

RAE

1. TIPO DE DOCUMENTO: Trabajo de grado para optar el título de MAGISTER EN DOCENCIA MEDIADA CON LAS TIC.

2. TÍTULO: La integración curricular de la Realidad Extendida en la práctica odontológica. Un Estado del Arte.

3. AUTOR (ES): Claudia Marley Leguízamo Vacca

4. LUGAR: Bogotá D.C.

5. FECHA: Mayo de 2022

6. PALABRAS CLAVES: “Competencias clínicas”, “Praxias”, “Realidad Virtual”, “Realidad Aumentada”, “Realidad Mixta”, “Currículo”, “Integración curricular”, “dental education”, “preclinical training”, “dental simulator”.

7. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO: Este trabajo tiene como objetivo general definir las categorías conceptuales y los principios metodológicos para la integración curricular de la realidad extendida en la práctica odontológica. La revisión de los antecedentes incluye competencias en educación y competencias para la formación del odontólogo, praxias y Realidad Extendida, haciendo una descripción de las tecnologías inmersivas como: Realidad Virtual, Realidad Aumentada y Realidad MIXta, de igual manera, se aborda el currículo y la integración curricular de las TIC. Con la revisión de los artículos seleccionados se presentan cuatro matrices que permitieron realizar la interpretación de los datos y el análisis de los principios metodológicos utilizados en las investigaciones.

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: Estado del Arte.

10. CONCLUSIONES: A través de la revisión de la literatura se evidencia la importancia del uso de las tecnologías inmersivas 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 clínicos que a futuro serán realizados en sus pacientes. Las TIC se consideran una alternativa en los procesos de formación, de ahí que la integración de la Realidad Extendida en los currículos de odontología debe darse a partir de la identificación de los fines educativos propuestos según el plan de estudio, a fin de que sirva como una herramienta que facilite los procesos de enseñanza aprendizaje.

La Integración Curricular de la Realidad Extendida en la Práctica Odontológica. Un Estado del Arte

Claudia Marley Leguízamo Vacca

Trabajo de grado para optar al título de Magister en Docencia Mediada por TIC

Asesor: Miller Antonio Pérez Lasprilla, Doctor en Educación



Universidad de San Buenaventura
Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (Bogotá)
Maestría en Docencia Mediada con las TIC
Bogotá DC Colombia
2022

Citar/How to cite (Leguízamo C, 2022)

Referencia/Reference Leguízamo Vacca, C. (2022, May 27). *La Integración Curricular de la Realidad Extendida en la Práctica Odontológica. Un estado del Arte.* [Maestría]. Universidad de San Buenaventura Sede Bogotá.



Maestría en Docencia Mediada con las TIC), 2022.

Grupo de Investigación en Tendencias Actuales en Educación y Pedagogía -TAEPE. (Bogotá)

Línea de investigación en Educación y tecnologías de la Información y la Comunicación. (Bogotá)



Biblioteca Digital (Repositorio)
www.bibliotecadigital.usb.edu.co

Bibliotecas Universidad de San Buenaventura

Biblioteca Fray Alberto Montealegre O.F.M. - Bogotá.

Biblioteca Fray Arturo Calle Restrepo O.F.M. - Medellín, Bello, Armenia, Ibagué.

Departamento de Biblioteca - Cali.

Biblioteca Central Fray Antonio de Marchena – Cartagena.

Universidad de San Buenaventura Colombia - www.usb.edu.co

Bogotá - www.usbbog.edu.co

Medellín - www.usbmed.edu.co

Cali - www.usbcali.edu.co

Cartagena - www.usbctg.edu.co

Editorial Bonaventuriana - www.editorialbonaventuriana.usb.edu.co

Revistas científicas – www.revistas.usb.edu.co

TABLA DE CONTENIDO

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	8
1.1. Título del Proyecto:.....	8
1.2. Facultad y Programa en los que se inscribe el Proyecto	8
1.3. Grupo y Línea de Investigación.....	8
1.4. Temática de estudio	8
1.5. Director del proyecto	8
1.6. Estudiante investigador.....	8
2. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	9
2.1. Planteamiento del Problema o Diagnóstico:	9
2.2. Formulación o Pregunta de Investigación.....	11
2.3. Objetivos	11
2.3.1. Objetivo General	11
2.3.2. Objetivos Específicos:.....	12
3. JUSTIFICACIÓN	13
4. MARCO TEÓRICO	15

4.1. Competencias:.....	15
4.2. Competencias para la formación del odontólogo:	17
4.3. Funciones cerebrales superiores	22
4.3.1. Praxias	23
4.3.1.1. Tipos de praxias:.....	24
4.3.1.2. El proceso práxico.	24
4.3.1.3. Partes del cerebro involucradas en planificación y desarrollo de praxias: ...	25
4.3.1.5. Planificación y ejecución de los movimientos:	27
4.4. Realidad extendida (Sistemas de Realidad Virtual, Aumentada y mixta)	28
4.5.1. Realidad virtual.	31
4.5.1.1. Dispositivos empleados en R.V.....	33
4.4.1.3. Tipos de R.V.:.....	34
4.4.2. Realidad Aumentada:	38
4.5 Integración Curricular de las TIC.....	41
5. METODOLOGÍA.....	47
5.1. Diseño:	47
5.2. Propuesta de diseño:	51

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
7. CONCLUSIONES.....	62
8. REFERENCIAS	65
9. ANEXOS	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pirámide de Miller	16
Figura 2 Taxonomía de Blomm.....	19
Figura 3 Anatomía en el proceso práctico.....	25
Figura 4 Oculus Quest 2.....	32
Figura 5 Uso de dispositivos hápticos	35
Figura 6 Esquema de diseño metodológico.....	47
Figura 7 Búsqueda inicial de artículos	50
Figura 8 Distribución de artículos según enfoque curricular	56
Figura 9 Aplicación de XR por áreas de odontología	57
Figura 10 Distribución de artículos por nivel de formación de participantes	58

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Criterios de búsqueda	48
Tabla 2 Reducción de datos.....	52

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1.Título del Proyecto:

La integración curricular de la realidad extendida en la práctica odontológica. Un estado del arte.

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

Facultad de Ciencias Humanas y Sociales.

Programa de Maestría 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

Integración curricular de la realidad extendida en la práctica odontológica. Un estado del arte

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 desarrollarlas 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 que se generó por la pandemia del Covid-19 puso de manifiesto la imposibilidad de desarrollar actividades teórico prácticas tal y como se habían diseñado inicialmente en los currículos y esto hizo que los programas de odontología enfrentaran dificultades que retrasaron el avance de los mismos, lo que a su vez imposibilitó el desempeño clínico ocupacional haciendo que se afectara la formación profesional de los estudiantes.

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 permitió la atención de manera remota. Méndez (2016).

Existen antecedentes de prácticas en las facultades de odontología con el uso de las TIC 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 Extendida (XR). Como lo menciona Perry (2000), a finales de la década de los ochenta 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 extendida 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 los principios metodológicos que se deben considerar para la integración curricular de la realidad extendida en la práctica odontológica?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo General

Analizar los principios teóricos y metodológicos que permiten la integración curricular de la realidad extendida en la práctica odontológica.

2.3.2. Objetivos Específicos:

1. Identificar cuáles son los referentes teóricos que fundamentan la aplicación de la realidad extendida en la enseñanza de la práctica en odontología.
2. Determinar los principios metodológicos utilizados en la implementación de la realidad extendida en el currículo.
3. Relacionar la praxis y la realidad extendida al interior del currículo en la carrera de odontología.

3. JUSTIFICACIÓN

Los desarrollos tecnológicos de la información y la comunicación han generado una nueva forma de construir 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. La realidad extendida ha demostrado ser una alternativa para la adquisición de tales habilidades especialmente en 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 noventa.

Con la implementación de la realidad extendida en el área pre clínica se les brinda a los estudiantes la posibilidad de poner en acción grupos musculares de manera repetitiva con el fin de desarrollar áreas motrices y sensoriales para la realización y adquisición de actividades especializadas con base en la simulación de casos clínicos reales que les permite la integración y síntesis del conocimiento científico. Las ventajas que traen los desarrollos mencionados previamente le permiten al estudiante recurrir a distintas alternativas que lo preparan para afrontar los retos que trae consigo el ejercicio clínico y por ende para los profesores una forzosa búsqueda de innovadoras formas de enseñanza.

La implementación de herramientas digitales como complemento en el proceso de aprendizaje facilitaría la adquisición de competencias motrices que contribuyen de diversas maneras en el desempeño de la futura práctica clínica lo que 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. En países desarrollados como Estados Unidos, España, Francia, Japón, entre otros la realidad extendida se ha implementado de manera amplia en los programas de odontología para el desarrollo de las praxias, en tanto que en América Latina su uso resulta incipiente y tan solo en México, Perú, Brasil y Chile se ha incluido. En Colombia solo existe un artículo que revisa la inclusión de la Realidad Virtual más no la extendida en los currículos de odontología. Es por esto que este trabajo documental pretende identificar las categorías conceptuales y los principios metodológicos que orienten su implementación en los currículos de odontología.

4. MARCO TEÓRICO

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 deben 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.

4.1. Competencias:

El término competencias tiene múltiples definiciones, así, por ejemplo, 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).

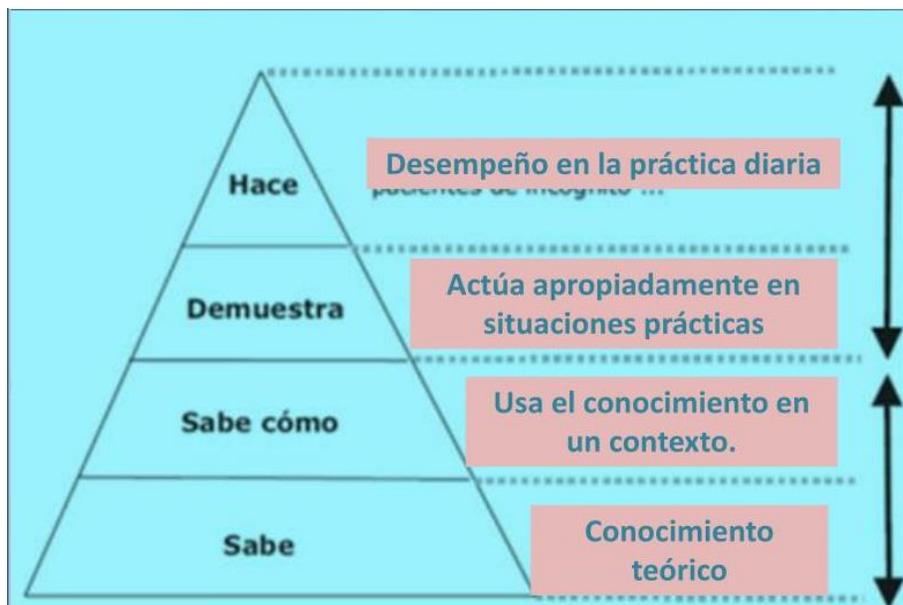
Las competencias en el ámbito educativo pueden clasificarse en: básicas (lectura, escritura y aritmética) que son lo que se espera que manejen las personas de una sociedad aunque con diferencias de dominio; genéricas o transversales para toda la vida, inician en la familia, las continúa la escuela en 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, como lo presentan Tobón (2013) y Galdeano (2010)

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).

Figura 1

Pirámide de Miller.



Nota. Fuente: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1575-18132009000500004&lng=es&tng=es

4.2. 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. (p 55)

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 estas 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), 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. Por último, en el dominio psicomotor encontramos: percepción, predisposición, respuesta guiada, respuesta mecánica y respuesta completa evidente (Fig. 2).

Figura 2

Taxonomía de Bloom



Nota. Fuente: <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, tal como lo señala 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.

Por lo anterior, se puede señalar que las competencias en general se adquieren a través de tres etapas interdependientes, como son: cognitiva (aprendizaje del procedimiento), asociativa (aprender a realizar el procedimiento) y autónoma (automatización del

procedimiento). En teoría de aprendizaje de adultos, el desarrollo de las competencias se da además por una fase de consolidación que incluye un proceso de reflexión sobre la acción que determina la estabilización a largo plazo de la competencia, como lo menciona Serrano (2019). Además, en odontología las fases de educación, autonomía y consolidación se desarrollan dando atención a pacientes reales con los riesgos implícitos para éstos y la ansiedad que se genera en los estudiantes, proceso que es supervisado por profesores, quienes son los responsables de los problemas generados con el desempeño de los estudiantes. Teniendo en cuenta que la adquisición de las competencias en la práctica odontológica incluye el desarrollo de praxias se hace necesario referirse a estas funciones cerebrales superiores.

4.3. Funciones cerebrales superiores

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 sensopercepción, motivación, atención, habituación y memoria son el punto de partida de las funciones cerebrales superiores, es decir las gnosias, 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 como lo señala Glejzer (2017).

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 gnosis 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 gnosis, praxias y lenguaje se estabilizan los estereotipos correspondientes a las percepciones sensoriales, aprendizajes motores o asociación de símbolos con sonidos y significados. Glejzer (2017).

4.3.1. 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.

4.3.1.1. 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 corresponden a la capacidad de realizar un movimiento o gesto simple de manera intencionada. Las ideatorias están relacionadas con la 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. Por último, las constructivistas que involucran la capacidad para llegar a un todo a partir de sus elementos.

4.3.1.2. El proceso práxico.

La ejecución de los procesos prácticos se proponen cinco etapas como lo presenta Gletzer (2017), estas son:

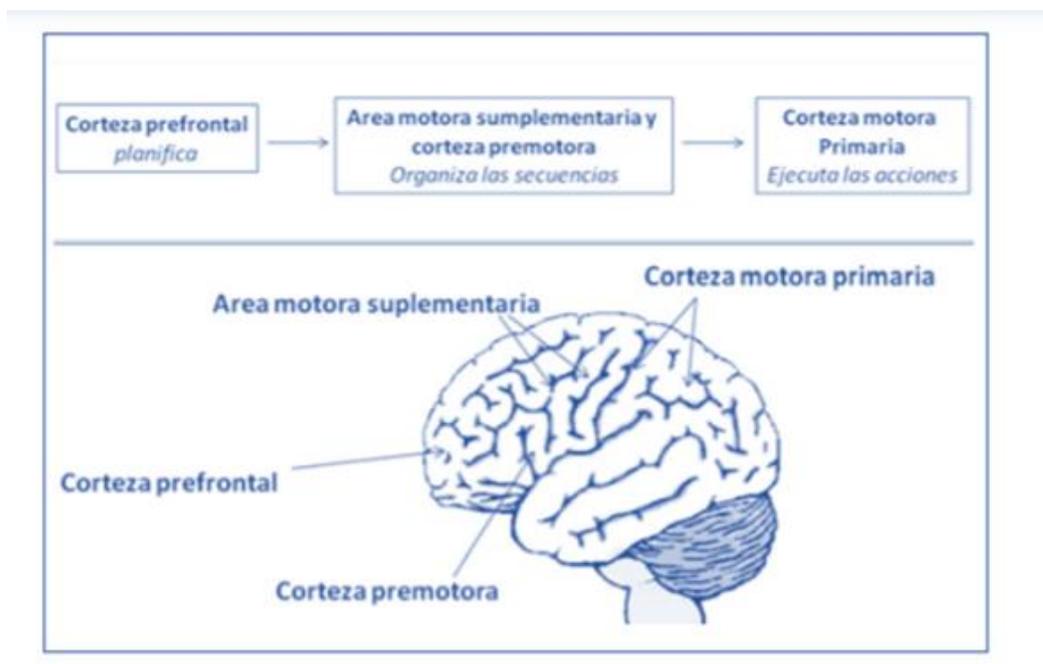
- **Intención:** Como se mencionó previamente es necesario que exista la voluntad de realizar la praxis por parte del sujeto, es decir sin la intención es imposible realizarla.
- **Planificación.** Esta característica permite que el acto motor sea llevado de la manera correcta, pues tiene en cuenta el 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.

4.3.1.3. 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 (Fig. 3).

Figura 3

Anatomía en el Proceso Praxico



Nota. Fuente: Bases biológicas del aprendizaje. pag 284.

4.4.1.4. ¿Cómo funcionan las praxias?: 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).

Para responder a esta pregunta es preciso entender fisiológicamente cómo se genera dicho proceso. 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 reaccionar

a una necesidad por medio de ese movimiento. Al ser una actividad que necesita aprendizaje, debe seguir un proceso para poder hacerlo adecuadamente.

Primero, se enseña el movimiento (lo cual generalmente puede producir 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 considera automatizada (Cicarrelli y Chomnalez, 2017).

4.3.1.5. 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, el primero es el Conexionista clásico de Liepmann, el cual 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. El segundo modelo es el

neurofisiológico de Luria, este modelo describe las diferentes etapas que intervienen en la producción del movimiento.

En ambientes clínicos para el desarrollo de las praxias Tunnerman (1996) menciona que es importante innovar con nuevas tecnologías en el proceso educativos como por ejemplo la introducción de simulación con miras a desarrollar habilidades psicomotoras, es decir por medio del uso de sistemas computacionales los cuales tienen como ventajas el que al realizar la práctica de manera repetida se disminuya la posibilidad de generar efectos adversos en el paciente, permite aprender nuevas formas de contenido y disminuye limitaciones de tipo económico, y ético. Acorde con estos planteamientos, la Comisión para el Cambio y la Innovación de la Asociación Dental Americana para la Educación definió tres metas a lograr en la formación de los odontólogos: cuidado de la salud centrado en el paciente, graduados preparados para el futuro y entornos transformadores de aprendizaje.

Por lo anterior se considera que las tecnologías basadas en realidad aumentada, realidad mixta y realidad virtual abren formas novedosas de enseñanza y desarrollo de habilidades prácticas ya que generan experiencias inmersivas que pueden fomentar la enseñanza y aprendizaje de contenidos prácticos complejos en el programa de odontología.

4.4. Realidad extendida (Sistemas de Realidad Virtual, Aumentada y mixta)

De acuerdo con lo anterior es preciso definir algunos conceptos como son Realidad extendida (XR), realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA). La realidad extendida también denominada Cross Reality es un término general que combina tecnologías y entornos

inmersivos que están aún por crear, es decir combinan el mundo real y el virtual. Este término generalmente se relaciona con la realidad virtual, la realidad aumentada y la realidad mixta pero además incluye conceptos que se vinculan a ellas como el video de 360 grados o que las complementan como lo es la inteligencia artificial. Las tecnologías mencionadas anteriormente se definen por la relación que se genera entre ellas y el entorno.

La Realidad Extendida (XR) incorpora elementos del mundo físico en escenarios virtuales que favorecen los procesos de aprendizaje e incluye la realidad virtual, la realidad aumentada y la realidad mixta, las cuales comparten tres características principales: inmersión, presencia e interacción, aunque utilizan software y hardware diferentes.

Como lo menciona Andrews (2019) los equipos de Realidad Virtual (VR) permiten la inmersión en un mundo virtual mientras que la Realidad aumentada (AR) proyectan objetos en el mundo físico y permite la visibilidad del medio que rodea al individuo, así permiten la creación de diversas experiencias aun cuando el usuario se encuentra en la misma ubicación espacial. Este tipo de tecnologías incluyen controles 3D, entradas de voz, seguimiento de mirada y control gestual de las manos. Los equipos crean nuevas maneras en que los usuarios interactúan con los equipos y cambian radicalmente el paradigma de interacción maquina humano.

La realidad extendida aplicada en la enseñanza de la práctica odontológica ha traído grandes avances tecnológicos, así como la planificación y la ejecución de los procedimientos, al crear entornos que favorecen la práctica en entornos clínicos. Logeswaran (2021) menciona que la realidad extendida en educación puede clasificarse dentro de dos enfoques, uno impulsado por la tecnología y otro impulsado por el alumno, encontrando que sin duda

los resultados son más favorables cuando el desarrollo tecnológico se centra en el alumno al dar relevancia a los enfoques pedagógicos y en cómo se puede utilizar la tecnología para mejorarlos, es decir se centran en el aprendizaje como objetivo primordial y revisan retrospectivamente el mejor método para lograrlo. Así, en entornos donde el alumno puede explorar se mejora la adquisición de conocimientos con este aprendizaje experiencial; con la XR se da a los usuarios la libertad de explorar el conocimiento y los entornos a través de medios que normalmente no les ofrecen los métodos tradicionales. Además, la XR puede favorecer el proceso de aprendizaje colaborativo y mejora la adaptabilidad del alumno y las habilidades de pensamiento crítico ya que permite la participación simultánea e interacción de varios estudiantes en el mundo virtual. 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 Dutta (2011) menciona: 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 y los altos costos hacen que sea inaccesible en gran parte de América Latina

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 (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 interfaz 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.

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. 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.



Nota. Tomado de

<https://encryptedtbn0.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 kinésicos, 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

4.4.1.3. 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.

4.5.1.4. Inclusión de la realidad virtual en los programas de odontología:

De manera rutinaria para la enseñanza de la odontología se utilizan maniqués con modelos para enseñar los procesos y a su vez mejorar la postura corporal y la coordinación ojo mano de los estudiantes, pero uno de los aspectos que son difíciles de explicar de manera verbalizada es el sentido del tacto. Por esto se han incluido en los ejercicios de simulación nuevas tecnologías como los laboratorios virtuales y los sistemas hápticos que mejoran las habilidades motoras, la eficiencia de los estudiantes y reducen los tiempos para el desarrollo de las prácticas. La introducción de la realidad virtual en odontología pretende llenar algunos vacíos en la formación del odontólogo permitiéndole simular casos reales, falta de disponibilidad de tiempo del tutor, limitaciones de los dientes de plástico para simular experiencias realistas y la subjetividad de la evaluación.

Con este referente se introducen la realidad virtual y la realidad aumentada como alternativas para lograr los objetivos de formación de los estudiantes, integrando sistemas para la enseñanza y el aprendizaje y permitiendo la adquisición de habilidades que favorecen la coordinación ojo mano, lo cual facilita la transición de los estudiantes a los entornos

clínicos. Los sistemas de realidad virtual se conciben como herramientas educativas que buscan el autoaprendizaje de los estudiantes y puede definirse como la combinación de múltiples tecnologías que permiten al usuario interactuar en un ambiente virtual en tiempo real. Las dos principales características de la realidad virtual son la inmersión la cual se refiere a la presencia en un ambiente virtual y la interacción que se refiere al uso del poder de modificación en dicho ambiente. Kwon (2017).

En la literatura se encuentran una gran cantidad de artículos que valoran desde diferentes perspectivas el uso de los simuladores en la enseñanza de la odontología. Por ejemplo, Towers (2019) muestra que la forma en que se introduce la realidad virtual y se integra en los planes de estudio es variable y su impacto en la satisfacción de los estudiantes y la progresión es desconocida. Además, resalta que la sinergia entre tutor clínico y la retroalimentación generada por el simulador debe ser explorada más a fondo con el fin de maximizar el valor pedagógico y la utilidad de este recurso al ser incluido en los programas de odontología.

Figura 5

Uso de Dispositivos Hápticos en Odontología.



Nota. Tomado de Doi: 10.1002/jdd.12037

En los últimos veinte años se ha generado una gran transformación en las funciones realizadas por los simuladores, especialmente con la inclusión del componente háptico en ellos. Wang (2015) recopila la evolución de los simuladores utilizados en odontología y destaca el papel que han cumplido las universidades para el desarrollo de estos, labor que ha sido apoyada por la empresa privada. Así, el PerioSim fue desarrollado por la universidad de Illinois en Chicago y permitía simular tres procedimientos periodontales: sondaje, detección de cálculos y remoción de cálculos. Los prototipos I y II de Haptic Technology Enhanced Learning (HapTEL) desarrollados en 2008 y 2010 respectivamente que permitieron incluir procedimientos de preparación cavitaria. El Virtual Dental Patient (VDP) desarrollado por la universidad de Thessaloniki, para el estudio de anatomía dental y para realizar preparaciones cavitarias. El prototipo Virt Dent desarrollado por la Universidad de Ovidius diseñado para realizar preparaciones de coronas cerámicas. La universidad de Beihang, China, desarrollaron dos generaciones del sistema iDental que permitieron realizar procedimientos de preparaciones dentarias, remoción de caries y ejercicios de habilidad bimanual. Posterior al desarrollo de simuladores por laboratorios vinculados con universidades incursionan los que son comercialmente disponibles como El Simodont DentalTrainer fue desarrollado por MOOG Inc. en colaboración con el Centro Académico de Amsterdam y adicional a los procedimientos de los anteriores simuladores permitía la visión indirecta de reflexión con espejo y generar diagnósticos, planes de tratamiento y evaluación. Estas características también fueron generadas por el VOXEL-MAN desarrollado por la Universidad de Hamburgo que proporcionaba entrenamiento en preparación cavitaria modelando diferentes tipos de fresas con el uso de un control de pedal. La incursión del entrenamiento para la enseñanza de la implantología fue generado por VirTeaSy Dental

desarrollado por DIDHAPTIC. La evolución de los simuladores de VR ha buscado incluir aspectos que permitan procedimientos específicos, mejorar los hardware y los controles y los ambientes de realidad virtual.

4.4.2. Realidad Aumentada:

Ivan Edward Sunderland en el año de 1968 diseño un sistema binocular con “efecto de profundidad cinética” y este es el reporte que se tiene de la primera aplicación de Realidad Aumentada. En el año 1991 Tom Caudell de la compañía Boing es quien la define por primera vez. El desarrollo de la Realidad Aumentada se ha dado a la par con el desarrollo tecnológico y el alcance de diversos equipos como se evidencia en la industria de los juegos. Joda (2019) define la Realidad Aumentada como “la tecnología que superpone una imagen generada por computador sobre el mundo real del usuario y esto le proporciona un mundo compuesto” permitiendo la interacción entre el mundo real y objetos virtuales los cuales son obtenidos a partir de escaneo tridimensional que posteriormente le permite diversos usos. Hasta la fecha, la realidad aumentada se ha aplicado en la industria, turismo, marketing, entretenimiento, mantenimiento, arquitectura, educación y en medicina no es una excepción. Para generar un sistema AR exitoso, debe tener algunas funcionalidades esenciales como fuentes de datos reales y virtuales, seguimiento, técnicas de registro, procesamiento de visualización, tipos de visualización, ubicaciones de percepción y mecanismos de retroalimentación.

El auge de la realidad aumentada ha permitido su implementación en el área de la salud tanto como medio diagnóstico como en investigación. En odontología, el uso de medios diagnósticos como la tomografía axial computarizada, la resonancia magnética nuclear y las

arteriografías entre otras permiten la reconstrucción volumétrica y la planificación de procedimientos que mejoran el pronóstico de estos. Kwon (2018) reporta que esta tecnología en los procesos de enseñanza en las facultades de odontología se implementa en áreas como la cirugía oral y maxilofacial, operatoria, odontología restaurativa, implantología, ortodoncia, endodoncia y especialmente en anatomía.

Al tener tecnología más desarrollada, la realidad Aumentada se caracteriza porque permite la inclusión de elementos virtuales en el mundo real, genera más libertad para el usuario y no requiere el uso de dispositivos montados sobre cascos que portan los usuarios. En tanto que la realidad Virtual genera un nuevo mundo al sumergir completamente al usuario en un escenario virtual y requiere de aditamentos que porta el usuario

4.4.3. Realidad Mixta:

Venkatesan (2021) define la Realidad Mixta como la tecnología que se genera al combinar las entradas del usuario y su entorno para crear un entorno inmersivo donde los objetos físicos y virtuales coexisten e interactúan en tiempo real. Estos sistemas presentan tres características: el entorno fusiona objetos del mundo real con objetos del mundo virtual, el usuario puede interactuar con los objetos en tiempo real y existe un mapeo entre los objetos del mundo real y el mundo virtual y se crean interacciones entre ellos. Un ejemplo de esta tecnología sería la superposición de información o modelos 3D en una pantalla montada en la cabeza (HMD).

Además, Venkatesan resalta como los conceptos AR, VR y MR se pueden distinguir en función de tres criterios: inmersión, interacción e información. La inmersión se refiere a la naturaleza de la experiencia del usuario que brinda la tecnología. Aunque la realidad virtual

proporciona una experiencia inmersiva completamente virtual, la realidad aumentada genera una vista del mundo real con información virtual. MR realiza un mapeo espacial entre el mundo real y el virtual en tiempo real. La interacción se refiere a los tipos de interacciones factibles mediante el uso de la tecnología. VR permite interacciones con objetos virtuales y AR permite interacciones con objetos físicos. MR permite interacciones con objetos físicos y virtuales. La información se refiere al tipo de datos que se manejan durante la visualización. En el caso de la RV, el objeto virtual que se muestra se registra en un espacio 3D virtual. AR proporciona una anotación virtual en tiempo real dentro del entorno del usuario. Para MR, el objeto virtual que se muestra se registra en el espacio y el tiempo 3D con una correlación con el entorno del usuario en el mundo real.

Yaning Le (2022) menciona como principal ventaja de la Realidad Mixta sobre la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual el que permite cambiar de un mundo real a un entorno virtual mejorando la representación entre las interacciones, lo cual la posiciona como el método ideal para la visualización de la simulación dental. Al desarrollar un sistema de realidad Mixta que combina un Phantom con un simulador háptico permite a los estudiantes una mejor experiencia de entrenamiento de sus habilidades motrices al simular la posición que eventualmente se va a adquirir con el paciente en los entornos clínicos

Desde la introducción de estos métodos de simulación en los currículos de odontología se afirma que la adquisición de conocimientos se mejora en entornos donde el alumno puede explorar, experimentar y asimilar nueva información en el contexto de lo que ya sabe. La realidad extendida da a los alumnos la libertad de explorar el conocimiento y los entornos a través de medios que normalmente no les ofrecen los métodos tradicionales de enseñanza,

dando la capacidad de ver situaciones a través de diferentes perspectivas que promueven la adquisición de conocimiento y mejoran el pensamiento lateral por la variedad de herramientas de entrada y mecanismos de retroalimentación multimodal (auditivo, visual, táctil, etc.) que permiten al usuario manipular su entorno y responder en consecuencia. Por lo anterior es preciso revisar cómo se da la integración curricular de tecnologías como la realidad extendida en los currículos de las facultades de odontología.

4.5 Integración Curricular de las TIC

Para comprender cómo se ha dado la integración de las TIC en el currículo es preciso revisar algunas definiciones. El término integración es definido por la RAE como “Hacer que alguien o algo pase a formar parte de un todo” o “Completar un todo con las partes que faltaban”. Por otro lado, la palabra currículo etimológicamente proviene del latín *Currere*, que traduce “recorrer un camino”, o “dirección del recorrido con el objetivo de lograr un fin”. Por tal motivo, el concepto currículo está relacionado con la secuencia y realización de las distintas actividades que se proponen en el proceso educativo. Sin embargo y por consecuencia del avance de las ciencias y las tecnologías, los diferentes cambios políticos, sociales y culturales han forjado grandes cambios en el concepto, y a su vez en la aplicación dentro de la educación.

Para Sánchez (2003) Currículo es “una herramienta de trabajo para los docentes en la que se propone aspectos materiales y conceptuales para la práctica educativa, con el fin de facilitar y de aportar soluciones a los diversos problemas. Es un documento teórico de aplicación práctica” y para Román Díez (2000) currículo es “una selección cultural que se

compone de procesos (capacidades y valores), contenidos (formas de saber) y métodos/procedimientos que demanda de la sociedad un momento determinado”. Sánchez (2003) sintetiza que el currículo se caracteriza por ser el conjunto de resultados de aprendizaje, es el engranaje, un todo que involucra los aspectos de enseñanza y aprendizaje y corresponde a los principios y concepciones didácticas que se implementan en la práctica.

El currículo debe incluir el “para qué”, es decir objetivos o competencias y describir el propósito de la asignatura es decir define que se quiere aprender. Por otro lado, “el qué” les corresponde a los contenidos, los cuales se darán a conocer al presentar el programa, a partir de los objetivos se estructura el propósito educativo, así los contenidos pueden ser teóricos o prácticos. Por último, el currículo involucra también “la metodología” que corresponde a la forma como los contenidos serán abordados y se lograrán los objetivos propuestos.

En el Decreto 230 del 2002, Capítulo 1, Artículo 2 el Ministerio de Educación Nacional, define el currículo educativo como el “conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías, y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural nacional, regional y local, incluyendo también los recursos humanos, académicos y físicos para poner en práctica las políticas y llevar a cabo el proyecto educativo institucional”.

De los conceptos anteriores, podríamos decir que la integración curricular de las TIC implica hacer que estas formen parte del currículo, es decir debe darse a partir de unos objetivos de aprendizaje claros que permitan la inclusión de estas como un elemento didáctico que faciliten los fines educativos de forma que su uso responda a necesidades y demandas educativas.

Por lo anterior, existen algunos requerimientos para integrar curricularmente las TIC como los planteados por Sánchez (2003), estos son: una filosofía de partida que valore sus posibilidades didácticas en el proceso educativo en el marco del objetivos de la escuela e insertas en el proyecto educativo, asumir un cambio de rol del profesor y del alumno, que el currículo oriente el uso de las TIC y no que las TIC orienten al currículo, implica una innovación educativa, un uso invisible de las TIC, para hacer visible el Aprender, un cambio desde una concepción centrada en las TIC a una concepción centrada en el aprender con las TIC, la concreción de un proyecto curricular que incorpore las TIC como estrategia de individualización educativa, las habilidades en el uso de las TIC requeridas/desarrolladas deben estar directamente relacionadas con el contenido y las tareas de la clase y tienen que estar unidas a un modelo de aprender lógico y sistemático.

Sanchez (2003) también señala que el currículo puede ser clasificado en currículo oficial, pertinente u operacional, oculto y Nulo. Por otro lado, dentro de los enfoques curriculares encontramos los Enfoques psicologista, academicista, tecnológicos, socio reconstruccionista y dialéctico. Estos destacan las teorías de desarrollo, el conocimiento, la transmisión de contenidos, la didáctica, la infraestructura y los componentes operativos. Por último, el enfoque centrado en la persona considera al ser humano como un sujeto activo, integral poseedor de metas, capaz de adaptarse al medio al que pertenece y con la posibilidad de salir del marco conductual debido a sus habilidades de pensamiento y acción.

4.6.1. Integración curricular de las TIC

En cuanto a la inclusión de las TIC al currículo, Martín y Marchesi (2006) mencionan que existen innumerables posturas de la comunidad internacional y se identifican con tres posturas principales:

1. Aprendiendo sobre las TIC: se refiere a las tecnologías como un contenido de aprendizaje en el currículo escolar e implica la alfabetización informática (o de las TIC en general).
2. Aprendiendo con las TIC: se refiere al uso de las TIC, al incluir multimedia, Internet o la Web, como un medio para mejorar la enseñanza o para reemplazar otros medios, pero sin cambiar los enfoques y los métodos de enseñanza y aprendizaje.
3. Aprendiendo a través de las TIC, que se refiere a la inserción de las TIC como una herramienta esencial en los cursos o en el currículo de tal manera que la enseñanza y el aprendizaje en ese curso o currículo no sea posible sin ella.

La tendencia actual es abordar a las TIC, desde la segunda postura y asume que los sistemas informáticos pueden ayudar a que los estudiantes accedan al conocimiento, y cómo estos pueden apoyar la tarea docente. Por situaciones como la precedente, es que incluir a las TIC al currículo de las instituciones va mucho más allá del simple uso de la computadora y un software, sino que esta inclusión e integración debe estar ligadas con políticas de equidad y por tanto no se trata de correr tras la novedad sino de aprovechar las TIC como ventana de oportunidad para incorporar cambios pedagógicos que favorezcan el mejoramiento del sistema educativo.

4.6.2. Modelos de integración curricular:

Se pueden identificar en la literatura algunos modelos de integración curricular de las TIC, dentro de los cuales se encuentran los siguientes: Modelo TPACK (Technological - Pedagogical - Content – Knowledge), Modelo EAAP, Modelo Fogarty, Modelo J Sánchez, basado en el Modelo Fogarty, Modelo de la fundación Gabriel Piedrahita Uribe (FGPU), Modelo del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la República Argentina. Programa de mejoramiento del sistema educativo (PROMSE) y el modelo centrado en la persona.

Al revisar cada uno de ellos se puede inferir que estos modelos reúnen características que permiten contemplar la integración de la realidad virtual en los currículos de los programas de odontología dentro de las que se destaca la importancia del conocimiento sobre el contenido, la pedagogía y la tecnología permitiendo que los estudiantes aprendan en diferentes contextos y circunstancias y el maestro implemente estrategias metodológicas con el apoyo de la tecnología, es decir, hacer que las TIC sean parte integral del currículum, cuyo uso sea planificado y ejecutado con un fin curricular explícito y con un propósito explícito en el aprender, como lo menciona Sánchez (2003). Lo anterior soportado por políticas institucionales que promulguen por el desarrollo profesional y la actualización de sus profesores.

El proyecto educativo institucional que rige las instituciones de educación debe reflejar la integración curricular de las TIC e involucrar desde el plan de estudios y el desarrollo curricular hasta cada una de las áreas de conocimiento. La infraestructura tecnológica facilita los procesos y debe ser adecuada con estos agilizando la comunicación. Dentro de esta se identifican: Hardware - Software, Conectividad, contenidos digitales y Soporte técnico. Estos

elementos determinan el tipo, la cantidad, la ubicación, las características tecnológicas y el impacto desde lo pedagógico y administrativo. Todo lo anterior resalta que las TIC como alternativa de comunicación e intercambio de información, facilitan el aprendizaje, la investigación y el reconocimiento del otro como persona.

5. METODOLOGÍA

5.1. Diseño:

El diseño metodológico utilizado para la realización de este trabajo fue el Estado del Arte, con un manejo de datos de tipo cuantitativo el cual es definido según Vélez (2003) como una “metodología de investigación documental sobre la cual se recupera y trasciende reflexivamente el conocimiento acumulado sobre determinado objeto de estudio”. Posteriormente se realizó el planteamiento del problema, identificación de antecedentes, formulación de objetivos general y específicos y la pregunta de investigación.

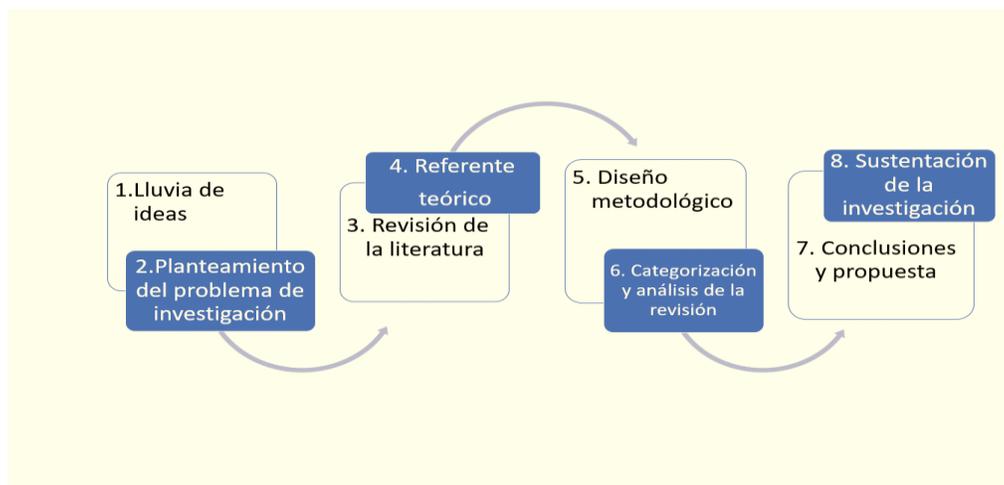
Una vez definidos estos aspectos se determinó elaborar un Estado del Arte que articule las competencias, las praxias, la Realidad extendida y su integración en los currículos en odontología. El referente teórico está compuesto por una revisión de antecedentes y el marco teórico que, a su vez, se constituye por el saber disciplinar y el saber pedagógico. Este referente se construyó a partir de la revisión de la literatura existente relacionada con el uso de la realidad extendida y la práctica odontológica y su relación con la identificación de competencias en los diversos niveles, así como la relevancia que tiene el concepto de praxias. (Figura 6).

Según la revisión de los aspectos metodológicos este trabajo de investigación se clasifica en el paradigma interpretativo/naturalista, por la manipulación de variables se considera no experimental. 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

Figura 6

Esquema del Diseño Metodológico.



Nota. Fuente: Creación propia

Para definir los criterios de selección de los artículos se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Población: En la revisión se incluyen artículos con estudiantes de pregrado y posgrado inscritos en cualquier programa de educación en odontología.
- Intervención: Métodos enseñanza, integración curricular y evaluación de simulación virtual que incluyen, entre otros, VR, AR y XR.
- Resultados primarios (O): incluyen las competencias clínicas medidas antes o después de la intervención representadas en el conocimiento y las habilidades manuales de los alumnos. Los resultados secundarios incluyeron las percepciones de estudiantes y educadores sobre los diseños de realidad extendida.

- Comparación (C): Se tiene en cuenta para la generación de las conclusiones y no es un elemento obligatorio para incluir un estudio en esta revisión.

Se tomaron en cuenta artículos producto de investigación, en texto completo disponibles en idioma español e inglés. Por otra parte, los criterios de inclusión tenidos en cuenta para este trabajo fueron: Estudios experimentales, transversales y longitudinales, estudios de casos y controles y estudios retrospectivos. La búsqueda se limitó solamente desde enero de 2016 a la fecha porque se encontró gran cantidad de literatura sobre el tema y los últimos artículos resumen de manera clara los resultados de las investigaciones previas. No se limitó espacialmente porque en el medio latinoamericano son pocos los estudios encontrados . Como criterios de exclusión se establecieron artículos publicados en idiomas distintos a inglés y español y literatura sin acceso a texto completo.

Inicialmente la revisión se llevó a cabo utilizando las siguientes bases de datos: PubMed, ScienceDirect, Medline, Ebsco, SciELO y Google Académico, pero debido a la gran cantidad de información que se encuentra sobre el tema, en este trabajo se utilizó PubMed. Los términos utilizados para realizar la búsqueda fueron: “praxias” “competencias clínicas” “virtual reality”, “augmented reality”, “extended reality”, “dental education”, “preclinical training”, “dental simulator”, “haptic technology” “currículo”. 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 (Tabla 1).

Al realizar la revisión sobre Realidad Virtual con las palabras claves en PubMed se encontraron 5.488 artículos, al incluir los criterios definidos previamente este número se

redujo a 123 y luego de realizar la lectura de los resúmenes se encontraron 16 artículos que cumplieran con los criterios de inclusión definidos en el presente trabajo.

Tabla 1

Criterios de búsqueda

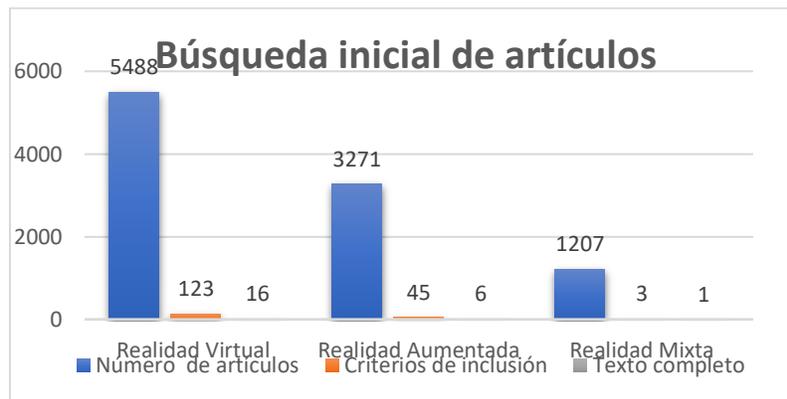
Criterio	Descripción
Materia	Realidad Extendida
Fecha de publicación	2016 a 2022
Tipos de fuentes	Publicaciones académicas
Bases de Datos	PubMed
Palabras claves	“praxias” “competencias clínicas” “virtual reality”, “augmented reality”, “extended reality”, “dental education”, “preclinical training”, “dental simulator”, “haptic technology” “currículo”.
Idiomas	Inglés y Español
Editores	Elsevier b.v.y springer nature.

Al realizar la búsqueda enfocada en Realidad Aumentada se encontraron 3271 artículos, al seleccionar los criterios de inclusión se registraron 2612 resultados. Al limitar la búsqueda con las palabras “and dental education” la búsqueda se redujo a 45 artículos y este número se concentró a 6 cuando se limitó solo a los que tenían acceso a texto completo. Se excluyeron 29 artículos porque correspondían a revisiones sistemáticas, revisiones de la literatura, relacionados con medicina y no correspondían por el tiempo de publicación. Es decir, se realizó la lectura y se incluyeron en el análisis de la información seis artículos. Por otro lado, al generar la búsqueda en Pub Med, cuando se digitaron las palabras Extended reality aparecieron 1207, al agregar las palabras “and dental education” la búsqueda se redujo a 3 artículos de los cuales uno no correspondía con la temática de la búsqueda, el segundo

describía el uso de la realidad extendida para el control de la ansiedad en pacientes que asisten a la consulta odontológica y el tercero que fue el que se incluyó relacionaba el uso de realidad mixta y simuladores hápticos. La figura 7 resume con una gráfica de barras el proceso de depuración de la información utilizada para el presente trabajo.

Figura 7

Búsqueda Inicial de Artículos.



Nota. Fuente: Creación propia.

5.2. Propuesta de diseño:

De acuerdo con la revisión teórica y los antecedentes, se desarrollaron las siguientes fases de investigación:

- Fase 1: Revisión de la literatura sobre el uso de la realidad extendida para la enseñanza de la práctica odontológica y la integración curricular de la realidad virtual en los programas de pregrado de odontología.
- Fase 2: Análisis de la información suministrada
- Fase 3: Interpretación de la información suministrada y generación de conclusiones

A partir de la lectura de los textos seleccionados se elaboraron cuatro matrices que permitieron organizar la información; estas se presentan como anexos de este trabajo de la siguiente manera:

- **Anexo 1:** Matriz de recopilación de artículos: Esta matriz permitió organizar la información inicial: Título, autor(es), año, revista, idioma, palabras claves y DOI. Al incluir las palabras claves estas se relacionaron con el objetivo general, lo cual permitió seleccionar 23 artículos que aportaron información para dar solución al interrogante planteado y soportar las categorías conceptuales seleccionadas.

Anexo 1. Matriz de recopilación de artículos

Título	Año	Autor	Revista	Idioma	Palabras claves	DOI

- **Anexo 2:** Matriz de caracterización: Con esta matriz se dio un mayor análisis a la información. Los campos que se incluyeron fueron: título, Software seleccionado, número de participantes, criterio evaluado, resultado obtenido y análisis de resultados.

Anexo 2. Matriz de caracterización

Artículos y autores	Software seleccionado	Número de participantes	Criterio evaluado	Resultado obtenido	Análisis de resultados

La lectura de los artículos seleccionados permitió realizar un análisis detallado que llevó a la reducción de datos, para esto se elaboró una tabla en la que se plasmaron las categorías, subcategorías y las palabras claves (Tabla 2).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados se realizó teniendo en cuenta las categorías conceptuales desarrolladas en el marco teórico y las extraídas de la lectura de los artículos seleccionados en esta revisión. Al realizar el análisis de los 23 artículos se identificó que en un 62 % de las investigaciones consultadas los referentes teóricos que orientan la integración curricular de la Realidad extendida en la práctica odontológica se enmarcan en el desarrollo de competencias profesionales como requisito previo a los escenarios clínicos. Este concepto va en concordancia con lo planteado por Sánchez (2014), quien expone que es posible desarrollar las competencias procedimentales una vez se integran las competencias conceptuales que hacen referencia a hechos, conceptos y principios y a su vez estas permiten el desarrollo de las competencias actitudinales. Esta interpretación se corrobora en uno de los textos analizados, Serrano (2020) quien menciona que el desarrollo de estas competencias se da además por una fase de consolidación que incluye un proceso de reflexión sobre la acción y que determina la estabilización a largo plazo de la competencia.

Además, la revisión arrojó que en un 95 % de los artículos se valora la acción de los procedimientos a partir del uso de las tecnologías inmersivas. Gletzer (2017) desglosa el proceso práctico en unas etapas que involucran antes de la acción la ideación, planificación, programación y ejecución y como estas llevan a la acción. Así, autores como Junk y col (2018) resaltan que la simulación es especialmente útil para aplicar en el campo preclínico puesto que favorece la ejecución de procedimientos que involucran la motricidad fina, los cuales realizados de manera repetitiva permiten el desarrollo de habilidades procedimentales.

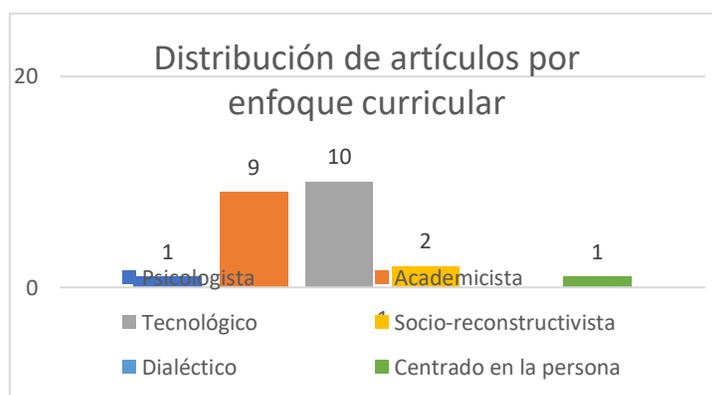
No obstante, se encuentra que solo un 30% de los artículos hacen referencia al currículo, esto nos permite observar que se olvida que la integración de las TIC al currículo se constituye en un imperativo que favorece la adaptación de los estudiantes a los entornos clínicos y facilitan el desarrollo de habilidades de pensamiento acorde con los objetivos de aprendizaje propuestos como lo menciona Sánchez (2003). Acorde con esto Marín (2019) muestra que la integración de la RV como estrategia de formación integrada en el currículo genera sinergia entre los conocimientos teóricos necesarios para comprender los procedimientos clínicos y desarrollar habilidades para la práctica, para lo cual las instituciones deben adoptar nuevos enfoques que garanticen la inclusión de las TIC dentro del currículo.

El análisis de los principios del diseño metodológico empleado en las investigaciones mostró que la selección de los participantes de los estudios revisados correspondía en un 70% a estudiantes inscritos en los programas de pregrado de las universidades en las que se realizaban dichas investigaciones con asignación aleatoria y en pocas ocasiones (20%) se realizaban invitaciones para participar a profesionales no inscritos en los programas. Por otro lado, en un 60% los estudios fueron de corte cualitativo y en un 40% cuantitativo. En estos estudios distribuyeron a los participantes en un 30% en un único grupo en los que se valoró el desempeño individual, en un 40% dos grupos donde uno era el grupo control y el otro el experimental; en estos, luego de aplicar la variable se pudo comparar y realizar el análisis de los resultados, de manera que un 20 % se realizó con tres grupos y solo un 10% incluyó cuatro grupos de estudio. Por su parte, el análisis estadístico se realizó principalmente con prueba de Wilcoxon, ANOVA, Kappa y Kruskal Wallis acorde con las características de cada uno de ellos.

Por otro lado, en la revisión de los artículos se encontró que prevalecen dos enfoques curriculares, que corresponden al tecnológico y el academicista, y en menor proporción se ubican los enfoques curriculares centrados en la persona y el psicologista. En contraste no se evidencia la inclusión de los enfoques socio-reconstruivista y dialéctico. Lo anterior da cuenta que estos estudios sobre Realidad Virtual y Realidad Aumentada utilizan las TIC como herramientas esenciales en los cursos o en el currículo de tal manera que la enseñanza y el aprendizaje no son posible sin ella, es decir, el uso que se les da es el que corresponde al enfoque de “aprendiendo a través de las TIC, según la clasificación de Martin y Marchesi (2006) (Figura 8). Además, los resultados obtenidos muestran que en un cuarenta y cinco por ciento (45%) de los trabajos revisados prevalece el enfoque curricular de tendencia tecnocéntrica y en menor proporción (40%) académica.

Figura 8

Distribución de los Artículos Según el Enfoque Curricular



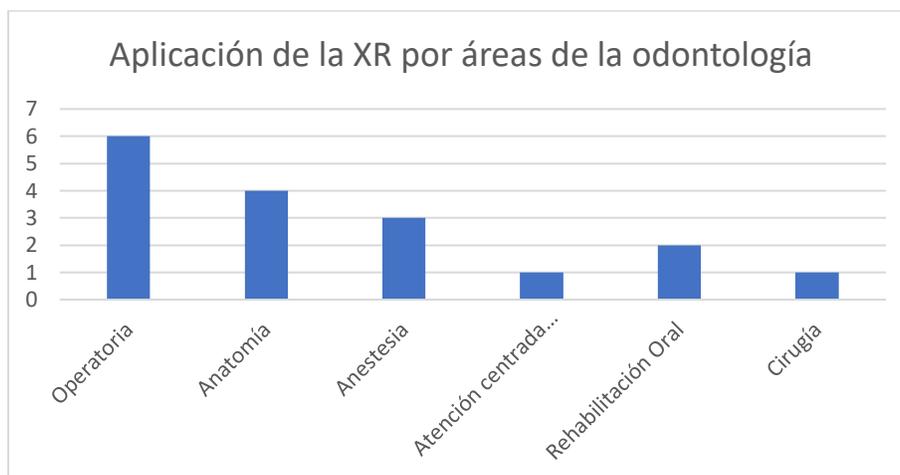
Nota. Fuente: Creación propia

Si bien todas las áreas clínicas de la odontología pueden ser enseñadas a través de la XR, las que con mayor frecuencia se reportan en esta revisión son la enseñanza de operatoria,

anatomía y anestesia, seguida por la adquisición de habilidades en rehabilitación oral y en menor proporción áreas como la atención centrada en el paciente y cirugía. (Figura 9)

Figura 9

Aplicación de la XR por Áreas de la Odontología.



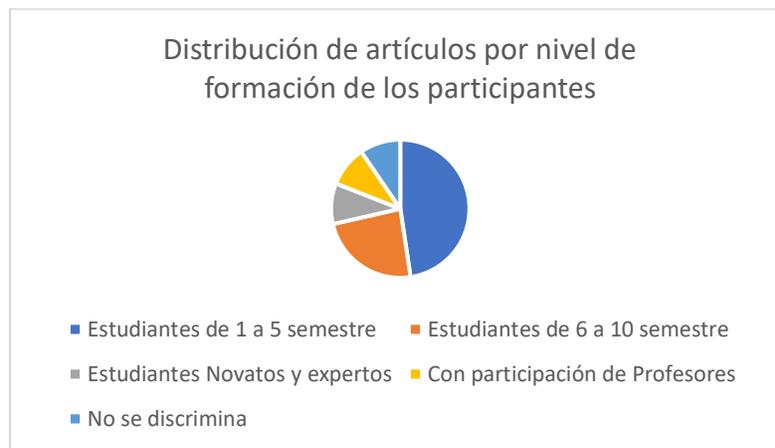
Nota. Fuente: Creación propia

Así mismo, el análisis del *corpus* señala que en las prácticas de simulación analógica para los instructores resulta complejo observar el desempeño de cada alumno y proporcionar una retroalimentación adecuada al momento de realizar la práctica, especialmente cuando se tiene un gran número de estudiantes como lo refiere Sabalic (2017). Sin embargo, la inclusión de la XR y en especial de la realidad virtual, ha permitido centrar la atención en los sistemas de evaluación que generan los simuladores ya que estos se caracterizan por ser estandarizados, con resultados inmediatos, y se diferencian de los métodos tradicionales en los cuales no existen las discrepancias de criterios que generalmente se evidencian con los expertos que supervisan y evalúan los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Esta conclusión es apoyada por los estudios de Al-Saud (2016) y Dixon (2020).

Así mismo, al analizar la aplicación de la tecnología de Realidad extendida, de acuerdo con el nivel de formación de los participantes, se pudo evidenciar que mayoritariamente (en un 47%) se utiliza en los primeros niveles de formación (1 a 5 semestre). Este resultado muestra que se busca generar el desarrollo de habilidades sociales y motrices y un aumento de confianza de los estudiantes antes de enfrentarse al medio clínico. En un segundo lugar se implementa en estudiantes de 6 a 10 semestre, y en menor proporción, en estudios que comparan estudiantes novatos y expertos, que incluye la participación de profesores. Por último, se muestran estudios en los cuales no se especifica el grado de formación de los participantes. (Fig. 10)

Figura 10

Distribución de Artículos por Nivel de Formación de los Participantes.



Nota. Fuente: Creación propia

En cuanto al efecto sobre el uso de aplicaciones de realidad extendida, autores como Espejo et al (2015) observaron que con ellos se genera un efecto positivo en todos los participantes. Por ejemplo, Murbay (2020) encontró que los estudiantes que recibieron entrenamiento con el simulador obtuvieron resultados satisfactorios, y por esa razón los considera un complemento en los programas de pregrado en odontología, especialmente para quienes

requieren un refuerzo en el desarrollo de sus habilidades. Además, como lo reportan Mladerovic (2020), Correa et al (2017) y Giménez (2016) el entrenamiento con simuladores aporta seguridad a los estudiantes al enfrentarse posteriormente a situaciones clínicas estresantes.

Así mismo, Vincent (2020) resalta la complementariedad de la técnica convencional y la realidad virtual en el proceso de aprendizaje práctico en los estudiantes de odontología. Dado que el desarrollo de las competencias para la adquisición de las praxias en odontología requiere que se puedan realizar múltiples repeticiones de un mismo procedimiento, el uso de la RV facilita dicho proceso, como lo muestra Bravo (2020). Además, la implementación de la RV permite a los estudiantes desarrollar habilidades y afianzar conocimientos como lo concluye Heesuck (2018), en estas habilidades prácticas se muestran diferencias estadísticamente significativas entre usuarios novatos y expertos como lo señala Mirghani (2017)

Es decir, la realidad virtual puede ofrecer excelentes oportunidades a los estudiantes de pregrado y posgrado, convirtiéndose en una alternativa para la práctica odontológica 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. Además, puede considerarse como una herramienta útil para lograr un conjunto de resultados de aprendizaje al ser implementada e integrada dentro del plan de estudios acorde con el enfoque pedagógico de la institución.

Por otro lado, el grado de aceptación que los estudiantes y los profesores tienen sobre el uso de nueva tecnología dentro de los currículos es otro aspecto importante de evaluar. Bravo (2020) incorpora el “modelo UTAUT” que evalúa la intención conductual (expectativa de

rendimiento, expectativa de esfuerzo y la influencia social) y las condiciones facilitadoras (el género, la edad, la experiencia y la voluntariedad de uso). Por su parte, Coro Montanet (2017), muestra que existe una relación inversa entre las variables edad y facilidad de manejo del simulador, por lo que se indica la necesidad de formar al profesorado en el manejo de la tecnología y en la introducción de métodos didácticos innovadores para el mejor aprovechamiento de las oportunidades básicas y adicionales que ofrece el simulador. En ese sentido, los resultados del estudio de Lieberman (2020) apoyan la inclusión de la RV en los currículos de odontología para la enseñanza de la morfología oral.

Al respecto, Joda (2019) destaca que los sistemas AR/VR exitosos se basan en funciones estrechamente relacionadas, tales como fuentes de datos reales y virtuales, seguimiento, técnicas de registro, procesamiento de visualización, ubicaciones de percepción y mecanismos de retroalimentación. Así, se destacan otras ventajas con la implementación de la RV y la RA como la orientación para el uso de instrumentos acordes con cada procedimiento, lo cual permite un manejo adecuado de la ergonomía, el desarrollo de habilidades motoras, la estandarización de procesos de evaluación, la generación de procesos autoevaluativos sin supervisión, la percepción estudiantil positiva ante el uso de nueva tecnología, en especial para alumnos de primeros años, y la posibilidad de realizar muchas horas de práctica antes de enfrentarse al medio clínico, como lo señala Haji (2021).

No obstante, la implementación de la Realidad Extendida presenta algunas desventajas. Por ejemplo, Yaning (2021) relaciona algunas con el hardware (deficiencia en la resolución de la pantalla, ausencia de apoyo físico estable para los dedos que resulta de gran importancia en las operaciones dentales, imposibilidad de realizar un entrenamiento de trabajo bimanual)

y otras con el software (la fuerza manual generada en los procedimientos no se corresponde con la que se genera en los pacientes). Por su parte, Wang (2016) refuerza este argumento mencionando que existen simuladores que presentan un escenario único de trabajo y no da la oportunidad de integrar más de una función para el desarrollo de habilidades.

Así mismo, Tadatsugu (2021) menciona como desventajas de la Realidad extendida el balance costo beneficio, problemas que son específicos de las primeras tecnologías, tales como la variación en la precisión, retraso de la imagen, baja resolución de la imagen, bajo brillo y contraste, reinscripción y recalibración, costos de instalación, adaptación al flujo de trabajo de la sala de operaciones, capacitación del personal, y barreras de uso de los equipos por la poca capacitación de manejo, Otro de las limitaciones de esta tecnología son los desafíos éticos (privacidad, seguridad electrónica, implicaciones legales, etc.) asociados con el uso de entornos virtuales, especialmente en la recopilación de información personal a través de la web mediante sensores portátiles. Por último, Haji (2021) señala como desventaja de la XR la producción permanente de software por el continuo desarrollo tecnológico que a su vez genera la desactualización de los dispositivos.

7.CONCLUSIONES

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 extendida 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 y aumentar la motivación y el interés del estudiante al lograr la aprehensión de competencias digitales, que son tan necesarias en la actualidad. La inclusión de tecnología de Realidad Extendida 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 produce al unir la pedagogía y la 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.

Resulta trascendente determinar el tipo de competencias que pueden ser desarrolladas por los estudiantes de odontología mediante la implementación de la realidad extendida, 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 (1990) dado que cobran **importancia vertebral** en el trabajo de investigación propuesto como se presentó en el marco teórico. 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.

Tal como se demostró en el marco teórico y la revisión de antecedentes, 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 que incluyen el uso de la realidad extendida 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 potencial aplicación en el desarrollo de competencias y habilidades psicomotrices que permiten aumentar la seguridad en los procedimientos que se realizan en los pacientes.

Así, 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.

La retroalimentación se identifica como la característica más importante en la simulación computarizada pero dentro de los aspectos poco definidos están en qué modelo y dosis se debe generar esta retroalimentación, cómo medir la calidad de los comentarios y la adaptación de la retroalimentación al objetivo educativo. Se ha evidenciado que la práctica repetitiva resulta esencial porque en la medida en que se realicen repeticiones se fijan o consolidan los conceptos y las habilidades, de modo que el aprendizaje es directamente proporcional al número de repeticiones, no obstante, aún no se ha podido determinar el número adecuado de ellas para que se produzca el efecto deseado.

La integración en el currículo se da al vincular la simulación con otros eventos de aprendizaje y centrarse en los objetivos educativos puesto que es un recurso que complementa la educación clínica, pero aún está por determinarse como deben hacerse dichas combinaciones de modalidades de aprendizaje.

La implementación de la realidad extendida se basa en datos fiables para acciones válidas que están previamente determinadas y diseñadas con base en casos estandarizados o casos tipo, de forma que los resultados de la práctica son presentados de manera inmediata y permiten al estudiante determinar donde se produjeron errores, circunstancia muy distinta a la enseñanza tradicional, en la que si se carece de criterios estandarizados la evaluación se torna subjetiva. Por lo anterior, se sugiere que las investigaciones futuras para la implementación de realidad mixta especialmente con realidad virtual se centren en generar retroalimentación multisensorial, diseñar plataformas ergonómicas de entrenamiento, efectividad con casos lo más cercanos a la realidad y con diseño de métodos de evaluación precisos alimentados por diversidad de situaciones clínicas.

Es decir, la inclusión de los simuladores de realidad extendida en los currículos de odontología debe permitir la valoración de la retroalimentación que estos proporcionan, una práctica repetitiva, fidelidad de la simulación, adquisición y mantenimiento de habilidades, dominio del aprendizaje, transferencia a la práctica, equipo de entrenamiento, pruebas de alto riesgo, formación de los instructores y contexto educacional, de tal manera que permitan utilizar esta tecnología y así obtener el máximo beneficio educativo.

Acorde con lo anterior, puede decirse que la integración curricular de la Realidad extendida en los currículos de odontología debe darse a partir de la identificación de los fines educativos según el plan de estudios y los objetivos propuestos en el programa sobre la base de las conclusiones que se han obtenido en las investigaciones empíricas que se han descrito y analizado en este trabajo.

8. REFERENCIAS

- Al-Saud LM, Mushtaq F, Allsop MJ et al (2016). Feedback and motor skill acquisition using a haptic dental simulator. *Eur J Dent Educ* 21(4):240–247.
- Alonso, C.; Gallego, D. y Honey, P. (2005): Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora, Ediciones Mensajero, Bilbao.
- Andrews C, Southworth MK, Silva JNA, Silva JR (2019). Extended Reality in Medical Practice. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*. Mar 30;21(4):18. doi: 10.1007/s11936-019-0722-7.
- 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.
- Bravo L. , Fernández M, Torres P, Barrios C, Fonseca J, Nistor N. (2020). Psychometric analysis of a measure of acceptance of new technologies (UTAUT), applied to the use of haptic. *Europen Journal of Dental Education*. DOI: 10.1111/eje.12559
- Campos Soto, M. N., Ramos Navas-Parejo, M., & Moreno Guerrero, A.J. (2020). Realidad virtual y motivación en el contexto educativo: Estudio bibliométrico de los últimos veinte años de Scopus. *Alteridad*, 15(1), 47-60.
<https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.0>

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>

Cipresso P, Chicci I, Alcañiz M, Riva G. (2018) The Past, Present, and Future of Virtual and

Augmented Reality Research: A Network and Cluster Analysis of the Literature.

Frontiers in Psychology. Doi: [10.3389/fpsyg.2018.02086](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02086)

Coro Montanet G. (2017). Haptic simulators with virtual reality environments in dental

education: A preliminary teaching diagnosis. *tic revista d innovació educativa*. Doi.

[10.7203/attic.18.9077](https://doi.org/10.7203/attic.18.9077)

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-juriscol.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>

Dixon A, Towers A, Martin N, Fielp J. (2020). Redefining the virtual reality dental simulator

Demonstrating concurrent validity of clinically relevant assessment and feedback.

European Journal of Dental Education. DOI [10.1111/eje.12581](https://doi.org/10.1111/eje.12581).

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.

Fernández, F (2000). Enfoques y modelos curriculares [En línea] recuperado de:

<https://studylib.es/doc/5580652/enfoques-y-modelos-curriculares>.

Fogarty, R. (1993). The mindful school: how to integrate the curricula: Training manual. Palatine,

IL:/Skylint Publishing.

Fundación Piedrahita, MITICA - Modelo para Integrar las TIC al Currículo Escolar . Diciembre

01 de 2008 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](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

qualitativa: La entrevista (I). Nure Investigación. Academia.edu

- Gimenez C, De Andrade M, Machado M, Ranzini E, Tori R, Santos F. (2017). Virtual Reality simulator for dental anesthesia training in the inferior alveolar nerve block. *Journal of Applied oral Science*. 25 (4) 357-366. DOI: 10.1590/1678-7757-2016-0386
- 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
- Gómez Vargas, M., Galeano Higueta, C. y Jaramillo Muñoz, D. A. (julio-diciembre, 2015). El estado del arte: una metodología de investigación. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 6(2), 423-442.
- Haji Z, Arif A, Jamal S, Ghafoor R. (2021). Augmented reality in clinical dental training and education. *J Pak Med Assoc*. 71(Suppl 1)(1):S42-S48. PMID: 33582722
- Hernández R (2014). *Metodología de la investigación*. México: Edit. Mc Graw Hill Education. 6ta Edición.
- Heesuk J, Hyojoon K, Seongyong M. (2018). Virtual reality training simulator for tooth preparation techniques. *Oral Biology Research*. DOI: 10.21851/obr.42.04.201812.235
- Huang ta, Yang C, Hsin Y (2018) Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) applied in dentistr. y. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 34(4) 243-248. Tomado de <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2018.01.009>.

Informe Horizon. 2021. <https://library.educause.edu/-/media/files/library/2021/4/2021hrteachinglearning.pdf?la=en&hash=C9DEC12398593F297CC634409DFF4B8C5A60B>

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>.

Juan C, Alexandruscu L, Folguera F, García I. (2018). A mobile augmented reality system for the learning of Dental morphology. *Digital education.* 30, 234-247

Kim-Berman H, Karl E, Sherbel J, Sytek L, Ramaswamy V. (2019). Validity and User Experience in an Augmented Reality Virtual Tooth Identification Test. *J Dent Educ.* 83(11):1345-1352. doi: 10.21815/JDE.019.139.

Kwon H, Park Y & Han J. (2018): Augmented reality in dentistry: a current perspective, *Acta Odontológica Scandinavica.* DOI: 10.1080/00016357.2018.1441437.

Li Y, Ye H, Wu S, Zhao X, Liu Y, Lv L, Zhang P, Zhang X, Zhou (2022). Mixed Reality and Haptic-Based Dental Simulator for Tooth Preparation: Research, Development, and Preliminary Evaluation *JMIR* 10(1):e30653 doi: 10.2196/30653

Liebermann A. (2020). Virtual education: dental morphologies in a virtual teaching environment. *Journal of Dental Education.* DOI: 10.1002/jdd.12235.

Logeswaran A, Munsch C, Chong YJ, Ralph N, McCrossnan J. (2021). The role of extended reality technology in healthcare education: Towards a learner-centred approach. *Future Healthc J.* Mar;8(1):79-84. doi: 10.7861/fhj.2020-0112.

Liu L, Li J, Yuan S, Wang T, Chu F, Lu X, Hu J, Wang C, Yan B, Wang L. (2018). Evaluating the effectiveness of a preclinical practice of tooth preparation using digital training system: A randomised controlled trial. *European Journal of Dental Education.* DOI: 10.1111/eje.12378. López-Cabrera, C., Hernández-Rivas, E. J., Komabayashi, T., Galindo-Reyes, E. L., Tallabs-López, D., & Cerda-Cristerna, B. I. (2016). Positive influence of a dental anaesthesia simulation model on the perception of learning by Mexican dental students. *European Journal of Dental Education.* 21(4), 42–e147. doi:10.1111/eje.12237.

Llena C, Folguera S, Forner L, Rodríguez-Lozano FJ. Implementation of augmented reality in operative dentistry learning. *Eur J Dent Educ.* 2018 Feb;22(1):e122-e130. doi: 10.1111/eje.12269. Epub 2017 Mar 31. PMID: 28370970

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>.

Martín E, Marchesi U. (2006). Estado del arte y orientaciones estratégicas para la definición de políticas educativas en el sector. Buenos aires, Unesco.

McGaghie (2010) A critical review of simulation-based medical education research: 2003–2009. *Medical Education.* 44: 50–63. DOI: [10.1111/j.1365-2923.2009.03547.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03547.x)

- Mahrous A, Elgreatly A, Qian F, M Phil, Schneider GD (2021). A comparison of pre-clinical instructional technologies: Natural teeth, 3D models, 3D printing, and augmented reality. *Journal of Dental Education*. <https://doi.org/10.1002/jdd.12736>.
- Marin, David J, Christophe A, Nathalie P, Pascal A, Éric Mo, Nguyen T.(2020). Contribution of Haptic Simulation to Analogic Training Environment in Restorative Dentistry. *Journal Dental Education*. DOI: 10.1111/eje.12529
- 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
- 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.
- Ministerio de Educación Nacional. Tomado de <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-162264.html>
- Mirghani, F. Mushtaq, M. J. Allsop, L. M. Al-Saud, N. Tickhill (2017). Capturing differences in dental training using a virtual reality simulator. *European Journal of Dental Education*. DOI: 10.1111/eje.12245.

Mladenovic R, Dakovic D, Pereira L, Matvijenko V, Mladenovic K (2021). Effect of augmented reality simulation on administration of local anaesthesia in pediatric patients. *European Journal of dental education*. 24(3). <https://doi.org/10.1111/eje.12529>

Mladenovic R, Pereira LAP, Mladenovic K, Videnovic N, Bukumiric Z, Mladenovic J. Effectiveness of Augmented Reality Mobile Simulator in Teaching Local Anesthesia of Inferior Alveolar Nerve Block. *J Dent Educ*. 2019 Apr;83(4):423-428. doi: 10.21815/JDE.019.050. Epub 2019 Feb 11. PMID: 30745346

Murbay S, Wen C, Yeung S, Neelakantan P (2020). Evaluation of the introduction of a dental virtual simulator on the performance of undergraduate dental students in the pre-clinical operative dentistry course. *European Journal of Dental Education*. DOI:10.1111/eje.12453

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/>.

Plessas A (2017). Computerized Virtual Reality Simulation in Preclinical Dentistry: Can a Computerized Simulator Replace the Conventional Phantom Heads and Human Instruction? *Simulation in Healthcare*. DOI: 10.1097/SIH.0000000000000250. Ria, S., Cox, M., Quinn, B., San Diego, J., Baker, A., & Woolford, M. (2018). A Scoring System for Assessing Learning Progression of Dental Students' Clinical Skills Using HapticVirtual Workstations. *Journal of Dental Education*, 82(03), 277–285. doi:10.21815/jde.018.028

Roman, M. y Diez, E. (2000). El currículo como desarrollo de procesos cognitivos y afectivos. *Revista enfoques institucionales*. 2(2) Departamento de educación Universidad de Chile. Roy E, Bakr M, George R. (2017). The Need for Virtual Reality Simulators in Dental Education: A Review, *The Saudi Dental Journal* (2017), DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sdentj.2017.02.001>

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

- Sabalic M y Schoener J. (2017). Virtual Reality-Based Technologies in Dental Medicine: Knowledge, Attitudes and Practice Among Students and Practitioners. *Tech Know Learn*. DOI: 10.1007/s10758-017-9305-4
- Sánchez, E. (2008) Despiece Del Currículo Del Sistema Educativo Español, OEI-Revista Iberoamericana de Educación (ISSN:1681-5653), España. Sánchez G, Cisterna F (2014). La evaluación de los aprendizajes orientada al desarrollo de competencias en Odontología. *Educación Médica Superior*. 28(1):104-114.
- Sánchez, J. (2003) Integración curricular de las TICs: conceptos e ideas. Chile. Departamento de ciencias de la computación. Recuperado de <http://maaz.ihmc.us/rid=1LOGPBFN4-KCXT8C-12Q3/Integración%20de%20las%20TICS.pdf>.
- Serrano C. (2019). First experiences with patient-centered training in virtual reality. *Journal of Dental education*. Doi 10.1002/jdd.12037
- 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
- Tadatsugu M, Takaomi K, Hirihito H, Koji H,(2021). XR (Extended Reality: Virtual Reality, Augmented Reality, Mixed Reality) Technology in Spine Medicine: Status Quo and Quo Vadis. *J Clin Med*. 11(2): 470.
- Tisi LJP (2020). Virtualización de los currículos odontológicos en tiempos de COVID-19. *Odovtos-Int J Dent Sc.*;22(3):13-15.
<https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87317.html>

- Tobón S. (2013). *Formación integral y competencias: pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación*. Colombia: ECOE ediciones.
- Towers A. (2019). A scoping review of the use and application of virtual reality in pre-clinical dental education. *British Dental Journal*. 226 (5): 358-366
- 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>
- Vélez Restrepo, O. L., Peláez Jaramillo, G. P. y Gómez Hernández, E. (2003). Estado del arte: semilleros de investigación. (Informe de investigación. Centro de Investigaciones Sociales y Humanas. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Antioquia. Medellín)
- Venkatesan M, Mohan H, Ryan JR, Schürch CM, Nolan GP, Frakes DH, Coskun AF. (2021) Virtual and augmented reality for biomedical applications. *Cell Rep Med*. Jul 21;2(7). doi: 10.1016/j.xcrm.
- Vincent M (2020). Contribution of haptic simulation to analogic training environment in restorative dentistry. *Journal of Dental Education*. 367-376
- Vigo O. (2013). Polémica alrededor del término competencia. *Revista de investigación y cultura*. 2(1). <https://www.redalyc.org/pdf/5217/521752180014.pdf>
- Wang D, Li T, Y. Zhang, J. Hou (2016). Survey on multisensory feedback virtual. *European Journal of Dental Education*. 20 248–260 Doi: 10.1111/eje.12173

Yaning L, Hongqiang Y, Fan Y, Yunsong L, Longwei L, Ping Z, Xiao Z y Yongsheng Z
(2021). The Current Situation and Future Prospects of Simulators in Dental Education.

Journal of medicine internet research. 23(4). Doi 10.2196/23635.

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

Zafar, Sobia; Zachar, Jessica (2020). Evaluation of Augmented Reality Application for
Learning Dental Anatomy as a Novel Educational Tool. *European Journal of Dental
Education*, doi:10.1111/eje.12492

9. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de recopilación de artículos

Título	Año	Autor	Revista	Idioma	Palabras claves	DOI
Redefining the virtual reality dental simulator Demonstrating concurrent validity of clinically relevant assessment and feedback	2021	Jonathan Dixon, Ashley Towers, Nicolas Martin, James Fielp	Eur Journal of Dental Education	Ingles	Assessment dental education, dental student, feedback preclinical skills virtual reality	10.1111/eje.12581
Virtual education: dental morphologies in a virtual teaching environment.	2020	Anja Liebermann	Journal of Dental Education	Ingles	Education, tooth macroscopic morphology, undergraduate students, virtual dental learning environment, virtual reality	10.1002/jdd.12235
Capturing differences in dental training using a virtual reality simulator	2017	Mirghani, F. Mushtaq, M. J. Allsop, L. M. Al- Saud, N. Tickhill,	European Journal of Dental Education	Ingles	Skill assessment; dentistry; undergraduate dental education; virtual reality; sensorimotor skill	10.1111/eje.12245
Feedback and motor skill acquisition using a haptic dental simulator	2016	L. M. Al-Saud F. Mushtaq, M. J. Allsop, P. C. Culmer, I. Mirghani, E. Yates,	European Journal of Dental Education	Ingles	Skill acquisition; dentistry; undergraduate dental education; virtual	10.1111/eje.12214

		A. Keeling, M. A. Mon-Williams and M. Manogue			reality; feedback; motor learning	
Virtual Reality simulator for dental anesthesia training in the inferior alveolar nerve block	2016	Cléber Gimenez Corrêa Maria Aparecida De Andrade Moreira Machado, Edith Ranzini, Romero Tori, Fátima De Lourdes Santos Nunes	Journal of Applied oral Science	Ingles	Dental anesthesia. Mandibular nerve. Simulation training. User-computer interface	10.1590/1678-7757-2016-0386
Evaluation of the introduction of a dental virtual simulator on the performance of undergraduate dental students in the pre-clinical operative dentistry course	2020	Sukhdeep Murbay Jeffrey Wen Wei Chang Shadow Yeung Prasanna Neelakantan	European Journal of Dental Education	Ingles	Dental students, dental virtual simulators, performance of undergraduate, pre-clinical, virtual reality	10.1111/eje.12453
First experiences with patient-centered training in virtual reality	2020	Carlos M. Serrano Paul R. Wesselink Johanna M. Vervoorm	Journal of Dental Education	Ingles	Computer simulation, patient simulation, patient-centered care, patient-centered training, virtual reality	10.1002/jdd.12037

Virtual reality training simulator for tooth preparation techniques	2018	Heesuk Jung Hyojoon Kim Seongyong Moon	Oral Biology Research	Ingles	Dental caries, Dental education, Tooth preparation, Virtual reality	10.21851/obr.42.04.201812.235
Contribution of Haptic Simulation to Analogic Training Environment in Restorative Dentistry	2020	Vincent Marin, Joseph D, Amory C, Paoli N, Ambrosini P, Mortier E, Tran N.	J Dent Educ	Ingles	Dental education, restorative dentistry, preclinical skills, educational technology, simulation, haptics	10.21815/JDE.019.187
Effect of augmented reality simulation on administration of local anaesthesia in paediatric patients	2020	Mladenovic R, Dakovic D, Pereira L, Matvijenko V, Mladenovic C.	Eur J Dent Educ	Ingles	Acute stress, augmented reality, local anaesthesia, paediatric, salivary cortisol, simulator	10.1111/eje.12529
Psychometric analysis of a measure of acceptance of new technologies (UTAUT), applied to the use of haptic virtual simulators in dental students	2020	Bravo L. , Fernández M, Torres P, Barrios C, Fonseca J, Nistor N	Eur J Dent Educ	Ingles	Dental education; haptic simulators; technology acceptance	10.1111/eje.12559

Virtual Reality-Based Technologies in Dental Medicine: Knowledge, Attitudes and Practice Among Students and Practitioners	2017	Sabalic M y Schoener J	Tech Know Learn	Ingles	Virtual reality-based technology Dental simulators, digital impressions, haptic technology, Treatment planning software	10.1007/s10758-017-9305-4
Evaluating the effectiveness of a preclinical practice of tooth preparation using digital training system: A randomised controlled trial	2018	Liu L, Li J, Yuan S, Wang T, Chu F, Lu X, Hu J, Wang C, Yan B, Wang L.	Eur J Dent Educ.	Ingles	Dental education, digital technology, feedback, peer assessment, preclinical practice, self-assessment	10.1111/eje.12378
The need for virtual reality simulators in dental education: A review	2017	Elby Roy, Mahmoud M. Bakr y Roy George	Saudi Dent J.	Ingles	Virtual reality, Dental education, Dental simulators	10.1016/j.sdentj.2017.02.001
Computerized Virtual Reality Simulation in Preclinical Dentistry: Can a Computerized Simulator Replace the Conventional Phantom Heads and Human Instruction?	2017	Anastasios Plessas	Simulation in Healthcare	Ingles	Dental education, faculty, simulation training	10.1097/SIH.0000000000000250
Survey on multisensory feedback virtual reality dental training systems	2016	Wang D, Li T, Y. Zhang, J. Hou	European Journal of	Ingles	Virtual reality; haptic feedback; surgical	10.1111/eje.12173

			Dental Education		simulator; dental training; user study	
Validity and User Experience in an Augmented Reality Virtual Tooth Identification Test	2019	Kim-Berman H, Karl E, Sherbel J, Sytek L, Ramaswamy V.	<i>J Dent Educ.</i>	Inglés	Augmented reality; computer simulation; computer-assisted instruction; educational technology; predoctoral dental education; tooth anatomy; virtual reality	10.21815/JDE.019.139
A comparison of pre-clinical instructional technologies: Natural teeth, 3D models, 3D printing, and augmented reality	2021	Mahrous, A., Elgreatly, A., Qian, F., & Schneider, G. B	J Dent Educ	Inglés	3D models, 3D printing, augmented reality, instructional technology, virtual reality	DOI: 10.1002/jdd.12736
Effect of augmented reality simulation on administration of local anaesthesia in pediatric patients		Mladenovic R , Dakovic D , Pereira L , Matvijenko V , Mladenovic K	European Journal of Dental education	Inglés	Augmented Reality, simulator, local anesthesia, pediatric, acute stress, salivary cortisol	https://doi.org/10.1111/eje.12529
A mobile augmented reality system for the learning of Dental morphology	2016	Juan C, Alexandruscu L, Folguera F, García I.	Digital education	Inglés	Augmented Reality; Mobile Augmented Reality; dental education; dental morphology	

Implementation of augmented reality in operative dentistry learning.	2018	Llena C, Folguera S, Forner L, Rodríguez-Lozano FJ.	Eur J Dent Educ	Inglés	Augmented reality; cavity design; teaching innovation	DOI: 10.1111/eje.12269
Evaluation of HoloHuman augmented reality application as a novel educational tool in dentistry	2020	Zafar, Sobia; Zachar, Jessica	European Journal of Dental Education,	Inglés	anatomy; augmented reality; dental education; dental students	DOI: 10.1111/eje.12492
Effectiveness of Augmented Reality Mobile Simulator in Teaching Local Anesthesia of Inferior Alveolar Nerve Block	2019	Mladenovic R, Pereira LAP, Mladenovic K, Videnovic N, Bukumiric Z, Mladenovic J.	Journal of Dental Education.	Inglés	augmented reality; dental education; educational technology; inferior alveolar nerve block; instructional materials/methods; local anesthesia; mobile simulator; smartphones	DOI: 10.21815/JDE.019.050
A Scoring System for Assessing Learning Progression of Dental Students' Clinical Skills Using Haptic Virtual Workstations.	2018	Ria, S., Cox, M., Quinn, B., San Diego, J., Baker, A., & Woolford, M	Journal of Dental Education	Inglés	Dental education, preclinical education, clinical skills, assessment, educational technology, technology-enhanced learning, simulations,	doi:10.21815/jde.018.028

					haptic technology, haptics	
Positive influence of a dental anaesthesia simulation model on the perception of learning by Mexican dental students	2016	López-Cabrera, C., Hernández-Rivas, E. J., Komabayashi, T., Galindo-Reyes, E. L., Tallabs-López, D., & Cerda-Cristerna,	Journal of Dental Education	Inglés	Dental anaesthesia; dental education; phantom head; simulation; training model	doi: 10.1111/eje.12237
Contribution of Haptic Simulation to Analogic Training Environment in Restorative Dentistry	2020	Vincent Marin, Joseph D, Amory C, Paoli N, Ambrosini P, Mortier E, Tran N.	J Dent Educ	Ingles	Dental education, restorative dentistry, preclinical skills, educational technology, simulation, haptics	10.21815/JDE.019.187

Anexo 2. Matriz de caracterización

Artículos y autores	Software seleccionado	Número de participantes	Criterio evaluado	Resultado obtenido	Análisis de resultados
Redefining the virtual reality dental simulator Demonstrating concurrent	Virteasy Dental Simulator	No se discrimina	Medir la validez concurrente de la evaluación y la retroalimentación cualitativa	Los resultados de este estudio demuestran que es posible proporcionar una retroalimentación cualitativa relevante al utilizar simuladores	Al comparar la evaluación y retroalimentación dada por evaluadores expertos y compararla con la generada por los simuladores hápticos, estos últimos demuestran

validity of clinically relevant assessment and feedback			suministrada tanto por simuladores de VR como por evaluadores expertos.	de VR puesto que la coincidencia de las dos evaluaciones fue de 77,5%.	gran confiabilidad. Se sugiere realizar más ejercicios para desarrollar otras habilidades operatorias.
Virtual education: dental morphologies in a virtual teaching environment.	Programa de VR propio creado por la Universidad	63 estudiantes de primer y segundo semestre	Medir la aceptación de los estudiantes a la enseñanza de la morfología oral con RV	El aprendizaje con ambientes de VR mostró altos niveles de aceptación entre los estudiantes y debe ser integrado como parte del currículo en las facultades de odontología y se sugiere que estos no sean dependientes de tiempo y lugar	La realidad virtual no reemplaza el aprendizaje convencional con los métodos tradicionales de enseñanza aprendizaje donde participan docentes y recursos como libros, pero proporciona la oportunidad de profundizar en el aprendizaje y genera mejores resultados que el uso de ambientes 2D.
Capturing differences in dental training using a virtual reality simulator	Simodont	289	Examinar la sensibilidad de Simodont para identificar las diferencias en la experiencia acordes con el nivel de formación	Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los novatos (1año) y los operadores experimentados (3 o 4 años), pero no diferencias entre los diferentes niveles de operadores expertos	Los simuladores de realidad virtual son cada vez más populares en las escuelas de odontología de todo el mundo. Pero, ¿hasta qué punto estos sistemas reflejan la capacidad dental real? Esta cuestión de la validez de constructo es un paso fundamental que es necesario antes de que estos sistemas pueden integrarse completamente en el plan de estudios de una escuela de odontología.
Feedback and motor skill acquisition using a haptic dental simulator	Simodont VR	63	Investigar cualitativamente el efecto de diferentes tipos de retroalimentación	Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. El grupo que tuvo retroalimentación mixta es decir combinada del simulador y	Se deben revisar las implicaciones del uso e implementación de la realidad virtual en la práctica odontológica. La adquisición y retención de habilidades motoras

			pedagógica sobre la formación, transferencia y retención de habilidades dentales básicas de destreza manual utilizando un simulador dental háptico de realidad virtual (VR).	un experto tuvo mejor desempeño y pocos errores al ser comparado con los grupos de retroalimentación dada por el instructor o por el simulador.	básicas en los novatos se incrementa cuando la retroalimentación combina el simulador y el instructor.
Virtual Reality simulator for dental anesthesia training in the inferior alveolar nerve block	Software de realidad virtual creado por la universidad	26	Mostrar el desarrollo y la validación del simulador de entrenamiento en anestesia para el nervio alveolar inferior.	Se considera que la simulación es satisfactoria para la enseñanza de la anestesia considerando la inserción de la aguja, punto y profundidad de la correcta inserción así como la percepción de la resistencia de los tejidos durante la inserción.	Se sugiere para futuros trabajos la inclusión de imágenes estereoscópicas con percepción volumétrica. Que se pueda rediseñar como un juego que llame la atención a los estudiantes.
Evaluation of the introduction of a dental virtual simulator on the performance of undergraduate dental students in the pre-clinical operative dentistry course	Simodont Dental trainer	32 estudiantes de pregrado	Evaluar el desempeño de estudiantes de pregrado al introducir en el currículo de preclínica un simulador de realidad virtual dentro del módulo de operatoria usando métodos manuales y digitales.	El número de estudiantes que realizaron preparaciones satisfactorias se encontraban en el grupo que utilizó el simulador dentro de su entrenamiento comparado con el grupo que no estaba expuesto.	El uso de la realidad virtual mejora el desempeño de los estudiantes, es decir puede considerarse como complemento en los programas de pregrado y para los estudiantes que requieren reforzar su desempeño práctico.

First experiences with patient-centered training in virtual reality	Simodont	10 estudiantes de cuarto y quinto año	<p>Describir el desarrollo y las primeras experiencias con un módulo de entrenamiento de realidad virtual centrado en el paciente (PC-VR) que permite que los odontólogos puedan preparar, de antemano y en realidad virtual (RV), procedimientos específicos que requieran sus pacientes. Se describen experiencias con esta práctica centrada en el paciente para reflexionar sobre su valor para la formación clínica en odontología.</p>	<p>Se dispuso para la formación modelos virtuales de pacientes reales usando VR. El análisis de las experiencias identificadas se realizó bajo cinco dimensiones que describen las principales características de la realidad virtual centrada en el paciente: valor añadido, desarrollo de competencias (identificación de las necesidades de aprendizaje y entrenamiento, toma de decisiones y entrenamiento), autoeficacia, resultados y espacio para el desarrollo.</p>	<p>Este artículo proporciona una descripción general de las posibilidades y desafíos de la implementación de PC-VR en la educación dental. Aunque los efectos concretos sobre la autoconfianza y el rendimiento de los alumnos aún no se han determinado, todos los participantes agradecieron la oportunidad de explorar situaciones clínicas antes de experimentarlas en el contexto de un paciente real y proporciona una mejor preparación para realizar procedimientos irreversibles, manejo de complicaciones inesperadas y prevenir el generar un posible daño. Además, destaca que a través de la tecnología también se puede lograr seguridad y ética al realizar los procedimientos, evaluar las competencias y cuidar al paciente.</p>
---	----------	---------------------------------------	--	---	---

<p>Virtual reality training simulator for tooth preparation techniques</p>	<p>HTC Vive Pro VR headset (HTC Co. Bellevue,) y Haptic controller (Geomagic touch; 3D Systems, Inc.)</p>	<p>89 estudiantes de pregrado</p>	<p>Investigar la efectividad de la realidad virtual y su aplicabilidad en el campo de la odontología después de aplicar este ambiente de aprendizaje a estudiantes de odontología.</p>	<p>El simulador permite a los estudiantes el conocimiento sobre la preparación dentaria. Existe una limitación de la resolución del dispositivo HMD que si se mejora y complementa posteriormente, será un buen material complementario para la práctica del uso de la RV en la educación preclínica.</p>	<p>El simulador de preparación dentaria con uso de realidad virtual en el campo clínico tiene un gran potencial puesto que genera modelos realistas, entornos adecuados de visión y postura de trabajo para el estudiante así como eficiencia económica.</p>
<p>Contribution of Haptic Simulation to Analogic Training Environment in Restorative Dentistry</p>	<p>Virteasy</p>	<p>88 estudiantes de primer semestre</p>	<p>Evaluar el aporte de la realidad virtual a los ambientes de entrenamiento analógicos y mostrar la complementariedad de la técnica convencional y la realidad virtual en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de odontología.</p>	<p>Los resultados mostraron un mejoramiento de las habilidades al realizar preparaciones en los dos grupos. El grupo que entrenó con simuladores tuvo resultados similares al grupo que entrenó con dientes análogos de plástico. El simulador Háptico permite realizar un seguimiento objetivo de la progresión de los estudiantes novatos y los prepara para enfrentar el medio analógico</p>	<p>En este estudio la realidad virtual permitió una evaluación basada en criterios objetivos y redujo la subjetividad de las evaluaciones realizadas sobre dientes análogos.</p>
<p>Effect of augmented reality</p>	<p>AR simulator</p>	<p>21 estudiantes</p>	<p>Evaluar el impacto de la realidad aumentada</p>	<p>Al utilizar la realidad aumentada se redujo significativamente el</p>	<p>La realidad aumentada puede influir en una mejor manipulación y control</p>

simulation on administration of local anaesthesia in paediatric patients		de cuarto y quinto año	sobre la percepción de aprendizaje y nivel de estrés en estudiantes que administran anestesia local en pacientes pediátricos al relacionarlas con métodos tradicionales de enseñanza	tiempo para la realización de técnicas anestésicas, aunque al valorar el nivel de cortisol antes y después de realizar el procedimiento fue considerablemente significativo para todos los participantes del estudio, sin diferencias entre los dos grupos.	de la anestesia en los estudiantes que van a aplicar su primera inyección a pacientes pediátricos pero no reduce el nivel de estrés que esto genera.
Psychometric analysis of a measure of acceptance of new technologies (UTAUT), applied to the use of haptic virtual simulators in dental students	VirTeaSy Implant Pro	265 estudiantes de odontología de primero, Segundo y tercer año.	Evaluar la calidad psicométrica de un instrumento de aceptación de nuevas tecnologías adaptado del modelo UTAUT, validar la aplicabilidad en odontología del modelo UTAUT y determinar que factores del modelo UTAUT predice la intención medioambiental de usar los simuladores hápticos de realidad virtual.	La escala UTAUT tiene una fiabilidad adecuada y un análisis factorial confirmatorio verificado por la valoración de los cuatro factores. En este sentido, el modelo y cuestionario UTAUT es un enfoque valioso para evaluar la aceptación del simulador virtual háptico en la educación dental	La aplicación de modelos como el desarrollado por Vankatesh en el 2003 permiten valorar condiciones facilitadoras y la intención conductual determinada por la expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo y la influencia social. Variables como el género, la edad, la experiencia y la voluntariedad de uso moderan las relaciones.

<p>Virtual Reality-Based Technologies in Dental Medicine: Knowledge, Attitudes and Practice Among Students and Practitioners</p>		<p>172 estudiantes de pregrado, 42 profesores y 121 respuestas de cuestionario en línea (estudiantes y odontólogos de otros países)</p>	<p>Evaluar el conocimiento, actitudes y práctica de VRBT entre estudiantes y educadores de odontología en una Escuela de odontología europea utilizando un cuestionario en papel y aplicación de encuesta en línea.</p>	<p>Se identificó que la mayoría de los encuestados ve como principal ventaja el que se puedan realizar múltiples repeticiones de un mismo procedimiento, el 7% de los encuestados respondió que no se tenía ninguna ventaja al comprar la RV con las cabezas de phantomas y la principal desventaja que se señala es el costo elevado de los equipos de simulación, adicional a esto el que la mayoría de los equipos se encuentran en etapa de desarrollo y no representan fielmente situaciones reales.</p>	<p>Los estudiantes y educadores de odontología se mostraron con actitudes positivas hacia la implementación de enseñanza basada en realidad virtual (VRBT), pero muy pocos habían utilizado VRBT en la educación y la práctica. Enseñar sobre VRBT como parte de pregrado y programas de educación continua podrían afectar la voluntad de los futuros odontólogos para implementar nuevas tecnologías en la práctica, pero también podría mejorar la evaluación crítica de la nuevas tendencias en odontología.</p>
<p>Evaluating the effectiveness of a preclinical practice of tooth preparation using digital training system: A randomised controlled trial</p>	<p>Online Peer Review System (OPRS) y Real-time Dental Training and Evaluation System (RDTES);</p>	<p>66 estudiantes de pregrado</p>	<p>Evaluar la efectividad del entrenamiento preclínico sobre preparación de coronas cerámicas usando un sistema digital al compararlo con el método tradicional y explorar la asociación entre los logros procedimentales y sus actitudes hacia el</p>	<p>Se encontró un mejor desempeño en el grupo experimental que tuvo acceso no solo a los conceptos, sino que dicha formación se complementó con videos tanto extraorales como intraorales. Los resultados del cuestionario de los estudiantes del grupo experimental indicaron que el 96,97% de los estudiantes estuvo de acuerdo en que el uso del sistema de formación digital podría mejorar la capacidad</p>	<p>Los sistemas de entrenamiento digitales pueden ser una buena alternativa para los cursos de entrenamiento preclínico al compararlo con el método tradicional.</p>

			entrenamiento digital.	práctica al compararlo con el método tradicional en el que solo existe la demostración por parte del instructor.	
Computer simulation and virtual reality in undergraduate operative and restorative dental education: A critical review		Revisión	Revisar la literatura disponible sobre el uso de simulación computarizada y Realidad virtual para la enseñanza de procedimientos de operatoria y restauración y listar las practicas que maximizan la simulación	Como aspectos más relevantes con el uso de los simuladores están el desarrollo de habilidades motoras junto a la posibilidad de retroalimentación. El uso de los sistemas computarizados depende de las habilidades motoras que se pretendan desarrollar. Aún se carece de estudios a largo plazo que demuestren la efectividad de la simulación en la formación de los odontólogos. La percepción de utilidad de la VR depende del nivel de formación de los estudiantes.	El uso de la simulación basada en computadores requiere mayor revisión y se debe prestar especial atención a la evaluación de los estudiantes.
Computerized Virtual Reality Simulation in Preclinical Dentistry: Can a Computerized Simulator Replace the Conventional Phantom Heads		Revisión	Discutir el valor de la retroalimentación dada por simulación y comparada con la dada por un instructor.	Se encontró un incremento en el aprendizaje y en las habilidades motoras y reducción en el tiempo de supervisión. Sin embargo la retroalimentación dada por el simulador no puede ser usada como único método de retroalimentación y se hace necesaria la participación de un profesor.	Se requieren ensayos aleatorizado longitudinales que exploren el impacto de estas unidades en el desempeño clínico de los estudiantes, además se debe revisar la rentabilidad al implementar este tipo de sistemas

and Human Instruction?					
Survey on multisensory feedback virtual reality dental training systems		Revisión	Examinar sistemáticamente varios sistemas de entrenamiento dental actuales para identificar las brechas entre las capacidades de estos sistemas y los requisitos de formación clínica.	Se discuten los desafíos técnicos detrás de estos sistemas, incluido el software, métodos de evaluación de hardware y usuarios	Al comparar con otros escenarios donde se utiliza la simulación, en la odontología se considera que se encuentra en una etapa incipiente. A pesar de esto es prometedora la aplicación que puede darse en la formación de los odontólogos.
The need for virtual reality simulators in dental education: A review.	Comparación de los simuladores: Periosim, VoxelMan, IDEA, Simodont	Revisión	Realizar una comparación entre los simuladores de VR que existen en el mercado, además de mostrar el valor de la simulación en la enseñanza de la educación preclínica en los programas de odontología.	La incorporación de los simuladores en la enseñanza de la práctica odontológica mejora la coordinación ojo mano, el desarrollo de habilidades motoras y permite al estudiante una transición más fácil al medio clínico. El rápido avance de los equipos y los programas permite obtener una mejor experiencia con realidad virtual y esta tecnología es un aparte esencial en la educación moderna.	El uso de los equipos de realidad virtual para la formación en la práctica odontológica permite al instructor atraer a los estudiantes y hacer que construyan su propio conocimiento. Además, este tipo de simuladores al permitir acumular la información hacen que el estudiante genere una evaluación autocrítica sin límite de tiempo facilitando el entrenamiento y reduciendo el tiempo que redundaba en los costos durante el entrenamiento
Validity and User Experience in an Augmented	Aplicaciones para	61	Investigar la validez de la prueba de identificación de	La prueba de identificación de dientes virtuales AR tuvo una correlación positiva con la	Los estudiantes tuvieron algunas dificultades para ver y manipular las imágenes y experimentaron

Reality Virtual Tooth Identification Test	dispositivos móviles		dientes virtuales con AR y evaluar la experiencia de los usuarios con el método de prueba virtual	prueba de identificación de dientes reales, una puntuación combinada de dos pruebas de identificación de dientes reales, el examen final y nota global de la asignatura de anatomía dental	dificultades técnicas relacionadas con sus teléfonos inteligentes, y sus respuestas a la encuesta expresaron poco apoyo a la herramienta AR. Sin embargo, este estudio demostró la validez de criterio de la herramienta de evaluación virtual AR para la identificación de dientes.
A comparison of pre-clinical instructional technologies: Natural teeth, 3D models, 3D printing, and augmented reality	Natural teeth, 3D models, 3D printing, and augmented reality	80	Evaluar las percepciones de los estudiantes sobre el aprendizaje de la anatomía dental usando dientes naturales extraídos, modelos impresos en 3D, modelos virtuales en 3D y tecnología de realidad aumentada (AR)	Los estudiantes consideraron que los dientes naturales tenían el valor educativo más alto, el diente impreso en 3D como el más accesible, y la aplicación AR ser la modalidad más interesante.	Los estudiantes que jugaban poco o nada los videojuegos eran más propensos a calificar AR con un alto valor educativo, mientras que los estudiantes con poca experiencia de modelado 3D tenían más probabilidades de calificar una alta accesibilidad del modelo 3D. A pesar de los resultados se continúa dando un gran valor a los dientes naturales.
Effect of augmented reality simulation on administration of local anaesthesia in pediatric patients		21	Evaluar el impacto del usar el simulador AR en la percepción del aprendizaje y el nivel de estrés agudo en estudiantes que administran anestesia local a pacientes pediátricos en relación con los	Se observó un menor tiempo para realizar la técnica de anestesia infiltrativa del nervio alveolar anterosuperior en los estudiantes que utilizaron la técnica AR considerado estadísticamente significativo. Resultado que fue similar al valorar el nivel de cortisol antes y después de la	Implementar el uso de AR puede influir en una mejor manipulación y control de la técnica anestésica en estudiantes que administran su primera inyección a pacientes pediátricos, pero puede que no reduzca el estrés agudo

			métodos tradicionales de enseñanza	anestesia pero esta diferencia no fue significativa entre los grupos.	
A mobile augmented reality system for the learning of Dental morphology	A mobile augmented reality system	55	Determinar si los resultados del aprendizaje fueron mayores usando el sistema AR o siguiendo una sesión de video que se grabó en una clase.	El análisis sobre los conocimientos adquiridos indicó que los estudiantes aumentaron su conocimiento utilizando los dos métodos.	El sistema AR podría ser utilizado como un transmisor eficaz de conocimientos, los participantes respondieron que estaban muy satisfechos con el sistema AR y consideraron es muy fácil de usar y les gustaría usarlo para el aprendizaje de procedimientos clínicos ay que proporciona versatilidad a los procesos de aprendizaje.
Implementation of augmented reality in operative dentistry learning.	Aplicaciones AR para PC y dispositivos móviles	41	Evaluar la eficacia de la realidad aumentada (RA) en la adquisición de conocimientos y habilidades entre estudiantes de odontología en el diseño de preparaciones cavitarias y analizar su grado de satisfacción	Los resultados fueron mejores en el grupo experimental al evaluar la mayoría de los parámetros de habilidad estudiados, solo se encontraron diferencias significativas para la profundidad y extensión de la cavidad para la Clase I y la divergencia de las paredes bucal y lingual para la Clase II	La experiencia fue calificada como favorable o muy favorable por el 100% de los participantes. Los estudiantes mostraron preferencia por las computadoras (60%) frente a los dispositivos móviles. Las técnicas de RA favorecieron la adquisición de conocimientos y habilidades y fueron consideradas una herramienta útil por los estudiantes
Evaluation of Augmented Reality	Hololens human	88	Investigar la percepción de los estudiantes de	El estudio reveló el 52,3 % de los participantes percibieron que ayudaría en su aprendizaje y el	Este estudio sugirió que el uso de AR ofrece un medio adicional de entrenamiento en anatomía dental;

Application for Learning Dental Anatomy as a Novel Educational Tool			odontología sobre la aplicación de la realidad aumentada en el aprendizaje de anatomía de cabeza y cuello y determinar si el entorno de aprendizaje fue beneficioso en comparación con el aprendizaje tradicional con cadáveres.-	35,2 % de los estuvieron muy de acuerdo. Después del uso de HoloHuman, se encontró que el 43,5 % de los participantes estuvo de acuerdo en que las estructuras anatómicas en 3D mejoraron su comprensión de la anatomía y el 36,5 % estuvo de acuerdo en que se sentían más seguros con sus habilidades anatómicas. Los resultados también demostraron que solo el 34,1% estuvo de acuerdo en que agregaba valor en la capacitación en comparación con depender únicamente de los métodos tradicionales. En general, el 75,3 % de los participantes estuvo de acuerdo en que la enseñanza de HoloHuman no debería reemplazar la formación tradicional en cadáveres.	sin embargo, no se puede utilizar como reemplazo de los modos tradicionales de entrenamiento en anatomía de cadáveres. AR tiene el potencial de usarse como una herramienta complementaria en el aprendizaje de la anatomía dental de la cabeza y el cuello, ya que ha demostrado una mayor participación y disfrute de los estudiantes; sin embargo, las limitaciones con el dispositivo aún permanecen.
Effectiveness of Augmented Reality Mobile Simulator in Teaching Local Anesthesia of Inferior Alveolar Nerve Block		41	Evaluar la efectividad de un simulador móvil de realidad aumentada para el entrenamiento en anestesia local con estudiantes de odontología que	El grupo experimental tuvo un promedio más alto En cada ítem del cuestionario posclínico que el grupo de control. Uno de los inconvenientes de los modelos de simulación es su pobre	Los alumnos que utilizaron un simulador móvil de realidad aumentada realizaron un procedimiento anestésico en un período más corto de tiempo y tuvo mayores tasas de éxito al completar la anestesia que los estudiantes que no usaron la

			administran bloqueo del nervio alveolar inferior (IANB) por primera vez.	presentación de tejidos blandos y puntos de referencia	simulador. Nuestros hallazgos sugieren que esta tecnología contribuido a un mejor conocimiento de referencia puntos y procedimiento de anestesia local. Se necesitan más estudios para determinar si la aplicación del simulador móvil de realidad aumentada puede ayudar a los estudiantes en el paso del nivel preclínico al clínico.
A Scoring System for Assessing Learning Progression of Dental Students' Clinical Skills Using Haptic Virtual Workstations.		127	Desarrollar y probar un sistema de puntuación para evaluar la progresión del aprendizaje de los odontólogos principiantes. estudiantes que utilizan estaciones de trabajo virtuales hápticas.		El uso del sistema HapTEL en un currículo de BDS de primer año mejoró el desempeño de los estudiantes en preparación de cavidades simuladas después de practicar durante dos sesiones. El uso del sistema de puntuación ACE habilitado a los tutores para hacer evaluaciones proporcionó un método objetivo de evaluación formativa
Positive influence of a dental anaesthesia simulation model on the perception of learning by Mexican dental students			Evalluar la influencia del entrenamiento de tres repeticiones con un modelo de simulación de anestesia dental (DASM) sobre la percepción del	Los estudiantes que incluyeron el DASM en su proceso de aprendizaje mostraron puntajes más altos de percepción en el control del manejo de la jeringa dental y confianza en la realización de la inyección y un tiempo de trabajo promedio más	El modelo de simulación en aplicación de anestesia influyó positivamente en el aprendizaje perceptivo de los estudiantes la odontología, aumentó su confianza y capacidad de manejo de jeringas, así como habilidades para realizar

			aprendizaje por parte de los estudiantes.	corto que el de los estudiantes que no lo implementó.	más rápida la aplicación de anestesia.
Contribution of Haptic Simulation to Analogic Training Environment in Restorative Dentistry	Virteasy	88 estudiantes de primer semestre	Evaluar el aporte de la realidad virtual a los ambientes de entrenamiento analógicos y mostrar la complementariedad de la técnica convencional y la realidad virtual en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de odontología.	Los resultados mostraron un mejoramiento de las habilidades al realizar preparaciones en los dos grupos. El grupo que entrenó con simuladores tuvo resultados similares al grupo que entrenó con dientes análogos de plástico. El simulador Háptico permite realizar un seguimiento objetivo de la progresión de los estudiantes novatos y los prepara para enfrentar el medio analógico	En este estudio la realidad virtual permitió una evaluación basada en criterios objetivos y redujo la subjetividad de las evaluaciones realizadas sobre dientes análogos.

Anexo 3. Matriz de Categorías Conceptuales

TITULO DEL ARTICULO	COMPETENCIAS			PRAXIAS	TECNOLOGÍAS INMERSIVAS			INTEGRACION CURRICULAR
	Cognitivas	Procedimentales	Actitudinales		VR	AR	MR	
Redefining the virtual reality dental simulator Demonstrating concurrent validity of clinically relevant assessment and feedback	Consolidación de conocimiento	Habilidades motoras		Ejecución	VR			
Virtual education: dental morphologies in a virtual teaching environment.	Consolidación de conocimiento	Habilidades motoras, representación tridimensional		Ejecución			MR	
Capturing differences in dental training using a virtual reality simulator		Habilidades motoras		Ejecución	VR			
Feedback and motor skill acquisition using a haptic dental simulator	Competencias	Habilidades motoras	Retroalimentación	Ejecución	VR			
Virtual Reality simulator for dental anesthesia training in the inferior alveolar nerve block	Competencias	Habilidades motoras	Retroalimentación	Ejecución	VR			SI
Evaluation of the introduction of a dental virtual simulator on the performance of undergraduate dental students in the pre- clinical operative dentistry course		Habilidades motoras, coordinación ojo mano	Retroalimentación	Ejecución	VR			
First experiences with patient-centered training in virtual reality	Competencias	Habilidades motoras, coordinación ojo mano		Ejecución	VR			SI
Virtual reality training simulator for tooth preparation techniques	Consolidación	Habilidades motoras		Ejecución	VR			
Contribution of Haptic Simulation to Analogic Training Environment in Restorative Dentistry		Entrenamiento práctico	Retroalimentación	Ejecución	VR			SI

Effect of augmented reality simulation on administration of local anaesthesia in paediatric patients		Habilidades sicomotoras		Ejecución		AR		
Psychometric analysis of a measure of acceptance of new technologies (UTAUT), applied to the use of haptic virtual simulators in dental students		Habilidades manuales, ubicación espacial, coordinación ojo mano		Ejecución	VR			
Virtual Reality-Based Technologies in Dental Medicine: Knowledge, Attitudes and Practice Among Students and Practitioners		Entrenamiento práctico		Ejecución	VR			
Evaluating the effectiveness of a preclinical practice of tooth preparation using digital training system: A randomised controlled trial		Entrenamiento práctico		Ejecución	VR			
Effect of augmented reality simulation on administration of local anaesthesia in pediatric patients	Competencias	Habilidades sicomotoras		Ejecución		AR		
A mobile augmented reality system for the learning of Dental morphology	Conocimiento	Habilidades		Ejecución		AR		Métodos de enseñanza
Implementation of augmented reality in operative dentistry learning.	Conocimiento	Habilidades motoras		Ejecución		AR		Métodos de enseñanza
Evaluation of HoloHuman augmented reality application as a novel educational tool in		Entrenamiento práctico		Ejecución		AR		Métodos de enseñanza
Effectiveness of Augmented Reality Mobile Simulator in Teaching Local Anesthesia of Inferior Alveolar Nerve Block		Entrenamiento práctico		Ejecución		AR		

A Scoring System for Assessing Learning Progression of Dental Students' Clinical Skills Using Haptic Virtual Workstations		Habilidades motoras	Retroalimentación	Ejecución	VR			SI
Positive influence of a dental anaesthesia simulation model on the perception of learning by Mexican dental students	Conocimiento	Habilidades motoras		Ejecución		AR		SI
Contribution of Haptic Simulation to Analogic Training Environment in Restorative Dentistry		Entrenamiento práctico	Retroalimentación	Ejecución	VR			Si

Anexo 4. Matriz de Principios Metodológicos

TITULO DEL ARTICULO	PRINCIPIOS METODOLÓGICOS								MÉTODO PARA ANALISIS ESTADÍSTICO
	Método de selección de participantes		Tipo de evaluación	Evaluación Cuantitativa	Tamaño de la muestra				
	Voluntario	Inscritos en el programa	Evaluación Cualitativa		1 grupo	2 grupos	3 grupos	4 grupos	
Redefining the virtual reality dental simulator Demonstrating concurrent validity of clinically relevant assessment and feedback	X		X		X				Kappa
Virtual education: dental morphologies in a virtual teaching environment.		X	X		X				Test Kolmogorov-Smirnov y data analysis.
Capturing differences in dental training using a virtual reality simulator		X		X				X	ANOVA de una via
Feedback and motor skill acquisition using a haptic dental simulator	X		X		X				ANOVA de una via

Virtual Reality simulator for dental anesthesia training in the inferior alveolar nerve block	X		X		X				ANOVA de doble via
Evaluation of the introduction of a dental virtual simulator on the performance of undergraduate dental students in the pre-clinical operative dentistry course		X				X			Kappa
First experiences with patient-centered training in virtual reality		X	X		X				Análisis inductivo
Virtual reality training simulator for tooth preparation techniques			X						
Contribution of Haptic Simulation to Analogic Training Environment in Restorative Dentistry		X					Retroalimen Experto, simulador y mixta		Pruebas no parametricas de Kruskal wallis
Effect of augmented reality simulation on administration of local anaesthesia in paediatric patients		X		X		Control y Estudio			Prueba de Wilcoxon
Psychometric analysis of a measure of acceptance of new technologies (UTAUT), applied to the use of haptic		X	X						Corsssectional modelamiento de la ecuación

virtual simulators in dental students									
Virtual Reality-Based Technologies in Dental Medicine: Knowledge, Attitudes and Practice Among Students and Practitioners	X		X						Encuesta uso de tech
Evaluating the effectiveness of a preclinical practice of tooth preparation using digital training system: A randomised controlled trial		X		X		Control y estudio			Prueba de Wilcoxon
Effect of augmented reality simulation on administration of local anaesthesia in pediatric patients		X		X		Control y estudio			
A mobile augmented reality system for the learning of Dental morphology						Control y estudio			
Implementation of augmented reality in operative dentistry learning.		X				Control y estudio			Prueba Mann-Whitney U y Prueba de Wilcoxon entre los grupos
Evaluation of HoloHuman augmented reality application as a novel educational tool in		X		X	SI				T student

Effectiveness of Augmented Reality Mobile Simulator in Teaching Local Anesthesia of Inferior Alveolar Nerve Block						Control y estudio			
A Scoring System for Assessing Learning Progression of Dental Students' Clinical Skills Using Haptic Virtual Workstations					SI				ANOVA
Positive influence of a dental anaesthesia simulation model on the perception of learning by Mexican dental students						Control y estudio			T student
Contribution of Haptic Simulation to Analogic Training Environment in Restorative Dentistry		X					Retroalimen Experto, simulador y mixta		Pruebas no parametricas de Kruskal wallis