. Glejzer (2017).

4.4.1. Praxias

Denominamos praxias a las funciones cognitivas encargadas del movimiento, es decir a los movimientos organizados que realizamos para llevar a cabo un plan o alcanzar un objetivo; también pueden definirse como la capacidad para poner en marcha programas motores de manera voluntaria y normalmente aprendidos, es decir son una función psicológica superior responsable de la capacidad de realizar movimientos intencionados con una finalidad. Las praxias requieren el conocimiento de las funciones de los objetos que queremos manipular o de los actos que queremos realizar para lograr un objetivo. Al ser una función aprendida se consideran un acto social. Al ser movimientos organizados, producto de procesos de aprendizaje previos, tienden a un objetivo determinado. Esos movimientos son complejos, y no se producen por instinto, es decir son aprendidos y tienen una intención o propósito que les da origen.

Inicialmente las praxias se estudiaron solamente desde el punto de vista motor por ser algo observable pero posteriormente se han descrito los dos elementos que las componen: el cognitivo y el motor. El primero contiene aspectos internos y no observables de la acción, por ejemplo, la planificación, la intención de actuar, etc. El segundo posee parámetros relacionados con la implementación del movimiento muscular, por ejemplo, la precisión del movimiento, la fuerza con que se ejecuta, etc.

4.4.1.1. Tipos de praxias:

Las praxias pueden ser simples o complejas. Las simples permiten realizar movimientos como sacar la lengua o levantar la ceja, en tanto que las complejas son por ejemplo el enhebrar una aguja, hacer nudos, trenzar, etc. En este último grupo encontramos las praxias manuales que son la base para el aprendizaje de la escritura y las constructivas que a su vez pueden ser bi o tridimensional.

Así, las praxias pueden ser también clasificadas como ideomotoras, ideatorias y constructivistas.

- Las ideomotoras: son la capacidad de realizar un movimiento o gesto simple de manera intencionada.

- Ideatorias: Capacidad para realizar y simbolizar actos motores, como las secuencias gestuales que lo integran, así como la capacidad para manipular objetos mediante la secuencia de gestos.
- Constructivista: Capacidad para llegar a un todo a partir de sus elementos.

4.4.1.2. El proceso práxico.

La ejecución de los procesos prácticos se proponen cinco etapas, estas son:

- Intención: Como se mencionó previamente es necesario que exista la voluntad de realizar la praxis por parte del sujeto, es decir sin la intención es imposible realizarla.
- Planificación. Esta característica permite que el acto motor sea llevado de la manera correcta, pues tiene en cuenta el contexto en que este se da.
- Programación: Está estrechamente ligada a agentes externos.
- Ejecución: Una vez ha sido planificado y programado el acto motor, la ejecución es el paso previo a la acción.
- Acción: Cuyo componente fundamental es la voluntariedad o intención.

4.4.1.3. Partes del cerebro involucradas en planificación y desarrollo de praxias:

- Corteza prefrontal y posterior de asociación: Se ubica en la parte anterior de los lóbulos frontales del cerebro y se ubica frente a la corteza premotora. Planifica el movimiento y ayuda a la percepción y a la memoria.
- Corteza premotora y área motora suplementaria: Controlan la realización de movimientos en contextos particulares. Reciben información sensorial del lóbulo temporal y parietal y envían dicha información por vía eferente a la corteza motora primaria. El área motora suplementaria está involucrada en la preparación, iniciación y monitoreo de movimientos complejos.
- Corteza motora primaria: controla el número de músculos, la fuerza y la trayectoria del movimiento, es decir que ejecuta las acciones del movimiento y provoca el movimiento de partes concretas del cuerpo.

En resumen, tanto la corteza motora primaria como la corteza premotora y el área motora complementaria reciben instrucciones de la corteza prefrontal, la cual elabora los planes del movimiento. La corteza premotora y la corteza motora suplementaria controlan la organización de las secuencias de movimientos. Por último, la corteza motora primaria ejecuta los movimientos específicos. Gletzer (2017).

4.4.1.4. Cómo funcionan las praxias:

El cerebro debe analizar y hacer consciente la información recibida de los músculos y tendones, los cuales determinan la posición de las extremidades y el cuerpo para responder a una necesidad por medio de ese movimiento. Al ser una actividad que necesita aprendizaje, requiere seguir un proceso para poder hacerlo adecuadamente. Primero, se enseña el movimiento (lo cual generalmente puede generar fatiga y dolor en los músculos, que se pueden relacionar o no, con el

movimiento). Luego, se necesita práctica de la actividad (comienzan a disminuir los dolores musculares y la fatiga). Con la práctica se suprime el uso de grupos musculares ajenos. Al repetirse las actividades musculares se consolida y simplifica la información, mejorando el desarrollo de la actividad por la llegada al mismo tiempo de esas aferencias propioceptivas a la corteza cerebral. A medida que avanza el trabajo de organización de esta actividad motora, los errores van disminuyendo hasta desaparecer. Cuando esto ocurre, puede considerarse completamente organizada la actividad motora y se puede automatizarla (Cicarrelli y Chomnalez, 2017).

Así, para llevar a cabo el movimiento como lo describe Gletzer (2017):

Se requiere de información visual para localizar el objeto que se desea tomar, las áreas motoras del lóbulo frontal planifican la orden del movimiento y la presión que se realizará sobre el objeto, la médula espinal transmite la información a la mano, las neuronas motoras llevan el mensaje a los músculos del brazo y la mano, al tocar el objeto, los receptores sensoriales de los dedos envían información a la corteza sensorial de que el objeto ya ha sido tomado con la mano, la médula espinal transmite información sensorial al encéfalo, los ganglios basales deciden la fuerza de presión y el cerebelo corrige los errores de movimiento, la corteza sensorial recibió el mensaje de que se tomó el objeto, los ganglios basales producen la cantidad adecuada de fuerza para tomar el objeto, por último el cerebelo regula el tiempo y corrige los posibles errores a medida que se desarrolla el movimiento. (Pag 285).

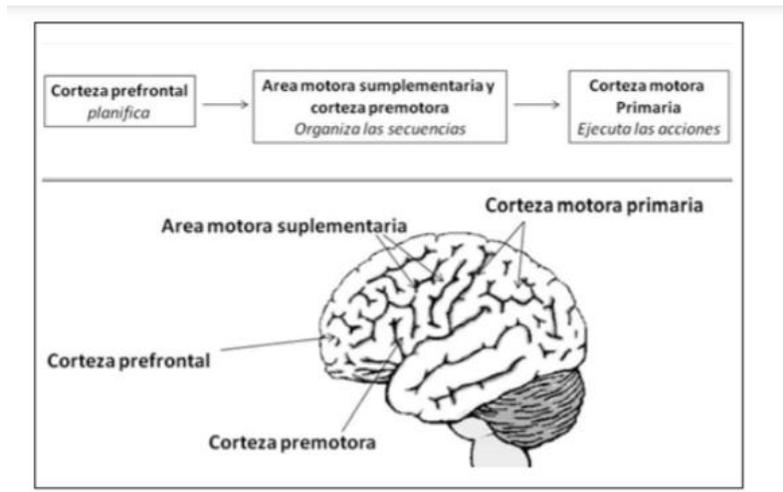


Fig 3. Partes involucradas en el proceso praxico. Tomado de Bases biológicas del aprendizaje.pag 284.

4.4.1.5. Planificación y ejecución de los movimientos:

Para realizar un movimiento los músculos deben mover tanto las articulaciones como los huesos, y para que esto se lleve a cabo, estos deben activarse por medio de los nervios motores que parten de la médula espinal, el tronco cerebral y el cerebro

Existen dos modelos que permiten explicar la ejecución de un movimiento:

1. Conexionista clásico de Liepmann: explica que los movimientos están integrados por dos centros: El centro de la ideación en donde se encuentran las memorias de los movimientos conocidos y el centro del acto motor donde se traducen esas memorias de movimientos en impulsos nerviosos que generan la contracción de los músculos.

2. Neurofisiológico de Luria: describe diferentes etapas que intervienen en la producción del movimiento. El control dinámico que se refiere al control de los objetivos del movimiento proposicional (con un objetivo). La región del cerebro que se encarga de esta función es la prefrontal ubicada en la parte anterior del lóbulo frontal por delante de la región motora. El control aferente donde se produce un análisis de las aferencias kinestésicas del movimiento, es decir, las sensaciones provenientes de los receptores que se encuentran en los músculos y articulaciones, y que determinan la posición de un segmento corporal sin ayuda de la visión. El área del lóbulo parietal que se encuentra por detrás de la cisura de Rolando es la que produce el control aferente del movimiento. El control eferente se basa en la síntesis temporal de los movimientos y se refiere a la coordinación de una secuencia de movimientos rápidos, la cual se lleva a cabo por delante del área motora primaria. Y por último, el control sensitivo en donde interviene los lóbulos parietales, temporales y occipitales intervienen, basado en la síntesis de las aferencias visuales y somatosensoriales.

Tunnerman (1996), resalta que es importante innovar con nuevas tecnologías en el proceso educativos como la introducción de simulación con miras a desarrollar habilidades psicomotoras, es decir por medio del uso de sistemas computacionales que integran simuladores

4.5. Sistemas de Realidad Virtual y Realidad Aumentada:

Los sistemas de realidad virtual y aumentada juegan un papel creciente en la educación dental, pues es un hecho que estas tecnologías vienen transformando el proceso enseñanza aprendizaje especialmente en el área clínica al involucrar a los estudiantes en un proceso de autoevaluación que les permite identificar las necesidades individuales de aprendizaje proporcionándoles retroalimentación de su desempeño.

Existen muchas ventajas que ofrece la implementación de la realidad virtual en la enseñanza en las facultades de odontología, entre las cuales están: refuerzo de los conceptos dentales aprendidos, entrenamiento en el uso correcto de los instrumentos dentales como por ejemplo los de corte rotativo, mantenimiento de una posición ergonómica adecuada, mejoramiento de la psicomotricidad, adquisición más rápida de habilidades sicomotoras acortando los tiempos de formación, alta receptividad por parte de los estudiantes y disponibilidad para la realización de múltiples entrenamientos durante el tiempo que considere pertinente al no ser indispensable la presencia del docente. Por otra parte, dentro de las desventajas están que al ser una tecnología reciente se encuentra en una etapa incipiente de desarrollo, los altos costos hacen que sea inaccesible en gran parte de América Latina (Duta 2011).

En contraposición el método de enseñanza presencial en el área de la salud desarrolla habilidades comunicativas que por ahora no pueden ser sustituidas con la implementación de

entornos virtuales de aprendizaje, así como también el entrenamiento en la interpretación de las actitudes del paciente, que brindan información que traspasa los límites de la comunicación verbal. Dado que en los procesos de aprendizaje intervienen todos los sentidos (olfato, gusto, tacto, audición y visión) como lo menciona Pérez (2019), con la realidad virtual solo se involucran la audición y la visión, por tanto, la inclusión del sentido del tacto que se encuentra en desarrollo con los simuladores Hápticos, aportaría significativamente en concretizar el proceso de aprendizaje

4.5.1. Realidad virtual.

La Realidad Virtual ha sido definida por distintos autores, así:

- “Sistema informático para crear un mundo artificial generado por un ordenador o cámara virtual que permite al usuario manipular e interactuar con este mundo en tiempo real a través de un dispositivo que permita su presencia en él” Otegui J (2017).
- “Sistema caracterizado por la presencia de inmersión e interacción. Inmersión indica la presencia de un escenario virtual y la interacción se refiere a la modificación que hace el operador”. Joda (2019)
- "La Realidad Virtual es un camino que tienen los humanos para visualizar, manipular e interactuar con ordenadores y con información extremadamente compleja" (Aukstakalnis, 1992).

La Realidad Virtual (RV) es una experiencia sintética mediante la cual se pretende que el usuario sustituya la realidad física por un entorno ficticio generado por un computador, comprende la interface hombre-máquina (human-machine) y permite navegar e interactuar en ella en tiempo real, desde una perspectiva centrada en el usuario. Se considera un medio de comunicación en sí mismo, que puede ser capaz de permitir en un futuro la participación corporal total en un mismo espacio compartido de telecomunicaciones generado por ordenador que podría estar dotado de retroalimentación multisensorial.

Escarpin (2000) describe a Realidad Virtual así,

“Cuando la percepción de los sentidos es amplificada se pueden superar algunas de las limitaciones del cuerpo humano. Se puede ver más rápido o más claro, escuchar sonidos con frecuencias que se encuentran fuera del intervalo audible, así como tocar objetos de dimensiones microscópicas o astronómicas, que se pueden encontrar a miles o millones de kilómetros de distancia. Desde este punto de vista, la RV puede mejorar nuestras experiencias acerca del mundo real. Para algunos incapacitados, la RV simplemente significa ganar la facultad de percibir objetos y fenómenos del mundo real, lo que para la mayoría de las personas es un hecho común, como ver o escuchar. Mientras la RV puede ayudar a interactuar con el mundo real, también puede alimentar la percepción sensorial con datos generados por una simulación en computadora, transportando al participante desde su oficina o su casa hasta mundos de aliens y viajes interplanetarios, o de caballeros, dragones y castillos.”

Las 3 características fundamentales que definen la RV son: posibilidad de tiempo real, que permite elegir la dirección hacia dónde moverse en el interior del escenario o hacia dónde dirigir

la mirada; inmersión completa por el interior del mismo, perdiendo el contacto con la realidad exterior al percibir únicamente los estímulos del mundo virtual; e interacción con los elementos que lo conforman, que permite interactuar con el mundo virtual a través de diversos dispositivos de entrada, como: joysticks, guantes de datos, etc.

La realidad virtual ha sido empleada en distintos ámbitos como la medicina y en odontología para el manejo de fobias como lo menciona Joda (2019) además del entrenamiento quirúrgico, el arte (Museo de las formas puras), cartografía (gogle earth, Terragen), entrenamiento táctico de soldados, plataformas de movimiento (simulación de conducción o de vuelo), sistemas de visualización CAVE (patrimonio virtual, plataforma de proyección, city cluster), escenarios virtuales para televisión, salas de juegos virtuales, internet multiusuario, entre otros.

4.5.1.1. Historia de la Realidad Virtual:

Comúnmente se considera la Realidad Virtual como una tecnología de finales del siglo XX, pero en realidad sus inicios se remontan al siglo XIX. Como lo referencia Otegui (2017) en el año 1838 se diseña el primer estereoscopio, el cual consistía en unas gafas en las que se situaba una fotografía distinta para cada ojo con el objetivo de crear una imagen en 3 dimensiones. Hacia 1929 se crea Primer Link Trainer, simulador de vuelo mecánico. Hacia la década de los 30's se usaron los simuladores mecánicos, los cuales tenían como objetivo estudiar las crecidas de los ríos y de las presas de Estados Unidos. En 1945 el Primer ordenador electrónico (ENIAC) sirvió para la simulación en la trayectoria de proyectiles, más tarde también fue utilizado en el Proyecto Manhattan para la simulación de explosiones atómicas. 1958 se diseña el primer casco de Realidad Virtual, que surge junto con el término Realidad Virtual, éste 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 a día actual, como el HMD diseñado en 1966. Para 1967 se crea el 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. El Sistema Grope II en el año 1971 permitía visualizar moléculas complejas. En la década de los 70's, se crea un accesorio o herramienta que permite desplazarse por mundos virtuales, el guante de datos. En 1979 se crea el primer simulador de vuelo basado únicamente en sistemas informáticos, útil a la hora de formar pilotos de aviación. 1984 Neuromancer es la novela que utiliza por primera vez el término ciberespacio para hacer referencia a un mundo virtual. Para 1994 se diseña Virtual Reality Modeling Language, el cual se utiliza para la representación de escenas y objetos 3D en el entorno de una página web.

4.5.1.2. Dispositivos empleados en R.V.

Dentro de los dispositivos empleados en R.V. encontramos los Smartphone como medio tecnológico que permite visualizar contenidos virtuales a través de su pantalla y de un giroscopio, el cual detecta el movimiento de la cabeza del usuario cuando este la mueve. Sin esta característica no sería posible visualizar un entorno de 360 grados. El PC para la RV, que, a

diferencia del Smartphone, no detecta el movimiento de la cabeza del usuario por lo que, resulta imposible acceder a un entorno de 360 grados sin utilizar unas gafas como accesorio. Las gafas de RV para Smartphone son el accesorio de RV más comercializado en la actualidad y su objetivo es la visualización de contenidos virtuales inmersivos a través del giroscopio y la pantalla del Smartphone. Existe un gran catálogo de gafas de RV pues va desde las gafas corrientes de cartón o Cardboard hasta las lentes más sofisticadas del mercado. Encontramos también gafas de RV para PC las cuales son las que mayor experiencia reportan al usuario puesto que se utilizan en videojuegos, las más reconocidas son las Oculus y las HTC Vive. Los videojuegos que crean una gran expectación en el usuario debido a su novedoso estilo de jugabilidad. Las cámaras de 360 grados graban vídeos panorámicos en 360 grados y permiten al usuario poder crear su propio entorno virtual y subirlo a plataformas como Youtube 360°. Además de los mencionados previamente se pueden encontrar otros accesorios como guantes, plataformas, simuladores... que permiten hacer más real la experiencia virtual del usuario.



Figura 4. Oculus Quest 2.

Tomado de <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRAeBGosSEKrNfEmcnQBrILT2705wsGEF-D-g&usqp=CAU>

Así el material base para el desarrollo de ambientes de aprendizaje virtuales inmersivos, se ubican en dos grandes grupos: Hardware y software. En el primero se ubican las computadoras, dispositivos para Estimulación de los Sentidos, dispositivos Visuales, dispositivos auditivos, dispositivos Kinéticos, tarjetas aceleradoras gráficas, sistemas de localización y seguimiento, otros dispositivos de entrada como bastones o baritas y guantes sensitivos. En el segundo grupo se encuentran software para el modelaje tridimensional, software para gráficos bidimensionales, software para edición de sonido digital, software para simulación

4.5.1.3. Tipos de R.V.:

Existen tres tipos de realidad virtual

1. **Sistemas Inmersivos:** permiten al usuario sentirse parte del mundo virtual sin tener ningún contacto con la realidad, debe disponer de dispositivos como gafas de RV para Smartphone o para PC. Son utilizados para el entrenamiento y la formación a través de la simulación, son los más utilizados a la hora de ofrecer experiencias de ocio y entretenimiento con fines comerciales.
2. **Sistemas Semi inmersivos:** La proyección requiere de 4 pantallas que conforman un cubo (3 situadas en las paredes y otra en el suelo), las cuales rodean al usuario permitiéndole mantener algún contacto con elementos que forman parte del mundo real. Se necesitan gafas y un dispositivo de seguimiento de movimientos de la cabeza.

3. Sistemas no inmersivos: En estos se requiere de una pantalla y los accesorios que permiten la interacción del usuario en este tipo de sistemas son el teclado, el ratón y el micrófono. Estos generalmente son utilizados como un medio de entretenimiento.

4.6. Masterpiece VR:

Masterpiece VR es una herramienta tecnológica de pintura y escultura en 3D, considerada una extensión de las técnicas artísticas tradicionales y abre nuevas formas de ideación, creación y colaboración en el espacio virtual. Ayuda a artistas y profesionales a aprender rápidamente a crear contenidos 3D de alta calidad y colaborar con otros en todo el mundo. Se caracteriza porque el usuario puede estar sentado, de pie o en movimiento, el seguimiento puede ser frontal o 360 grados, utiliza como controladores el sistema Oculus Touch, es compatible con plataformas Rift y Rift S, el espacio requerido es de 1,86GB y una memoria recomendada de 8GB



Figura 5. Masterpiece VR. Tomado de https://www.youtube.com/watch?v=bw1PoyHaCyE&ab_channel=UploadVR

5. METODOLOGÍA

5.1. Diseño:

Una vez establecido el tema y planteada la pregunta de investigación se realizó el presente trabajo con base en la revisión bibliográfica que incluyó una exhaustiva revisión de artículos científicos, en bases de datos, libros, revistas, tesis entre otros. Para la selección de los documentos se realizó una búsqueda bibliográfica en el periodo comprendido entre septiembre de 2020 y mayo de 2021. La revisión se llevó a cabo utilizando los siguientes medios de búsqueda: PubMed, ScienceDirect, Medline, Ebsco, SciELO y Google Académico. Los términos utilizados para realizar la búsqueda fueron: “praxias” “competencias clínicas” “virtual reality”, “dental education”, “preclinical training”, “dental simulator”, “haptic technology”. Se realizó una revisión inicial de los artículos, mediante el análisis de los títulos y resúmenes con el fin de valorar si eran útiles para los objetivos planteados.

Los criterios de inclusión tenidos en cuenta para este trabajo fueron: Estudios experimentales, revisiones sistemáticas y de literatura, estudios transversales y longitudinales, estudios de casos y controles, estudios retrospectivos y notas de autor. No se tuvo en cuenta límites en años de publicación. Se tomaron en cuenta artículos en texto completo disponibles en idioma español e inglés. Como criterios de exclusión se establecieron artículos publicados en idiomas distintos a inglés y español y literatura sin acceso a texto completo.

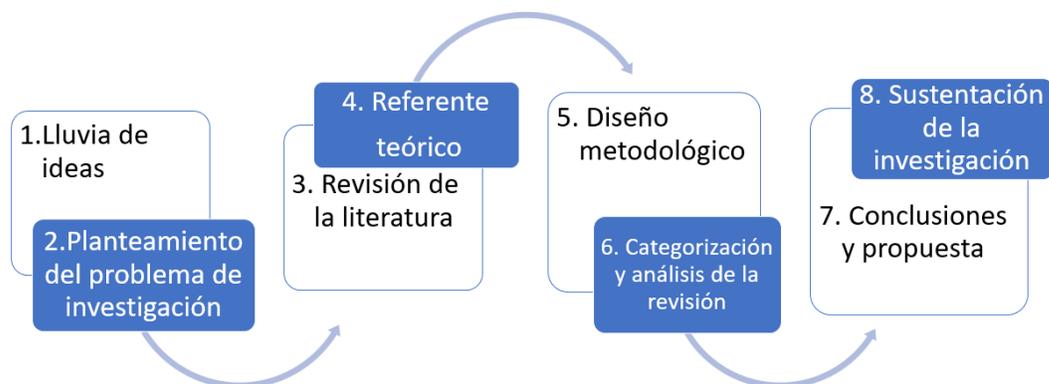


Figura 6. Esquema del diseño metodológico. Creación propia

Acorde con lo expuesto por Hernández (2014), la presente investigación se clasifica en el paradigma interpretativo puesto que comprende e interpretar las percepciones, intenciones y acciones que se generan en el contexto teórico la inclusión de la realidad virtual como recurso para la adquisición de habilidades de tipo práctico. Por la naturaleza de los datos se considera que tiene un enfoque cualitativo dada la participación del investigador como principal instrumento en la recolección de la información lo cual permite comprenderla e interpretarla y el diseño de la investigación se considera abierto, flexible y construido durante el trabajo, además la finalidad de la recolección de los datos es comprender los eventos y sus contextos.

Por los medios para obtener los datos se considera documental dado que, a través de la lectura de libros, documentos, revistas, entre otros se recopila y selecciona la información. Por el alcance es exploratorio puesto que se encarga de probar y encontrar soluciones y alternativas después de evaluar la información. Según el tipo de inferencia se utilizar el método deductivo pues a partir de la observación permiten establecer conclusiones que proceden de lo general a lo particular.

Como instrumento para recolección de la información se utilizó la ficha de análisis bibliográfica (Anexo 1) la cual permitió recoger la información que sirvió para fundamentar este trabajo de investigación y a partir de allí realizar la propuesta del diseño metodológico y proponer el desarrollo de la segunda fase del proyecto. La ficha bibliográfica reúne elementos importantes para la identificación como tipo de documento, título, autor, año, edición, editorial, ubicación y número topográfico. Así mismo contextualiza el contenido al incluir aspectos tales como reseña, cita, página y observaciones.

5.2. Propuesta de diseño de la segunda fase de la investigación:

De acuerdo con la revisión teórica y los antecedentes, el diseño metodológico de la segunda fase de la investigación puede ser el siguiente:

Según los conceptos planteados por Hernández (2014), esta segunda etapa puede considerarse de carácter cuasiexperimental y trabajar con grupos de comparación (manipulación de la variable independiente), se utilizará una variable independiente como lo es la implementación de Realidad Virtual para el desarrollo de la práctica preclínica, es decir la manipulación de la variable independiente alcanza sólo dos niveles: presencia y ausencia.

Por lo anterior, se enmarca como un diseño con preprueba, posprueba y grupo de control. Para la selección de los grupos se recurrirá a dos grupos intactos, en nuestro caso, grupos que han sido creados al inicio del semestre por el Sistema de Información Académica (SIA) de la Universidad Nacional de Colombia cuando los estudiantes inscribieron la asignatura. La aplicación de la preprueba a los dos grupos se realizará antes de introducir la Realidad Virtual como elemento de la práctica preclínica y la aplicación de la posprueba se llevará a cabo para analizar la evolución de los grupos justo después del tratamiento experimental. Para lograr validez interna se buscará que no existan situaciones que afecten a ninguno de los dos grupos durante la aplicación de la prueba en aras de generar un ambiente similar para ellos, mientras que para lograr validez externa se buscará que dichos grupos tengan características similares, para nuestro caso, estudiantes que se encuentren inscritos por primera vez en la misma asignatura, es decir, morfología oral I. Con los resultados que se obtengan se pretende extrapolar esta investigación a grupos que se encuentren en diferentes niveles de formación preclínica de la carrera de odontología.

5.2.1. Fases de la investigación:

Fase 1: Se determinó que la variable independiente será la implementación de la herramienta tecnológica (Realidad Virtual) como parte del entrenamiento en la práctica preclínica de Morfología Oral I y la variable dependiente será representada por el efecto que esta implementación genere en el mejoramiento de las competencias cognitivas, procedimentales y psicomotoras del grupo experimental.

Fase 2: El nivel de manipulación de la variable independiente corresponderá a la intervención alternada de sesiones de práctica convencional con sesiones de mediación tecnológica. Estas se realizarán de manera individual durante ocho sesiones por un periodo de 15 minutos cada una.

Fase 3: Se desarrollaron dos instrumentos para medir la variable dependiente que para nuestro caso serán los formatos de entrevista estructurada y de evaluación comparada de desempeño.

Fase 4: Como se mencionó previamente, teniendo en cuenta que este corresponde a un estudio cuasiexperimental, la selección de los grupos se hace acorde con la distribución del Sistema de

Información académica (SIA) de la universidad Nacional de Colombia el cual distribuye los grupos al inicio del semestre al momento en que los estudiantes realizan la inscripción de la asignatura.

Como criterios de inclusión están el que los estudiantes se encuentren cursando por primera vez la preclínica de Morfología Oral I y que accedan a participar y firmar voluntariamente el consentimiento informado. Por otro lado, como criterios de exclusión, estudiantes que se encuentren repitiendo la preclínica y que presenten problemas visuales que les impida el desarrollo de la práctica.

Fase 5: Una vez seleccionados los grupos, se citarán los estudiantes para darles las explicaciones necesarias, obtener su consentimiento e indicarles la metodología, el lugar y los días en que se llevarán a cabo las sesiones mediadas por herramientas tecnológicas.

Fase 6: Se diseñarán las fases del taller práctico para la ejecución de las prácticas mediadas por Realidad Virtual.

Fase 7: Se realizarán las sesiones prácticas con la intervención de Realidad Virtual y finalmente se aplicará la posprueba para obtener y analizar los resultados y posteriormente sacar las conclusiones correspondientes.

5.2.2. Instrumentos de evaluación de la práctica preclínica con Realidad Virtual

Acorde con lo expuesto por Supo (2013), el tema de la presente investigación se considera parcialmente definido, de modo que para la generación de los instrumentos aplicables se acudió a la entrevista no estructurada con un experto en el tema y a partir de la cual se diseñaron la entrevista estructurada y la evaluación comparada de desempeño.

Como se mencionó previamente en este proyecto se usará la entrevista estructurada la cual se caracteriza porque existe un guion predeterminado por el investigador y exista poca o ninguna posibilidad que se den respuestas diversas pues estas son cerradas o de si o no, es decir, se proporcionan las respuestas para que sean seleccionadas. No le da posibilidad al investigador de reformular las preguntas o rephrasear, el entrevistador se limita a leer las preguntas siguiendo las indicaciones y la redacción que tienen, en el orden en que aparecen y con el énfasis y entonación que no afecte la respuesta

Dentro de las ventajas de la entrevista estructurada encontramos el que permite la comparación de la información recopilada, facilita la medición, aunque esta varía de acuerdo al grado de estandarización de la pregunta, aparece como más confiable en la medida que existe una constancia en los estímulos, minimiza los errores que se pueden introducir por para fraseo de preguntas, es insuperable en términos de costo, tiempo, facilidad de procesamiento de datos e interpretación. Por otro lado, como desventajas presenta que no se logra siempre estandarizar el significado de cada pregunta para los distintos respondientes y que posee poca flexibilidad, que puede comprometer el fin último de la entrevista.

5.2.2.1. Instrumento de evaluación para la entrevista estructurada:

A. Características descriptivas:

1. Edad
2. Género
3. Ocupación

B. Características del aprendizaje

1. El uso de herramientas virtuales me ayudó a mejorar la percepción de los objetos.
2. La RV me ayudó a preparar el abordaje de la práctica preclínica.
3. Con el uso de las herramientas tecnológicas ampliaron mis conceptos.
4. Considero que el implementar la RV es útil en el desarrollo de destrezas manuales en odontología.
5. El uso de Realidad Virtual facilita la comprensión de elementos para el desarrollo de la práctica.
6. La RV aumento mi capacidad de creación de diseños.
7. La RV mejoró mis habilidades motoras.
8. Considero que la Realidad Virtual es una herramienta útil para capacitar a los estudiantes de la preclínica.
9. Me sentí cómodo con el uso de herramientas digitales como complemento para el desarrollo de la preclínica.
10. El uso de herramientas virtuales me ayudo a mejorar la ubicación tridimensional de los objetos.
11. Las herramientas tecnológicas me permitieron autoevaluar mi proceso de aprendizaje.
12. La RV es útil en el entrenamiento autónomo de destrezas manuales en odontología.
13. Considero que el uso de RV aumenta mi confianza y seguridad al realizar la practica convencional

C. Características del Equipo:

1. Me sentí cómodo con el uso del equipo de realidad virtual en la práctica preclínica.
2. Considero que es de fácil manipulación el uso del equipo de Realidad virtual
3. Me sentía cansado visualmente al usar el equipo de realidad virtual
4. Considero que la ergonomía durante la actividad es adecuada
5. Me sentí agotado físicamente con las prácticas donde se incluyó la realidad virtual.

En la medición de la entrevista estructurada se utilizarán valores que van desde el 1 hasta el 5. Siendo 1 completamente de acuerdo, 2 de acuerdo, 3 indiferente, 4 en desacuerdo y 5 completamente en desacuerdo.

5.2.2.1.1. Validación de instrumentos

Para realizar una validación de los instrumentos de evaluación, se solicitó la revisión y el concepto de éstos a dos expertos en el área. Los comentarios se incluyen a continuación.

Experto 1:

Considero que el trabajo que proponen es pertinente y necesario ya que a nivel latinoamericano la inclusión de la realidad virtual para la enseñanza de la odontología es apenas incipiente debido al alto costo que demandan los equipos de Realidad virtual tipo háptico, adicionalmente pienso que es una herramienta tecnológica alternativa que puede servir como complemento a la enseñanza del componente práctico de la odontología, puesto que tradicionalmente la simulación ha sido realizada utilizando modelos en los phantomas con dientes naturales y acrílicos.

Es importante destacar la motivación que puede generar en los estudiantes la incorporación de la realidad virtual como herramienta educativa, esto sin duda puede influir y favorecer el proceso de aprendizaje. Un aspecto a resaltar es que los procedimientos que se realizan en la gran mayoría de las ocasiones son de tipo irreversible, de ahí la importancia en generar un aprestamiento que minimice los errores que se pueden causar en el paciente.

En relación con los instrumentos de evaluación considero que en la parte B “características del aprendizaje” de la entrevista estructurada, se debe incluir una pregunta sobre el efecto que tuvo el uso de la realidad virtual en los conocimientos específicos de la asignatura que cursan, y que podría formularse como ¿El uso de la herramienta tecnológica me permite identificar cuáles son mis conocimientos sobre morfología y anatomía dental? En la parte C del mismo podría añadirse: ¿Debería ofrecerse el uso de esta herramienta tecnológica a todos los estudiantes de Odontología antes de realizar procedimientos en pacientes reales?

Experto 2:

Considero que la implementación de este tipo de tecnología innovadora siempre tiene gran receptividad por parte de los estudiantes aun cuando no es claro si mejora la experiencia de aprendizaje, que sería una de los aspectos que se deben valorar con este trabajo; por otro lado Sería conveniente determinar que tanta receptividad tiene para los profesores la implementación de este tipo de tecnologías.

Respetuosamente me atrevería a sugerir que se incluyera una pregunta en la cual se indague sobre el papel que tiene el profesor al implementar la realidad virtual: ¿La presencia del profesor durante el uso de la realidad virtual complementa su aprendizaje?, o también podría formularse como ¿Considera usted que el papel del profesor se modifica cuando se implementa la realidad virtual como herramienta pedagógica?

El otro instrumento de evaluación que se utilizará es la evaluación comparada de desempeño, la cual se define como acciones o comportamientos observados que pueden ser medidos en términos de las competencias de cada individuo. Para esta investigación se utilizará la evaluación del incidente crítico para mostrar ciertos conocimientos y para señalar si se ha realizado o no.

5.2.2.2. Instrumento para la evaluación comparada de desempeño:

Cumple a cabalidad con las instrucciones dadas en la guía

Realiza una planificación de las actividades a desarrollar
Muestra habilidades para ejecutar la práctica.
Muestra habilidades motoras.
Genera diferentes diseños para la tarea asignada
Realiza una autoevaluación objetiva del trabajo realizado
Maneja el concepto de proporción
Realiza el modelo de manera tridimensional

5.2.2.3. Observación participante:

El otro instrumento de evaluación que se utilizará será la observación, Marshall y Rossman (1989) la definen como "la descripción sistemática de eventos, comportamientos y artefactos en el escenario social elegido para ser estudiado" (p.79). De las tres formas de observación se seleccionó la observación participante que es el proceso que permite a los investigadores aprender acerca de las actividades de las personas en estudio en el escenario natural a través de la observación y participando en sus actividades. Dentro de las ventajas que esta técnica presenta encontramos el que provee el contexto para desarrollar directrices de muestreo y guías de entrevistas.

La observación participante es una técnica de recolección de datos, se considera una forma cualitativa de la observación. La observación participante es una forma de acercamiento a la realidad social y cultural de una sociedad o grupo, pero también de un individuo. En ella el investigador se adentra en la realidad a estudiar junto al individuo o colectivo objeto de estudio. La técnica de observación participante se emplea cuando se quiere estudiar la realidad social en su conjunto, pero con el fin de concretar un problema que por el momento desconocemos. Por otro lado, se emplea en casos donde se quiere estudiar con detalle, de forma directa y "en vivo" el sujeto o sujetos a observar (por ejemplo, el comportamiento de un niño con trastorno de conducta en casa o en el aula).

Para este trabajo el investigador será observador como participante, es decir el investigador recoge datos y el grupo estudiado es consciente de las actividades de observación del investigador, pues el investigador es un observador que no es un miembro del grupo.

5.2.3. Ruta de la actividad practica con RV:

A los grupos control y experimental antes de implementar las prácticas con RV se les citará para realizar una figura volumétrica en plastilina, la cual deberá cumplir con los parámetros que se definan.

Con el grupo experimental se llevarán a cabo las siguientes etapas:

1. Al estudiante se le enviará por correo el link para que observe el video con las instrucciones para el uso de la herramienta de realidad virtual (MasterpieceVR)

2. Se realizará una instrucción de manera presencial sobre el uso del equipo (Oculus rifts) y el software de RV.
3. En el desarrollo de la práctica preclínica se distribuirá el tiempo de manera que cada estudiante disponga de 20 minutos para el entrenamiento con RV durante ocho sesiones.
4. Acorde con la programación definida para cada sesión, se dará la indicación de la actividad que el estudiante debe realizar durante la misma.
5. Las actividades planeadas para el grupo de estudio durante las ocho sesiones irán incrementando su nivel de complejidad.
6. Se observará en cada sesión la planeación, el seguimiento de indicaciones, el tiempo y la destreza que utiliza el estudiante para llevar a cabo la tarea.
7. Una vez terminadas las ocho sesiones con uso de RV, se citarán nuevamente los dos grupos de la investigación para que elaboren una figura tridimensional en plastilina con los parámetros que estarán previamente definidos.
8. Para el análisis de los resultados se empleará el instrumento de evaluación comparada de desempeño.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación, han transformado el cómo se adquiere el conocimiento, pues potencia el trabajo autónomo del estudiante. La aplicación de la realidad virtual como herramienta tecnológica en el ámbito educativo, va en aumento porque puede generar aprendizaje significativo al enriquecer los procesos de enseñanza aprendizaje, sobrepasar las limitaciones que imponen los espacios físicos al situar al estudiante en medio de lo que sucede a su alrededor y aumentar su motivación e interés al lograr la aprehensión de competencias digitales, que son tan necesarias hoy en día. La situación actual generada por el Covid-19 evidencia la necesidad de incorporar nuevas tecnologías en ámbitos educativos más seguros a fin de facilitar los procesos de aprendizaje y facilitar la adquisición de habilidades y competencias. La inclusión de tecnología de RV genera desafíos educativos y requiere evaluación constante de las contribuciones que esta genera en el proceso. Lograr el desarrollo de un concepto de aplicación didáctico se da al unir educación en pedagogía y tecnología para poder contrastar la aplicación que puede tener en las diferentes áreas del conocimiento y en especial en la práctica odontológica, posterior a esto se puede medir el impacto que genera en el aprendizaje, más aún si tenemos en cuenta que cambia el papel del profesor de ser orientador con todas las respuestas a ser facilitador que apoya a los estudiantes en el descubrimiento de los ambientes y en la construcción de ideas.

Para la realización de este trabajo se inició con una lluvia de ideas sobre las herramientas tecnológicas que pueden ser usadas para la enseñanza de la odontología de manera que se aumenten las habilidades psicomotrices y se reduzcan los riesgos para el paciente, identificando

que la realidad virtual es de gran relevancia y un campo poco explorado en nuestro medio. Posteriormente se realizó el planteamiento del problema, identificación de antecedentes y la pregunta de investigación. Una vez definidos estos aspectos se inició con la revisión de la literatura que incluyó los antecedentes de la realidad virtual y su relación con la identificación de competencias en los diversos niveles, así como la relevancia que tiene el concepto de praxias; es de anotar que la revisión continua se llevara a cabo durante todo el tiempo de la investigación. El referente teórico está compuesto por el estado del arte y el marco teórico que, a su vez, se constituye por el saber disciplinar y el saber pedagógico. Este referente está siendo construido a partir de la revisión de la literatura existente relacionada con el uso de la realidad virtual y la práctica odontológica. Según la revisión de los aspectos metodológicos este trabajo de investigación se clasifica en el paradigma interpretativo/naturalista, por la naturaleza de los datos tiene un enfoque mixto y por la manipulación de variables se considera cuasiexperimental.

El resultado obtenido en esta primera etapa del trabajo de investigación consistió en la generación de los instrumentos de validación de la información que corresponden a la evaluación comparada de desempeño y la entrevista estructurada, que se consideran el punto de partida para determinar las posibles diferencias de habilidades adquiridas, desarrolladas o potencializadas en el aprendizaje sin y con mediación de realidad virtual en la enseñanza de la preclínica, por otro lado, los instrumentos de validación también permitirán identificar la forma como la docencia mediada con realidad virtual incide en los procesos formativos de los estudiantes inscritos en Morfología oral I de la facultad de odontología de la Universidad Nacional de Colombia (FOUN).

En la segunda fase de este trabajo de investigación se pretende desarrollar la fase experimental y posterior a ella aplicar un análisis de los datos obtenidos, integrar las opiniones de los entrevistados, lo descrito en la literatura y las interpretaciones hechas por parte de los investigadores. Por último, a partir de los hallazgos del análisis, se pretende proponer estrategias que favorezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje por medio de la integración práctica preclínica con realidad virtual en la FOUN.

5. CONCLUSIONES

Resulta trascendente determinar el tipo de competencias que pueden ser desarrolladas por los estudiantes de odontología mediante el uso de la realidad virtual pues si bien son múltiples las posibilidades para ser abordadas y potencializadas se considera que las que más relevancia tienen son las propuestas por Miller y Simpson dado que cobran importancia vertebral en el trabajo de investigación propuesto. Miller presenta un modelo para evaluar habilidades clínicas, competencias y desempeño en el ámbito de la medicina, en tanto que Simpson realiza una adaptación de los objetivos educativos de la taxonomía de Bloom y presenta una clasificación de las competencias procedimentales, las cuales son las que se pretenden desarrollar con el uso de la realidad virtual. Estas se tendrán en cuenta de manera enunciativa pero no limitativa puesto que podrían desarrollarse otras habilidades que en este momento no pueden ser determinadas y que solo podrán ser valoradas hasta tanto finalice el presente trabajo de investigación.

Como vimos a través de la revisión, la práctica no puede concebirse como la mera acción o ejecución de un procedimiento concreto, sino que ésta abarca diversas fases o etapas previas como la ideación, planeación, programación y ejecución, que pueden ser abordadas de diferentes formas como lo es mediada con el uso de la realidad virtual dinamizando la práctica odontológica y contribuyendo en la mejora de habilidades y destrezas como complemento a la enseñanza presencial de la práctica odontológica.

En la actualidad se reconoce la importancia del uso de simuladores en la formación de los odontólogos dada su participación en el desarrollo de competencias y habilidades psicomotrices que permiten aumentar la seguridad en los procedimientos que se realizan en los pacientes. La inclusión de la simulación como parte de los currículos se da gracias a la consideración de la bioética que propende por la protección de los individuos como sujetos de experimentación y a la inclusión de nuevas tecnologías que permiten asegurar la calidad sin conllevar riesgos ni para el paciente ni para el estudiante, es decir, con la simulación se pueden crear ambientes controlados y seguros que permiten la adquisición de habilidades psicomotoras, desarrollo sistemático y repetitivo de habilidades prácticas, desarrollo de habilidades de pensamiento, toma de decisiones, trabajo en equipo y comunicación efectiva.

El uso de aplicaciones digitales en medicina y odontología son ampliamente utilizadas hoy en día, así como el diseño y maquinado de imágenes tridimensionales (CAD-CAM). Los desarrollos tecnológicos han permeado la educación y la inclusión de nuevas tecnologías como la realidad virtual potencializan el interés de los estudiantes dada su alta interactividad. Al revisar la literatura, en el campo de la educación y la odontología, los temas relacionados con realidad virtual varían desde el entrenamiento práctico de habilidades motoras en técnicas de preparación dentaria, entrenamiento de la interacción ojo mano hasta enfoques complejos de rehabilitación oral y maxilofacial. Así lo podemos observar en trabajos como el de Eve et al (2014) quienes compararon el desempeño de estudiantes de pregrado vs estudiantes de posgrado al remover una lesión cariosa utilizando simulador de realidad virtual háptica, los resultados arrojaron una mejora significativa durante el experimento tanto para operadores experimentados como para los novatos. Al-Saud (2016) revisó el efecto de la retroalimentación sobre el porcentaje de habilidades motoras con un simulador háptico al realizar preparaciones dentarias, observó que el aprendizaje de las habilidades básicas manuales se aumentó con la exposición a la práctica con realidad virtual y el acompañamiento de un instructor con experiencia.

Espejo et al (2015) desarrollaron un objeto virtual de aprendizaje utilizando realidad aumentada para evaluar la adaptación de una cofia de oro y observaron que se generó un efecto positivo en todos los participantes. Correa et al (2017) revisaron la validación de un simulador de anestesia dental para el bloqueo del nervio alveolar inferior y encontraron que la simulación fue adecuada al observar aspectos como punto de inserción y profundidad, así como precepción de las resistencias de los tejidos durante la inserción. Como podemos ver la realidad virtual puede ofrecer buenas oportunidades a los estudiantes de pregrado y posgrado, siendo una alternativa para la educación en la medida que se popularice y permita su aplicación masiva y no solo se limite al uso en la industria, el marketing o el ocio.

Para la validación del instrumento de evaluación entrevista estructurada, se solicitó la revisión del mismo a dos expertos en el área de la odontología y que participan en el desarrollo de las actividades prácticas en los laboratorios de la facultad, quienes sugirieron adicionar tres

preguntas a la entrevista estructurada e incluir la valoración de la percepción de los docentes. Para este trabajo de investigación se tendrán en cuenta la inclusión de las preguntas, pero se considera que incluir la perspectiva del docente forma parte otra etapa de este trabajo.

Una de las limitantes de este trabajo que a la vez se convirtió en un reto fue el que inicialmente se diseñó con la inclusión de simuladores hápticos para evaluar la aplicación de la RV en la adquisición de habilidades motoras en estudiantes de odontología, pero dado el alto costo de estos equipos y la dificultad en la consecución de los mismos fue necesario adaptar otro tipo de herramienta tecnológica como recurso de aprendizaje.

REFERENCIAS

Al-Saud LM, Mushtaq F, Allsop MJ et al (2017). Feedback and motor skill acquisition using a haptic dental simulator. *Eur J Dent Educ* 21(4):240–247.

Añorve M (1991). La fiabilidad en la entrevista: la entrevista semi estructurada y estructurada, un recurso de la encuesta. *Investigación bibliotecológica*. 5(10) 29-37. Tomado de <http://rev-ib.unam.mx/ib/index.php/ib/article/view/3793>

Beltrán R, Ikeda M. (2004) Taxonomía de competencias en educación odontológica. *Revista Estomatológica Herediana*. 14 (1-2), 107 – 111.

Castillo J (2017). La realidad virtual y a realidad aumentada en el proceso del marketing. *Revista de Dirección y Administración de Empresas*. Número 24, 55-229.

Churches Andrew. Taxonomía de Bloom para la era digital. Recuperado de <http://edorigami.wikispaces.com>

Correa CG, Machado MAAM, Ranzini E et al. (2017) Virtual reality simulator for dental anesthesia training in the inferior alveolar nerve block. *J Appl Oral Sci* 25(4):357–366.

Decreto de competencias en odontología. Recuperado de <http://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=1906526>.

Díaz Barriga, F., Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. 2da. Ed. México: McGraw Hill. Recuperado de: <https://buo.org.mx/assets/diaz-barriga%2C---estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf>

Duta, M et al (2011). An Overview of Virtual and Augmented Reality in Dental Education. *Oral Health Dental Materials*. 10(1) 42-49.

Escarpin, ER (2000). La realidad virtual, una tecnología educativa a nuestro alcance. *Revista de medios y educación*. 15, 5-21.

Espejo-Trung LC, Elian SN, Luz MA (2015). Development and application of a new learning object for teaching operative dentistry using augmented reality. *J Dent Educ* 79(11):1356–1362.

Eve EJ, Koo S, Alshihri AA (2014) Performance of dental students versus prosthodontics residents on a 3D immersive haptic simulator. *J Dent Educ*. 78(4):630–637

Galdeano Bienzobas, Carlos, & Valiente Barderas, Antonio. (2010). Competencias profesionales. *Educación química*, 21(1), 28-32. Recuperado en 04 de noviembre de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2010000100004&lng=es&tlng=es.

García T (2008) Técnicas conversacionales para la recogida de datos en investigación cualitativa: La entrevista (I). Nure Investigación. Academia.edu

Glejzer C. (2017). *Las bases biológicas del aprendizaje*. Buenos Aires. Editorial de la facultad de filosofía y letras de la Universidad de Buenos Aires. 3ra edición. Tomado de http://repositorio.filo.uba.ar/jspui/bitstream/filodigital/4177/1/Las%20bases%20biol%C3%B3gicas%20del%20aprendizaje_interactivo.pdf

Hernández R (2014). *Metodología de la investigación*. México: Edit. Mc Graw Hill Education. 6ta Edición.

Joda T. et al (2019). Augmented and virtual reality in dental medicine: a systematic review. *Comput Biol Med*. 108: 93-100

Kawulich B. (2005). La observación participante como método de recolección de datos. *Forum: Qualitative Social Research* 6(2). Tomado de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/2715>

Llori K, Granizo J. (2020). Determinación de la habilidad manual mediante visión indirecta en la práctica odontológica. Universidad Nacional de Chimborazo. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6581>

Martínez-Ramos C. 2007. Cirugía robótica(I): origen y evolución. Cirugía Mayor Ambulatoria. 12(3). 89-96 http://www.asecma.org/Documentos/Articulos/AE%201_3.pdf

Marshall C & Rossman B. (1989) Designing qualitative research. Newbury Park, CA: Sage. Marshall, Catherine & Rossm

Masterpiece y oculus rift. Tomado de <https://www.oculus.com/experiences/rift/361221470668584/>

Méndez J (2016) Desarrollo de entornos tecnológicos, de ambientes inmersivos, para la innovación en la docencia de la anatomía y la cirugía. Tomado de https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/135457/MID_16_124.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Miller G (1990). The assessment of Clinical Skill. Competence-Performance. Academic Medicine, Vol. 9, N° 65: 63-67

Orjuela J, Estrada J. (2013). Análisis de los discursos de los profesores sobre formación por competencias y su apropiación en el currículo en la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia. Acta Odontológica Colombiana. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/74241>

Ortega A, Casanova I, Pertuz B, Rafael A (2010) Tendencias tecnológicas, simulación en la formación odontológica. *Ciencia Odontológica*. 7(2) 116-128.

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

Parada V. (2015). Estudio exploratorio de simulador de realidad virtual como herramienta educativa odontológica en estudiantes de la Universidad de Chile del sexto semestre año 2014. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/137648>

Peláez, A, Rodríguez J y Ramírez S (2013) La entrevista. Tomado de:
https://www.academia.edu/download/49249014/LA_ENTREVISTA_pdf.pdf

Pérez M. (2019). El diseño de nuevos ambientes de aprendizaje y el debilitamiento de las fronteras de la escuela. *Revista Signos, Lajeado* 40(1). 75-97

Perry S, Bridges SM & Burrow MF. (2015) A review of the use of simulation in dental education. *Simul Healthc.* 10(1):31-7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25574865/>

Resolución Número 125 de diciembre 17 2008. Facultad de odontología de la Universidad Nacional de Colombia.
http://www.odontologia.unal.edu.co/docs/normatividad/resolucion_125_dic2008.pdf

Sánchez G, Cisterna F (2014). La evaluación de los aprendizajes orientada al desarrollo de competencias en Odontología. *Educación Médica Superior.* 28(1):104-114.

Spielman A, Fulmer T, Eisenberg E, Alfano M. (2005). Dentistry, Nursing, and Medicine: A Comparison of Core Competencies. *Journal of Dental Education.* 69(11): 1257-1251

Supo J. (2013). Como validar un instrumento. Tomado de www.validaciondeinstrumentos.com

Tobón S. (2013). *Formación integral y competencias: pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación.* Colombia: ECOE ediciones.

Tünnermann C (1996). La educación superior en el umbral del siglo XXI. *CRESALC/UNESCO, Caracas.*

Vasquez F (2014) Taxonomía psicomotora en el laboratorio mecánico. *Revista Vinculando.* <http://vinculando.org/beta/taxonomia-psicomotora-laboratorio-mecanico.html>

Vigo O. (2013). Polémica alrededor del término competencia. *Revista de investigación y cultura.* 2(1). <https://www.redalyc.org/pdf/5217/521752180014.pdf>

Yip H, Barnes I (1997). Learning in dental education. *Eur J Dent Educ* 1: 54-60

ANEXO 1

FICHA DE ANALISIS BIBLIOGRÁFICO NÚMERO 15			
TIPO DE DOCUMENTO	Investigación Publicada	TÍTULO: Las bases biológicas del aprendizaje.	
	No publicada		
	Tesis		
	Capítulo de libro de libro		
	Artículo de revista		
Capítulo de libro	Artículo de revista		
Memoria Ponencia	Audiovisual		
	Otro: Publicación para fines educativos: UN		
AUTOR/AUTORES Claudio Glejzer, Alejandra Ciccarelli, Adriana Maldonado, Florencia Bulit, Manuela Chomnalez, Carolina Facchinetti, Analía Ricc		AÑO 2017	EDICIÓN 3
EDITORIAL/PAIS Editorial de la facultad de filosofía y letras de la Universidad de Buenos		UBICACIÓN ACTUAL http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital	Nº TOPOGRÁFICO
RESEÑA. Este libro presenta las bases biológicas del aprendizaje e incluye información acerca de la fisiología de las neuronas, el desarrollo del sistema nervioso, los dispositivos del aprendizaje y en el capítulo 10 describe las funciones cerebrales mayores, como son las gnosias, las praxias y el lenguaje.			
Delimitación conceptual Espacial: Latino america			
Temporal:			
Sujetos investigados			
Propósito: Este libro es escrito con el fin de describir las bases biológicas del aprendizaje.			
Estructura del texto: En la primera parte del capítulo 10 presenta las gnosias y su clasificación (simples y complejas), las agnosias con su clasificación (visuales y auditivas), praxias (tipos , organización y aprendizaje de praxias, planificación y ejecución de movimientos) y finalmente las apraxias.			

Metodología de trabajo:		
CITA	PÁGINA	OBSERVACIONES
Se requiere de información visual para localizar el objeto que se desea tomar, las áreas motoras del lóbulo frontal planifican la orden del movimiento y la presión que se realizará sobre el objeto, la medula espinal transmite la información a la mano, las neuronas motoras llevan el mensaje a los músculos del brazo y la mano, al tocar el objeto, los receptores sensoriales de los dedos envían información a la corteza sensorial de que el objeto ya ha sido tomado con la mano, la médula espinal transmite información sensorial al encéfalo, los ganglios basales deciden la fuerza de presión y el cerebelo corrige los errores de movimiento, la corteza sensorial recibió el mensaje de que se tomó el objeto, los ganglios basales producen la cantidad adecuada de fuerza para tomar el objeto, por último el cerebelo regula el tiempo	285	El autor describe cada una de las etapas que se cumplen para llevar a cabo el movimiento.