



**Metodología para desarrollar competencias psicomotoras en estudiantes de
Odontología de la Universidad Hemisferios, mediante el sistema CAD CAM,
Ecuador, periodo 2024 - 2026.**

Tesis Doctoral

que, para obtener el Grado de PhD.

DOCTORADO EN EDUCACIÓN E INNOVACIÓN

PRESENTA

Jenny Edith Collantes Acuña

ASESOR

Luz María Padilla Castillo

México, 2026

Esta Tesis Doctoral debe ser citada como:

Collantes Acuña, Jenny Edith (2024) ***Metodología para desarrollar competencias psicomotoras en estudiantes de Odontología de la Universidad Hemisferios, mediante el sistema CAD CAM, Ecuador, periodo 2024 - 2026.*** [Tesis de Doctorado de la Universidad de Investigación e Innovación de México - UIIX]



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Se permite la reproducción total o parcial y la comunicación pública de la obra con reconocimiento de la autoría.

No se permite el uso comercial ni la creación de obras derivadas.

Resumen

El proceso de formación odontológica exige desarrollar competencias psicomotoras vinculadas con precisión manual, coordinación motora, tiempo operatorio y calidad final. En este contexto, la investigación tuvo como objetivo diseñar, implementar y validar una metodología basada en CAD/CAM como recurso educativo para favorecer competencias en estudiantes de Odontología de la Universidad de los Hemisferios. El estudio se desarrolló con enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental, grupo control y experimental, y mediciones pre test-post test. La muestra estuvo conformada por 76 estudiantes: 35 del grupo control y 41 del grupo experimental, durante el periodo académico 2024-2026. Para recolectar datos se emplearon tres instrumentos: lista de cotejo de ejecución técnica, rúbrica psicomotora y evaluación práctica estandarizada, que permitieron valorar el desempeño antes y después de la intervención. Los resultados del pre test evidenciaron condiciones iniciales homogéneas entre los grupos. En el post test, el grupo experimental presentó mejoras superiores al grupo control en ejecución técnica, calidad del desempeño motor, desempeño objetivo integral e Índice de Competencia Psicomotora. El análisis de ganancias, cambio porcentual, tamaño del efecto mediante Cohen's d y ANCOVA confirmó un impacto significativo y de alta magnitud. A partir de estos hallazgos, se estructuró una propuesta metodológica que integra CAD/CAM como mediador didáctico. La validación mediante juicio de expertos, V de Aiken y prueba piloto respaldó su pertinencia, claridad, coherencia y aplicabilidad. Se concluye que esta metodología constituye una alternativa pedagógica pertinente, innovadora y científicamente sustentada.

Palabras clave: CAD/CAM; competencias psicomotoras; educación odontológica; formación práctica; tecnología educativa; precisión manual

Abstract

Dental education requires the development of psychomotor competencies related to manual precision, motor coordination, operative time, and final quality. In this context, the study aimed to design, implement, and validate a CAD/CAM-based methodology as an educational resource to foster these competencies in Dentistry students at Universidad de los Hemisferios. The study followed a quantitative approach, with a quasi-experimental design, control and experimental groups, and pre-test/post-test measurements. The sample consisted of 76 students: 35 in the control group and 41 in the experimental group, during the 2024–2026 academic period. Data were collected using three instruments: a technical execution checklist, a psychomotor rubric, and a standardized practical assessment, which enabled performance evaluation before and after the intervention. Pre-test results showed homogeneous baseline conditions between groups. In the post-test, the experimental group showed greater improvements than the control group in technical execution, motor performance quality, comprehensive objective performance, and the Psychomotor Competence Index. Gain analysis, percentage change, Cohen's *d* effect size, and ANCOVA confirmed a significant, high-magnitude impact. Based on these findings, a methodological proposal integrating CAD/CAM as a didactic mediator was structured. Validation through expert judgment, Aiken's *V*, and a pilot test supported its relevance, clarity, coherence, and applicability. It is concluded that this methodology constitutes a relevant, innovative, and scientifically grounded pedagogical alternative.

Keywords: psychomotor skills, competencies, methodology, CAD/CAM, dentistry

Agradecimientos

Con profunda gratitud, dedico este trabajo a **Dios**, mi guía y fortaleza en cada desafío de este camino. Su sabiduría, cuidado y gracia me han permitido superar los momentos más difíciles y alcanzar este importante logro.

A mi **padre**, quien ya no está físicamente conmigo, pero cuyo amor, enseñanzas y ejemplo viven en mi corazón. Su dedicación y sacrificio han sido mi mayor inspiración, y sé que su espíritu me ha acompañado en cada paso de este proceso. Este logro es un homenaje a su memoria, con eterno amor y gratitud.

A la **Universidad de Innovación e Investigación de México**, mi más sincero agradecimiento por ser un espacio de aprendizaje y crecimiento, donde encontré el apoyo y las herramientas para desarrollar mis capacidades. Su compromiso con la excelencia académica y la investigación me motivó a dar siempre lo mejor de mí.

A mis queridos **hijos**, quienes son mi mayor motivación y razón de ser. Su amor incondicional y paciencia me dieron la fuerza para superar cada obstáculo y seguir adelante. Este logro es para ustedes, mi mayor inspiración.

Agradezco a todas las personas que, de alguna manera, me han acompañado y apoyado durante este proceso. Cada palabra de aliento y cada gesto de confianza han sido fundamentales para convertir este sueño en realidad.

Dedicatorias

A mis hijos, quienes representan mi mayor inspiración y la fuerza que me impulsa a avanzar. Su amor incondicional y su presencia han sido fundamentales para superar cada desafío y alcanzar este objetivo.

A mi familia, por su respaldo constante, su confianza y su cariño inquebrantable. Su apoyo ha sido mi pilar en cada etapa de este camino.

A mis amigos, por su compañía, motivación y aliento en los momentos más desafiantes. Su cercanía ha sido clave para lograr esta meta.

Este trabajo es un reflejo del apoyo y amor que he recibido de ustedes. A todos, mi más sincero agradecimiento y reconocimiento. Este logro también les pertenece.

Índice General

INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO 1. Proyección de la investigación	15
1.1. Línea de Investigación de la Universidad de Innovación e Investigación, México	15
1.2. Planteamiento del Problema	15
1.3. Formulación del Problema (pregunta de investigación):	17
1.4. Justificación	17
1.5. Objeto de estudio	19
1.6. Campo de acción	19
1.7. Objetivos	19
1.7.1. Objetivo General	19
1.7.2. Objetivos Específicos	19
1.8. Hipótesis	20
1.9. Alcance temático	20
1.10. Delimitación Espacial y Temporal	21
CAPÍTULO 2. Fundamentos Teóricos	23
2.1. Estado del Arte (Marco Histórico y Actual)	23
2.2. Marco Teórico	27
2.2.1 Perfil Profesional y Competencias: su Expresión en la Formación de Odontólogos	27
2.2.2 Psicomotricidad en Odontología y sus Implicaciones para la Docencia	34

2.2.3 Uso de Tecnología para Formar Competencias Profesionales en Estudiantes de Odontología	41
2.2.4 Descripción del Sistema CAD/ CAM y su Aplicación como Recurso Tecno-Didáctico	48
2.3. Marco Conceptual	54
2.4. Marco Contextual	57
2.5. Marco Legal y Normativo	63
CAPÍTULO 3. Fundamentos Metodológicos y Resultados de Investigación	66
3.1. Operacionalización de Variables y Elaboración de Matriz de Consistencia Científica Metodológica	66
3.1.1 Cuadro Operacionalización de Variables	66
3.2. Diseño Metodológico	68
3.2.1. Definición del Enfoque, Diseño y Tipo de Investigación de la Tesis	68
3.2.2. Definición de Métodos, Técnicas e Instrumentos de Obtención de Datos	69
3.2.3. Desarrollo de los instrumentos de obtención de datos.	71
3.2.4. Determinación de la Muestra y su Criterio de Selección	78
3.3. Trabajo de Campo	80
3.3.1. Procedimiento	80
3.3.2. Procesamiento de la Información	80
3.3.3. Consideraciones éticas	81
3.4. Análisis de los resultados en los datos obtenidos	81

3.4.1. Diagnóstico inicial de las competencias psicomotoras de los estudiantes	82
3.4.2. Resultados de la comparación de las competencias psicomotoras entre el grupo control y el grupo experimental en el post test	86
3.4.3. Resultados de la evolución de las competencias psicomotoras según grupo de estudio	91
3.4.4. Resultados de análisis del efecto de la intervención sobre las competencias psicomotoras	94
3.4.5. Efecto de la intervención sobre las competencias psicomotoras	97
3.5. Discusión	99
CAPÍTULO IV: Propuesta de Transformación	102
4.1. Fundamentación de propuesta de transformación	102
4.2. Estructura de la Propuesta de Transformación	105
4.2.1 Objetivos	105
4.2.2 Aparato teórico-conceptual y referencial	106
4.2.3 Aparato operacional-instrumental	107
4.2.4 Consideraciones sobre la implementación de la propuesta	109
4.3. Valoración/ Evaluación / Validación de la Propuesta de Transformación	110
Conclusiones	116
Recomendaciones	118
Bibliografía	120
Anexos	143

Índice de figuras

Figura 1. Desglose de las funciones que conforman el perfil profesional del odontólogo	27
Figura 2. Modelo taxonómico de las competencias profesionales	29
Figura 3. Contenido de la psicomotricidad	32
Figura 4. Clasificación de las habilidades psicomotoras	33
Figura 5. Beneficios de la psicomotricidad	35
Figura 6. Clasificación de las tecnologías educativas	40
Figura 7. Módulo del sistema tecnológico CAD/CAM	49
Figura 8. Pasos y procesos del sistema CAD/CAM en tratamiento de prótesis	51
Figura 9. Organización de los conceptos con que se trabaja en la investigación	54
Figura 10. Distribución general de los sistemas de contenido en la malla curricular de la carrera de Odontología en la Universidad de Los Hemisferios	61
Figura 11. Evolución del Índice de Competencia Psicomotora (ICP) según grupo de estudio	95
Figura 12. Puntuaciones promedio para cada uno de los indicadores de validez de los tres componentes de la propuesta	111

Índice de tablas

Tabla 1. Metodologías en la educación superior	43
Tabla 2. Componentes del CAD/ CAM	52
Tabla 3. Operacionalización de variables	65
Tabla 4. Dimensiones, criterios y puntajes de la evaluación práctica estandarizada	73
Tabla 5. Resultados de la validación de los instrumentos para la recolección de datos	75
Tabla 6. Resultados del análisis de consistencia interna de la aplicación de la prueba piloto	77
Tabla 7. Características sociodemográficas de los participantes según grupo	78
Tabla 8. Comparación de los criterios técnicos de ejecución odontológica evaluados mediante la lista de cotejo cuantitativa entre el grupo control y el grupo experimental en el pre test	80
Tabla 9. Comparación de la calidad del desempeño motor evaluada mediante la rúbrica psicomotora cuantitativa entre el grupo control y el grupo experimental en el pre test	82
Tabla 10. Comparación del desempeño objetivo integral evaluado mediante la evaluación práctica estandarizada entre el grupo control y el grupo experimental en el pre test.	83
Tabla 11. Comparación de las dimensiones integradas de las competencias psicomotoras y del Índice de Competencia Psicomotora entre el grupo control y el grupo experimental en el pre test	84
Tabla 12. Comparación de los criterios técnicos de ejecución odontológica evaluados mediante la lista de cotejo cuantitativa entre el grupo control y el grupo experimental en el periodo post test	85
Tabla 13. Comparación de la calidad del desempeño motor evaluada mediante la rúbrica psicomotora cuantitativa entre el grupo control y el grupo experimental en el post test	87

Tabla 14. Comparación del desempeño objetivo integral evaluado mediante la evaluación práctica estandarizada entre el grupo control y el grupo experimental en el post test	88
Tabla 15. Comparación de las dimensiones integradas de las competencias psicomotoras y del Índice de Competencia Psicomotora entre el grupo control y el grupo experimental en el post test.	89
Tabla 16. Evolución intragrupo de las competencias psicomotoras en el grupo control entre pre test y post test	90
Tabla 17. Evolución intragrupo de las competencias psicomotoras en el grupo experimental entre pre test y post test	92
Tabla 18. Comparación de las ganancias obtenidas en las competencias psicomotoras y tamaño del efecto de la intervención según grupo de estudio	93
Tabla 19. Cambio porcentual de las competencias psicomotoras según grupo de estudio	94
Tabla 20. Análisis de covarianza del Índice de Competencia Psicomotora en el post test	96
Tabla 21. Resultados del procedimiento para la selección de expertos	108
Tabla 22. Resultados de las votaciones de los expertos en relación con la propuesta	109
Tabla 23. Resultados del coeficiente de varianza (CV) para los indicadores de validez de los elementos de la propuesta.	111

INTRODUCCIÓN

En el mundo contemporáneo, la formación de profesionales con elevadas cualidades y aptitudes es un imperativo para asumir con eficiencia las diversas y cada vez más complejas tareas presentes en todas las profesiones, ramas y especialidades. En ese sentido, las universidades se apropian del amplio y creciente bagaje de recursos que constantemente aparecen como consecuencia del desarrollo de la tecnología para incorporarlos a la práctica de la pedagogía. Las concepciones respecto a la integración de sistemas tecnológicos en el proceso de enseñanza han dado lugar al concepto de tecnologías educativas.

Dentro del espectro de tecnologías que han demostrado su aplicabilidad en los procesos formativos en la enseñanza universitaria, adquieren cada vez más protagonismo aquellas que provienen de los avances en las ciencias informáticas, la electrónica y la computación (Acosta et al., (2021). Diversas experiencias a escala internacional evidencian las potencialidades del uso de esos sistemas como recursos didácticos en la asimilación de contenidos, el desarrollo de capacidades intelectuales y físicas, el autodesarrollo de los alumnos y el aumento de sus niveles para generar nuevos conocimientos.

En la esfera de la Odontología, como en el resto de las especialidades de las ramas biomédicas y de la salud, la formación de profesionales competentes y con adecuadas destrezas no puede descansar solo en el conocimiento teórico, sino también en la creación y entrenamiento de destrezas psicomotoras, que les permitan el uso combinado de los saberes de la ciencia odontológica, con el uso de instrumentos de elevada precisión y la ejecución de tareas extremadamente delicadas (Khan et al., 2020).

Históricamente, la formación de estos especialistas, si bien ha tenido un importante componente práctico caracterizado en esencia por la ejercitación práctica en condiciones preclínicas, ha sido carente en la introducción de tecnologías educativas específicamente destinadas a desarrollar habilidades psicomotoras (Apara & Auad, 2014). Es así que su asimilación abre un campo de posibilidades para mejorar esta parte del proceso formativo. Una de ellas es el diseño asistido por computadora y la fabricación asistida por computadoras (CAD/CAM, por sus siglas en inglés). Los sistemas CAD/CAM permiten el uso de la computación para construir piezas, instrumentos y componentes de uso odontológico con alta precisión (Briceño y Dos Santos, 2023).

En este contexto, el esquema educativo de la Universidad de Los Hemisferios en la República de Ecuador, se basa por principios de centralidad de la persona humana, formando profesionales competentes, éticos, comprometidos con el bien común, donde el respeto por la vida y los cimientos fundamentales de la sociedad fomentan la investigación científica responsable como aporte a la colectividad (Universidad Los Hemisferios, 2021).

Insertada en esa concepción de trabajo, en el marco de esta investigación se hizo una evaluación a los procedimientos de los tratamientos de odontología que ejercían alumnos de preclínicas de Odontología, detectando ciertas limitaciones en sus destrezas psicomotoras en el momento de la atención a pacientes. Por esa razón, a modo de diagnóstico, se realizó una encuesta para definir las causas de esas carencias. De los 109 estudiantes encuestados, se observó que sus actividades prácticas son reducidas debido, entre otros factores, a las dificultades para adquirir piezas dentales humanas con características reales dado su elevado costo y los riesgos biogenéticos y legales involucrados.

Ante esa disyuntiva, se decidió construir una metodología que, basada en las prestaciones educativas del sistema CAD/CAM, contribuyera a desarrollar competencias psicomotoras para la adquisición de habilidades en los alumnos de preclínicas, para la modelación de prototipos dentales y la realización de otros procedimientos odontológicos. De esta forma se estaría realizando un aporte significativo desde las perspectivas teóricas y prácticas a su formación como futuros especialistas, lo cual avala la importancia de este trabajo.

La metodología parte de un estudio riguroso de la bibliografía especializada seguido de un análisis del modelo curricular de la carrera de Odontología y la caracterización de los modos de actuación de profesionales en esta rama en la Universidad de Los Hemisferios. Posteriormente, se procedió a construir la metodología donde se integra el aparato categorial con un grupo de fases, acciones y recursos pedagógicos. Se concluye con la evaluación de la validez de esta propuesta tomando como referencia las normas de calidad ISO.

La investigación encuentra sus antecedentes en estudios similares realizados en otras ramas de las ciencias como también dentro del propio campo de la Odontología. Experiencias de este tipo se han reportado en varios centros de altos estudios de Latinoamérica, EEUU, Europa y Asia (Fukuhara et al., 2023). Los reportes estudiados, además de ilustrar resultados plausibles, sirvieron para identificar los derroteros en el diseño, prueba y validación de la metodología propuesta.

El presente trabajo de investigación doctoral se elaboró con apego a las regulaciones fijadas en el programa de formación doctoral de la Universidad de Investigación e Innovación de México (UIIX). El texto se estructura en una introducción, cuatro capítulos, las conclusiones, recomendaciones y los anexos.

La investigación se organiza en cuatro capítulos que articulan de manera secuencial el sustento teórico, metodológico, operativo y propositivo del estudio. El primer capítulo presenta el aparato metodológico de la investigación, donde se precisan el problema científico, el objeto de estudio, el campo de acción, los objetivos, la hipótesis o idea a defender, las variables, la justificación y la lógica general del proceso investigativo. El segundo capítulo desarrolla el estado del arte, el marco teórico referencial, los antecedentes investigativos y el dispositivo legal que fundamenta la intervención, con énfasis en la formación odontológica, las competencias psicomotoras y el uso educativo de tecnologías CAD/CAM. El tercer capítulo expone los presupuestos metodológicos para la construcción del sistema de instrumentos investigativos, las acciones desarrolladas durante el proceso de intervención y los procedimientos empleados para la recolección, procesamiento y análisis de la información. Finalmente, el cuarto capítulo presenta las bases de la metodología propuesta, su estructura organizativa, sus componentes didácticos y los resultados obtenidos en el proceso de validación, incluyendo el juicio de expertos, la aplicación piloto y la valoración de su pertinencia, coherencia y aplicabilidad.

Finalmente, las conclusiones resumen los resultados principales de esta investigación, la valoración de sus cualidades y su pertinencia científica, así como su coherencia con los objetivos formulados. Como colofón, en las recomendaciones se presentan propuestas para introducir la metodología elaborada en la práctica docente.

CAPÍTULO 1. Proyección de la investigación

El presente capítulo expone la proyección general de la investigación orientada a la implementación del sistema CAD/CAM como recurso educativo para promover el desarrollo de competencias psicomotoras en estudiantes de la carrera de Odontología de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Los Hemisferios, durante el periodo académico 2024-2026. En este apartado se delimitan los fundamentos iniciales del estudio, el problema científico, el objeto de investigación, el campo de acción, los objetivos, la hipótesis o idea a defender, las variables y la justificación que sustentan la pertinencia de la propuesta. Asimismo, se establece la lógica investigativa que guiará la planificación, aplicación y evaluación de actividades prácticas mediadas por tecnología CAD/CAM, con el propósito de valorar su impacto en la precisión manual, la coordinación motora, el tiempo operatorio y la calidad del desempeño práctico. De esta manera, el capítulo proporciona la base metodológica inicial para comprender la necesidad de fortalecer la formación práctica odontológica mediante estrategias innovadoras, pertinentes y científicamente fundamentadas.

1.1. Línea de Investigación de la Universidad de Innovación e Investigación, México

La implementación de tecnologías, juntamente con conocimientos teóricos científicos, permitirá impulsar cambios positivos que generen progreso educativo, profesional, competitivo y social. Con esta premisa, la línea de acción que se optó es la “Innovación Educativa y Perspectivas Tecnológicas”, del programa de formación doctoral que desarrolla en esa materia la UIIX. Este estudio es coherente con las temáticas del módulo “Diseño e innovación de recursos didácticos, gestión en las tendencias de la innovación, investigación, uso y/o desarrollo de la tecnología, así como interaprendizaje, innovación y tecnología en la educación” (UIIX, 2024).

1.2. Planteamiento del Problema

Uno de los modelos de gestión de recursos humanos de más amplio uso a nivel internacional, es el que se enfoca en las competencias profesionales, entendidas en términos generales como el sistema de conocimientos, habilidades, cualidades y otras aptitudes que permiten el desempeño eficiente en un puesto ocupacional (Cuestas, 2019). Cada puesto de trabajo

tiene intrínsecamente incorporadas un grupo de exigencias de desempeño en virtud de las cuales se preparan los profesionales y técnicos que deberán ocuparlos.

Aunque el logro de esas competencias se completa en la actividad práctica mediante el vínculo permanente con el objeto de la profesión, como norma corresponde a las instituciones formativas, incluidas las universidades, la tarea de formar, desarrollar y entrenar dichas habilidades. Diversos autores han abordado el tema de las competencias desde variadas perspectivas, de lo cual se han derivado varios criterios de clasificación. No obstante, en todos los casos se reconoce la existencia de aptitudes psicomotoras que abarcan las destrezas para realizar operaciones manuales o con el empleo de instrumentos y equipos (Amaya, 2014).

Las operaciones manuales o con empleo de instrumentos supera sustancialmente las operaciones mentales y las operaciones físicas, pues involucran tanto conocimientos, como destrezas, demandan pericia, agudeza visual, capacidad de reacción y pensamiento creativo en la solución de problemas (Al-Zain et al., 2021). Ello explica que la formación de esas competencias deba recibir un tratamiento especial desde la didáctica de la profesión.

En lo que respecta a la carrera de Odontología, el profesional se prepara para prevenir, diagnosticar y tratar con un alto nivel de pericia clínica las enfermedades bucales (Vázquez, 2022), lo cual implica la aplicación de determinados procedimientos manuales asistidos por el instrumental clínico. De modo especial las prácticas quirúrgicas y reconstructivas son las que mayores habilidades psicomotoras conllevan.

En la formación del estudiante se combina una atapa de teoría y otra de práctica (preclínica y clínica), lo cual sucede en un periodo delimitado (10 semestres). A pesar de que el componente práctico concibe el entrenamiento en el empleo de esos instrumentos, el componente práctico no cubre totalmente las necesidades de desarrollo de las destrezas psicomotoras del alumno, de ahí que sea conveniente acudir a recursos pedagógicos que refuercen esta parte del proceso (Calatrava, 2010).

En este sentido, las tecnologías educativas, específicamente el empleo de los sistemas computacionales de diseño ofrece una oportunidad invaluable, en tanto auxilia a los estudiantes a manipular y operar con componentes, materiales y piezas de uso terapéutico con elevada precisión y mínimos riesgos epidemiológicos (Cascante et al., 2023). Los sistemas CAD/CAM han asimilado los acelerados adelantos de las ciencias computacionales para permitir la reproducción

en condiciones asépticas de objetos con mucha fidelidad, cumpliendo parámetros y estándares que superan sustancialmente los procesos de manufactura manual presentes tradicionalmente en muchas ramas profesionales, incluida la Odontología (Álvarez et al., 2012).

A pesar de ello, la introducción de esas tecnologías en la docencia no es un proceso espontáneo ni arbitrario. Por el contrario, está sujeto a un riguroso estudio de sus exigencias didácticas, la determinación precisa de las tareas docentes en las que se empleará, los conocimientos previos que necesitan los estudiantes, las etapas de formación de las habilidades, formas de evaluación, entre otros factores (Yépez, 2020).

Es en este sentido donde se aprecia una carencia en el sistema de preparación básica de los estudiantes de Odontología en la Universidad de Los Hemisferios, ya que no existe una concepción metodológica para emplear el sistema CAD CAM como recurso educacional dirigido a formar y consolidar las competencias psicomotoras de estudiantes de esa carrera.

Por su naturaleza, esta problemática no puede ser resuelta con procedimientos organizativos ni cambios en el esquema de administración escolar, ni siquiera mediante la atracción del soporte tecnológico de diseño y fabricación asistida por computadora. Se requiere, además, la aplicación de métodos científicos.

1.3. Formulación del Problema (pregunta de investigación):

¿ Cómo se pueden desarrollar competencias psicomotoras en los estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad de los Hemisferios, Ecuador, período 2024 – 2016?

1.4. Justificación

La presente investigación se justifica por la necesidad de fortalecer la formación práctica de los estudiantes de Odontología mediante la incorporación pedagógica del sistema CAD/CAM como recurso educativo para el desarrollo de competencias psicomotoras. El estudio aportará nuevo conocimiento sobre la manera en que una metodología didáctica mediada por tecnologías digitales puede favorecer la precisión manual, la coordinación motora, el control del tiempo operatorio y la calidad del desempeño práctico en el proceso formativo odontológico. En este sentido, la investigación responde al porqué de transformar las prácticas tradicionales de enseñanza mediante recursos tecnológicos que permitan una preparación más pertinente, actualizada y coherente con las exigencias contemporáneas de la profesión.

Desde el punto de vista teórico, el estudio contribuirá al campo de las ciencias de la educación y de la educación odontológica, al profundizar en los fundamentos didácticos, psicomotores y tecnológicos que intervienen en la formación de habilidades prácticas complejas. Asimismo, permitirá ampliar la comprensión sobre el uso educativo de los sistemas CAD/CAM en la enseñanza universitaria, aportando criterios científicos para explicar cómo estos recursos pueden integrarse al proceso de formación profesional y favorecer el desarrollo progresivo de competencias en estudiantes de pregrado.

Desde el aspecto práctico, la investigación tiene una finalidad transformadora, ya que propone una metodología aplicable en escenarios reales de formación odontológica. Su implementación permitirá organizar de mejor manera las actividades prácticas, optimizar el uso de recursos, disminuir la dependencia exclusiva de modelos físicos, maquetas o prototipos costosos, y favorecer experiencias de aprendizaje más controladas, repetibles y evaluables. De esta manera, el estudio puede contribuir a mejorar el desempeño técnico de los estudiantes y la calidad de su preparación para la práctica clínica.

Desde el punto de vista social, los beneficiarios directos serán los estudiantes de Odontología y los docentes responsables de su formación práctica, quienes dispondrán de una propuesta metodológica estructurada y científicamente fundamentada. De manera indirecta, se beneficiarán las instituciones de educación superior, al contar con una alternativa innovadora para elevar la calidad del proceso formativo, y los futuros pacientes, quienes podrán recibir atención de profesionales mejor preparados en el uso de tecnologías digitales aplicadas a la práctica odontológica.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación aportará una metodología basada en CAD/CAM que podrá ser utilizada, adaptada o replicada en estudios similares relacionados con la formación de competencias psicomotoras en Odontología y en otras áreas de la educación superior que requieran el desarrollo de habilidades prácticas. Además, el sistema de instrumentos diseñado, validado mediante juicio de expertos, V de Aiken y prueba piloto, constituye un aporte para la evaluación objetiva del desempeño psicomotor en contextos formativos.

Finalmente, desde el punto de vista personal y del área de estudio, esta investigación representa una oportunidad para contribuir al perfeccionamiento de la educación odontológica mediante una propuesta innovadora, pertinente y científicamente sustentada. Su desarrollo

responde al interés académico de generar alternativas que articulen tecnología, didáctica y formación profesional, con el propósito de mejorar la calidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje y aportar al avance de la educación superior en el campo de la salud.

1.5. Objeto de estudio

El proceso de formación práctica orientado al desarrollo de competencias psicomotoras en estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad de los Hemisferios

1.6. Campo de acción

El desarrollo de las competencias psicomotoras asociadas a la precisión manual, coordinación motora, tiempo operatorio y calidad del resultado final mediante recursos tecnológicos aplicados a la formación práctica odontológica.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Diseñar una metodología para la implementación del sistema CAD/CAM como recurso educativo orientado al desarrollo de competencias psicomotoras en estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad de los Hemisferios, Ecuador periodo 2024 - 2026.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar el nivel de desarrollo de las competencias psicomotoras de los estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad de los Hemisferios, considerando las dimensiones de precisión manual, coordinación motora, tiempo operatorio y calidad del resultado final.
- Sistematizar los fundamentos científicos, tecnológicos, pedagógicos y curriculares que sustentan el desarrollo de competencias psicomotoras mediante la incorporación de tecnologías digitales en la formación odontológica.

- Determinar los requerimientos tecnológicos, didácticos y organizativos necesarios para la implementación del sistema CAD/CAM como recurso educativo en las actividades prácticas de la carrera de Odontología.
- Implementar la metodología diseñada mediante un ensayo experimental en estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad de los Hemisferios.
- Validar la efectividad de la metodología propuesta a partir de la evaluación de las competencias psicomotoras y del desempeño de los estudiantes antes y después de su aplicación.

1.8. Hipótesis

La implementación de una metodología basada en el sistema CAD/CAM como recurso educativo produce mejoras significativas en las competencias psicomotoras, expresadas en la precisión manual, coordinación motora, tiempo operatorio y calidad del resultado final, en estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad de los Hemisferios.

1.9. Alcance temático

La presente investigación se desarrolló en el campo de las Ciencias de la Educación, específicamente en el ámbito de la educación superior y la formación de profesionales de la salud. Su objeto de estudio se centró en el proceso de formación práctica orientado al desarrollo de competencias psicomotoras en estudiantes de la carrera de Odontología, mientras que su campo de acción se enfocó en el desarrollo de dichas competencias mediante la incorporación de recursos tecnológicos aplicados a la formación práctica odontológica.

Desde la perspectiva teórica, el estudio abordó los fundamentos científicos, pedagógicos, tecnológicos y curriculares que sustentaron el desarrollo de competencias psicomotoras en la educación odontológica. En este contexto, se consideraron los aportes de la didáctica universitaria, el aprendizaje basado en competencias, la integración de tecnologías digitales en la educación, la simulación clínica y los procesos de innovación educativa vinculados a la formación profesional en salud. Asimismo, se analizaron los principios que sustentaron la utilización de sistemas CAD/CAM como herramientas de apoyo para el aprendizaje práctico y el fortalecimiento de

habilidades asociadas a la precisión manual, coordinación motora, tiempo operatorio y calidad del resultado final.

En el ámbito metodológico, la investigación se orientó al diseño, implementación y validación de una metodología educativa basada en el sistema CAD/CAM como recurso para favorecer el desarrollo de competencias psicomotoras. Para ello, se empleó un enfoque cuantitativo de carácter cuasi experimental con grupos control y experimental, utilizando procedimientos de evaluación antes y después de la intervención. La medición de las competencias psicomotoras se realizó mediante instrumentos cuantitativos que permitieron valorar el desempeño técnico, la calidad del desempeño motor y el desempeño práctico integral de los estudiantes.

Desde la perspectiva práctica, el estudio se delimitó a la Facultad de Odontología de la Universidad de los Hemisferios, involucrando a estudiantes, docentes y espacios de formación preclínica relacionados con la enseñanza de procedimientos odontológicos. La propuesta metodológica pretendió constituirse en una alternativa de innovación educativa que contribuyó al fortalecimiento de la formación práctica de los futuros profesionales, favoreciendo la integración de tecnologías digitales en el currículo y aportando evidencias para la mejora continua de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En cuanto a la delimitación espacial, la investigación se desarrolló en la Facultad de Odontología de la Universidad de los Hemisferios. Temporalmente, las acciones investigativas se ejecutaron durante el periodo académico comprendido entre los años 2024 y 2026. De esta manera, el alcance temático integró aspectos educativos, tecnológicos, curriculares y evaluativos relacionados con la formación de competencias psicomotoras en estudiantes de Odontología mediante la utilización del sistema CAD/CAM como recurso educativo.

1.10. Delimitación Espacial y Temporal

Delimitación espacial

La investigación se desarrolló en la Facultad de Odontología de la Universidad de los Hemisferios, institución de educación superior ubicada en Ecuador. El estudio involucró a estudiantes de la carrera de Odontología que participaron en actividades prácticas relacionadas con el desarrollo de competencias psicomotoras. Además, se consideraron los espacios de formación académica, los recursos tecnológicos disponibles, el personal docente y las condiciones

institucionales necesarias para la implementación de la metodología basada en el sistema CAD/CAM como recurso educativo.

Delimitación temporal

La investigación se ejecutó durante el período comprendido entre los años 2024 y 2026. En este tiempo se desarrollaron las fases de diagnóstico inicial, sistematización teórica y metodológica, diseño de la propuesta, implementación de la metodología y evaluación de los resultados mediante la aplicación de instrumentos antes y después de la intervención.

CAPÍTULO 2. Fundamentos Teóricos

En este capítulo se expone la información resultante de la revisión de la bibliografía especializada relacionada con el tema de investigación. El análisis realizado se enfocó en el amplio aparato teórico conceptual que sirve de sustrato gnoseológico para el estudio de la utilización de sistemas computacionales como recursos educativos para la creación de competencias psicomotoras en estudiantes universitarios. Las ideas que aquí se exponen toman en cuenta los antecedentes, principales resultados, el contexto actual y los referentes regulatorios en los que se enmarca este estudio.

2.1. Estado del Arte (Marco Histórico y Actual)

En la última década, se han incrementado sustancialmente las investigaciones donde se introduce el uso de las tecnologías en las actividades docentes para la formación de los universitarios. Incluso a instancias de organismos de carácter internacional como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se ha promovido este tipo de iniciativas por sus saldos favorables en el desarrollo de recursos humanos competentes con alta cualificación (AGNU, 2015). Siguiendo esta línea, otros organismos supranacionales como la UNESCO y la UNICEF, además de otros de carácter regional como la OEA, la CELAC y UNASUR, estimulan, promueven y supervisan numerosos proyectos de investigación relacionados con el reforzamiento de la ciencia en el ámbito educacional.

A escala internacional se reportan interesantes resultados como los de Miyazaki y Hotta, (2011); Brown et al. (2015); Khan et al. (2020); Al-Zain et al. (2021); Fukuhara et al. (2023), Cid (2023), entre otros. Aquí se aprecian los aportes de las tecnologías, incluyendo los sistemas CAD/CAM en diferentes áreas de la salud y, más específicamente en Odontología.

En el ámbito de Iberoamérica autores como Álvarez et al. (2012); Aparra y Auad (2014); Fernández et al. (2017); Gutiérrez (2018); Figueroa et al. (2019); Jofré et al. (2019); León et al. (2021); Araya y Torres (2023); Briceño y Dos Santos (2023); Cascante et al. (2023); Herrero y Carretero (2023) y Menéndez et al. (2024), reportan experiencias en el empleo de las denominadas

tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) como recursos educativos en la formación universitaria.

En el estudio realizado en Venezuela en el año 2001, específicamente en la Universidad de Carabobo, se examinaron las habilidades psicomotoras de estudiantes nuevos y la correlación entre el rendimiento clínico ocupacional de Técnicos en Odontología, con el objetivo de evaluar el nivel de desarrollo de las competencias, para lo cual se empleó el método de análisis de varianza para mediciones repetitivas (ANOVA). Los resultados revelaron disparidades en las destrezas psicomotoras iniciales y la calidad de desempeño clínico, indicando que algunos individuos poseían estas habilidades de manera innata, mientras que otros las desarrollaban a través de la experiencia (Labrador y Briceño, 2001).

La Universidad San Sebastián en Chile, realizó una investigación en el 2018 destinada a analizar el estrés y la inseguridad de los estudiantes de odontología en los niveles iniciales y de prácticas preclínicas. Se utilizó el Test Honey-Alonso a los efectos categorizar patrones de aprendizaje, metodologías activas (tales como simuladores hápticos, visitas al centro clínico universitario, aprendizaje basado en problemas,) y la encuesta MSQL para medir la motivación. Una vez que se introdujeron estrategias metodológicas para el uso de recursos de alta tecnología como los simuladores hápticos, los resultados mostraron un aumento en el desarrollo motivacional, la auto eficacia, la orientación intrínseca, el significado de la tarea y control de percepciones y creencias (Zúñiga et al., 2018).

En el año 2021 tuvo lugar en la ciudad de Porto Alegre, Brasil, el XVIII Congreso Latinoamericano de Software Libre y Tecnologías Abiertas. Allí se expuso la construcción y puesta en funcionamiento de un escáner 3D para realizar el modelado geométrico de objetos pedagógicos en la carrera de Odontología de la Universidad Tres Fronteras, específicamente en la cátedra de Anatomía Práctica. La estrategia educativa propuesta constó de 4 fases: la primera, una encuesta a los alumnos para conocer sus necesidades de recursos didácticos; la segunda, la revisión de la bibliografía; la tercera, la construcción del equipo de barrido figura de tercera dimensión y la cuarta, la creación del prototipo. Se concluyó que los estudiantes disponen de alternativas similares al diseño original como muestras para estudio y prácticas (Saavedra y Chamorro, 2021).

En el contexto de la pandemia de COVID-19 durante el 2020 y 2021, en la Facultad de Odontología de la Universidad Santo Tomás en Colombia, se llevó a cabo un estudio para diseñar

y validar un modelo en 3D de la unidad dentogingival. El proceso de elaboración del producto incluyó la obtención de las características, la creación de prototipos tridimensionales (modelos sólidos), confección de materiales, la iluminación y configuración del escenario, la animación y generación del video, culminando con el producto definitivo. Como resultado, se determinó que los recursos didácticos virtuales en 3D, son herramientas educativas que complementan y estimulan el aprendizaje de los estudiantes (García y Torrado, 2022).

Los cambios sociales han impulsado la innovación tecnológica como recurso educativo destacando el aprendizaje a través de dispositivos (computadoras, tabletas, celulares y otros). En un estudio con estudiantes preclínicos, se comparó el aprendizaje de tallado de incrustaciones entre una clase tradicional y un video, evaluado por docentes mediante el uso del CAD/ CAM. El grupo que combinó la clase presencial con el audiovisual obtuvo las calificaciones más altas, mientras que aquellos que solo vieron la filmación tuvieron valoraciones similares y estuvieron de acuerdo con la calificación del CAD/ CAM. Se confirmó que el *Mobile Learning* y el CAD/ CAM pueden constituir recursos pedagógicos efectivos para la enseñanza, ofreciendo flexibilidad, retroalimentación y precisión en la evaluación práctica (Cascante et al., 2023).

En general los datos que aportan estas investigaciones indican la viabilidad de la implementación de ese tipo de recursos educativos. Se demuestra con cifras el comportamiento de un grupo de indicadores del desempeño estudiantil y se evalúa el impacto en el proceso docente. Se reconoce el rigor metodológico en estos estudios y su validez como referentes para la presente investigación.

Sin embargo, cuando se revisan en detalle estas experiencias, desarrolladas en su gran mayoría en el marco de estudios transversales, se nota que no existe una clara determinación de los modos de actuación que involucra la terapéutica odontológica, de modo que no se observan suficientemente los indicadores de las competencias psicomotoras ni las formas de su medición empírica, ya sea en la etapa de diagnóstico como en la evaluación posterior a la intervención.

El arsenal de ejercicios pedagógicos es reducido y no permiten explorar en perspectiva hasta qué punto las habilidades adquiridas por los estudiantes, persisten tiempo después de la intervención. Tampoco se define la influencia de variables extrañas ni otros aspectos subjetivos íntimamente relacionados con las competencias, como la motivación, el nivel de satisfacción y en qué medida se trata de un aprendizaje significativo, capaz de generar nuevos conocimientos.

En otro orden, la mayoría de los autores refrenda las bondades del CAD/CAM, pero suelen ser omisos respecto a sus limitaciones. En tal sentido aparece el tema de la necesaria esterilidad de los procedimientos, no siempre tenida en cuenta, como señala Gutiérrez (2018), quien advierte que “las piezas elaboradas mediante CAD/CAM en clínica quedan excluidas del producto sanitario a la medida” (p. 1).

En relación con los factores económicos, se impone reconocer el costo de adquisición y mantenimiento de estos equipos, lo que los hace inaccesible para muchos centros universitarios públicos, a lo que habría que añadir las implicaciones del uso de softwares propietarios, usualmente sometidos a licencias que restringen su uso (Martínez & Cárdenas, 2006). En esta misma línea se apunta sobre la falta de conocimientos por parte de los usuarios y los requisitos de funcionalidad de los laboratorios. Asimismo, se han encontrado limitaciones en el proceso de separación de los márgenes subgingivales y el control de los fluidos, así como la reducida capacidad del CAD/ CAM para atender varios pacientes a la vez, a diferencia de los métodos tradicionales para la toma de impresiones (Mazzola y Castro, 2021).

Un aspecto que no figura propiamente como limitación, sino como exigencia del empleo de las tecnologías, está relacionado con las destrezas de los docentes. Así lo destaca Thomas (2016), en cuyo estudio se detectaron debilidades en el desempeño de algunos docentes respecto al uso de sistemas tecnológicos de altas prestaciones. Sobre este particular unos años antes Area (2009) reconocía que:

La integración y uso de las tecnologías informáticas en las escuelas está condicionado, además de otros factores de índole infraestructural y de recursos, por las actitudes, concepciones y destrezas del profesorado, por la cultura organizativa de la propia escuela y por la forma en que interactúan los alumnos. En este sentido, el profesorado, específicamente su formación tanto tecnológica como pedagógica junto con la cultura organizativa del centro, son factores claves en el proceso de integración y uso curricular de las nuevas tecnologías. (p. 43)

La literatura consultada no es muy abundante en experiencias referidas al uso combinado de los sistemas CAD/CAM con otros recursos tecnológicos educativos de creciente empleo en la práctica docente, como el caso de las denominadas tecnologías de la información y las

comunicaciones (TIC), que incluyen el eXelearning, la realidad virtual y aumentada. Al respecto Moroto (2012), citado por Guillén et al. (2017) sugiere que en la docencia odontológica pudiera resultar de gran utilidad “el uso de herramientas que se acerquen más al estudiante, a la realidad de la clínica dental de docencia, con un moderado paso de espacios de práctica controlados, con maniquíes a simuladores de situaciones más reales” (p. 125).

Estas limitaciones, carencias y exigencias en ningún caso impugnan el empleo de los sistemas CAD/ CAM en la formación de profesionales de Odontología, por cuanto sus bondades superan sustancialmente los obstáculos que pudiera suponer su utilización. En realidad, el análisis anterior, además de conferirle objetividad y rigor a este estudio, permite precisar y clarificar los puntos de partida para diseñar una metodología orientada a desarrollar competencias psicomotoras en estudiantes de esta especialidad.

2.2. Marco Teórico

2.2.1 Perfil Profesional y Competencias: su Expresión en la Formación de Odontólogos

La enseñanza universitaria tradicional hasta mediados del pasado siglo, se concentraba en la transmisión de conocimientos con un enfoque basado en la ciencia o área del conocimiento, es decir, el estudiante recibía la información sobre las diferentes ramas de la especialidad que se tratara y, en los modelos educacionales más avanzados, dedicaban una parte de su formación a actividades prácticas. Sin embargo, era común observar que en muchos casos el desempeño de los egresados era pobre pues, aunque eran portadores de conocimientos teóricos, mostraban limitadas capacidades para asumir tareas propias de la profesión (Cejas et al., 2018). Por tanto, había que esperar un periodo prolongado para que alcanzaran las destrezas necesarias.

Es así que, al interior de la comunidad científica, se emprendieron investigaciones para analizar y transformar ese fenómeno. Unos de sus resultados fue la identificación de los modos de actuación, es decir, subconjuntos de actividades que conforman hitos o ejes dentro de cada especialidad. Su determinación sustancia una buena parte de los estudios en las ciencias pedagógicas. Sobre el debate académico en torno a este concepto, Miranda (2011) comenta que existen un general consenso en que el modo de actuación expresa una “generalización de los métodos de la profesión y su concreción en un sistema de acciones” (p. 25). Con ello se constituye en una poderosa herramienta para la formación de los universitarios.

Variadas son las investigaciones donde se fundamenta la determinación de los modos de actuación de distintas especialidades universitarias. Así, por ejemplo, Salas y Salas (2014) enuncian que, para los profesionales de la Pedagogía, el modo de actuación subsume las funciones docente-metodológicas, la labor educativa y la investigación. Entre tanto, para la formación de los médicos, el modo de actuación profesional abarca la “atención integral a la salud individual y colectiva, la aplicación del método clínico y epidemiológico, el diagnóstico y tratamiento en la atención integral al individuo, la familia, la comunidad y el medio ambiente y establecer la comunicación requerida para la aplicación eficaz de dichos métodos profesionales de trabajo” (p. 19).

En este movimiento renovador dentro del campo de la pedagogía, emerge con gran fuerza en el escenario científico, el concepto de perfil profesional, como piedra angular en la reconstrucción de los currículos universitarios. Un interesante análisis sobre este particular lo presentan Martelo et al. (2017), para quienes el “El perfil profesional determina las competencias del egresado para lograr el desempeño laboral según su área disciplinar; son las cualidades que demuestra para resolver problemas en un entorno de trabajo cambiante e incierto, y la capacidad para aprender y afrontar nuevas situaciones (2017, p. 17)”.

Sin embargo, González et al. (2014) ponen de relieve el uso frecuentemente indiscriminado de los términos perfiles profesionales, modos de actuación y competencias. Estos autores alertan sobre la dañina tendencia de construir perfiles y diseñar currículos con una visión peligrosamente enfocada en el instrumentalismo, a espaldas de los constantes cambios tecnológicos, sociales y axiológicos. Los perfiles profesionales —señalan estos investigadores—, no deben ser asumidos como entidades estáticas, sino reevaluados permanentemente en coherencia con el proyecto educativo, el modelo curricular y los objetivos de una formación para la vida, “teniendo presentes las relaciones contextuales y culturales, pues un sujeto no es solo cognición, actitud y sensación” (p. 181).

En este mismo hilo desarrolla su análisis Villavicencio (2015), quien resalta que el perfil profesional debe ir más allá del mero profesionalismo, o sea, el dominio de competencias. Sobre los componentes axiológicos del ejercicio de la profesión odontológicos comenta que valores como el altruismo, la tolerancia, la sensibilidad humana, el respeto a la ética odontológica y la

aptitud para relacionarse de forma asertiva con compañeros, los pacientes y sus familiares, son esenciales. Para alcanzar tales cualidades es necesario:

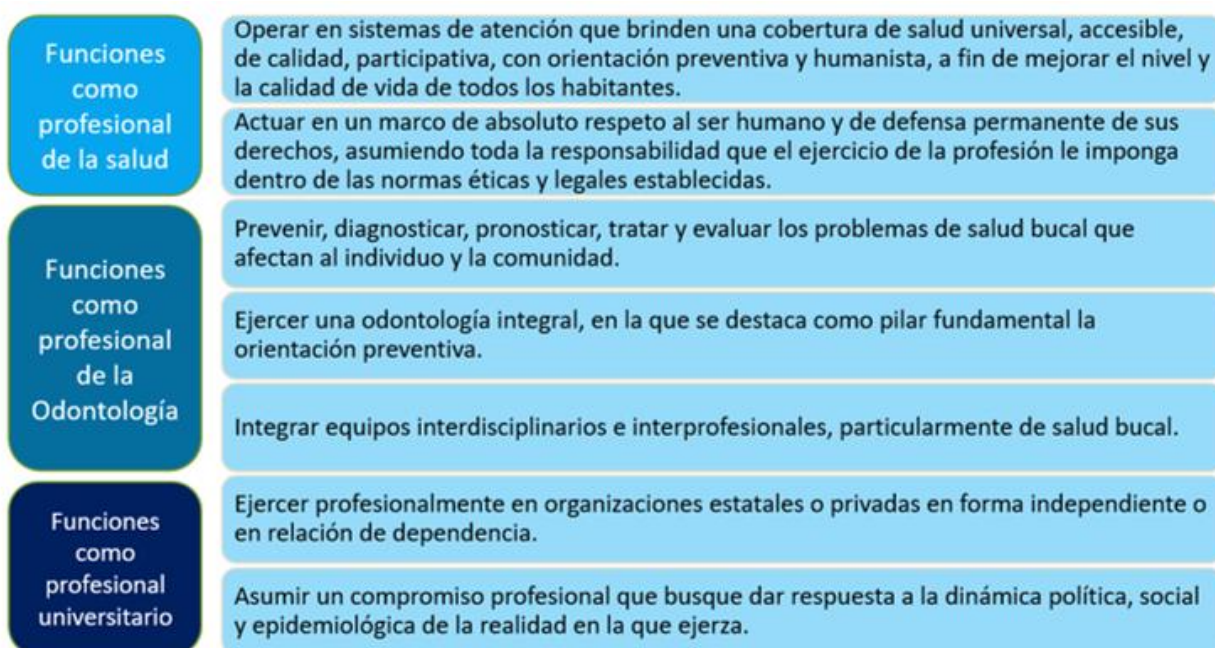
El diseño de ambientes de aprendizaje que estimulen el desarrollo de las funciones cognitivas, la adquisición de habilidades y destrezas, el pensamiento crítico, la autonomía en la toma de decisiones, el liderazgo, el trabajo colaborativo, la comunicación eficaz, la sensibilidad social, la solidaridad, la ética y la tolerancia frente a la diversidad. (p. 5)

Con los criterios de estos dos autores se coincide en el presente estudio, pues señala una importante pauta a tener presente en la construcción de la propuesta metodológica.

En términos prácticos estos presupuestos doctrinales se han incorporado como pilares fundamentales dentro de la teoría curricular. Sobre esta base, diversas investigaciones en la esfera pedagógica han permitido sustanciar los componentes del perfil profesional del odontólogo. De lo que en este sentido explica López (2015) sobre su experiencia en la actualización de la carrera de Odontología en la Universidad de la República en Uruguay, es posible diferenciar niveles de generalidad o especificidad en las funciones profesionales de esta especialidad, que se pueden graficar como se aprecia en la figura 1.

Figura 1

Desglose de las funciones que conforman el perfil profesional del odontólogo



Nota. El modelo se construyó partiendo básicamente de la propuesta de la Comisión Sectorial de Enseñanza de la Universidad de la República, con sede en la ciudad de Montevideo, Uruguay, pero coincide en términos generales con las propuestas de Perodín et al. (2021); Herazo et al. (2013); Martelo et al. (2017); González et al. (2014); Casnati y Villavicencio (2015). Fuente: Adaptado de López (2015).

Los perfiles profesionales implican la asimilación de conocimientos, habilidades y cualidades para el cumplimiento eficiente de una función laboral, o sea, la competencia profesional (Vázquez, y Couto, 2006). Consecuentemente, la formación de los especialistas, su selección, promoción, estimulación y evaluación, se sujetaba a la forma en que ellos mostraban en su desempeño el dominio de esos componentes cognitivos, destrezas y características. Nació así el modelo de gestión de recursos humanos basado en competencias, que en la esfera educacional impulsó un salto revolucionario expresado en la transformación de los esquemas curriculares (Cuestas, 2019).

El estudio de las competencias ha dado origen a variadas definiciones y clasificaciones. En principio se les veía exclusivamente como destrezas (skills), pero esa visión fue prontamente superada por una más abarcadora, que incluye una dimensión cognoscitiva, una procedimental y una actitudinal o comportamental, o sea: “saber hacer, poder hacer y querer hacer” (Salas W. , 2005, p. 3).

Lo cognoscitivo se refiere a las acciones mentales que involucran el uso del conocimiento teórico en función del razonamiento lógico y la ejecución de operaciones intelectuales de determinada complejidad, tales como el análisis, la comparación, la clasificación, entre otros (In-Red, 2023). Lo actitudinal o comportamental tiene que ver con la forma en que las necesidades, las motivaciones, los intereses, las convicciones y demás formaciones psicológicas de la personalidad, impulsan la actividad del sujeto (Al-Zain et al., 2021).

Por su parte la dimensión procedimental de las competencias se refiere a las habilidades, destrezas y pericias que provocan la transformación en el objeto de la actividad profesional. Algunas ramas de la producción, los servicios, la actividad económica o la tecnología, exigen determinadas operaciones manuales más o menos mecánicas o automatizadas (Siyoko, 2010). Otras, en cambio, demandan sólidas aptitudes intelectivas como la programación, el cálculo y la investigación científica (Apara y Auad, 2014). Empero, lo más frecuente en las actividades

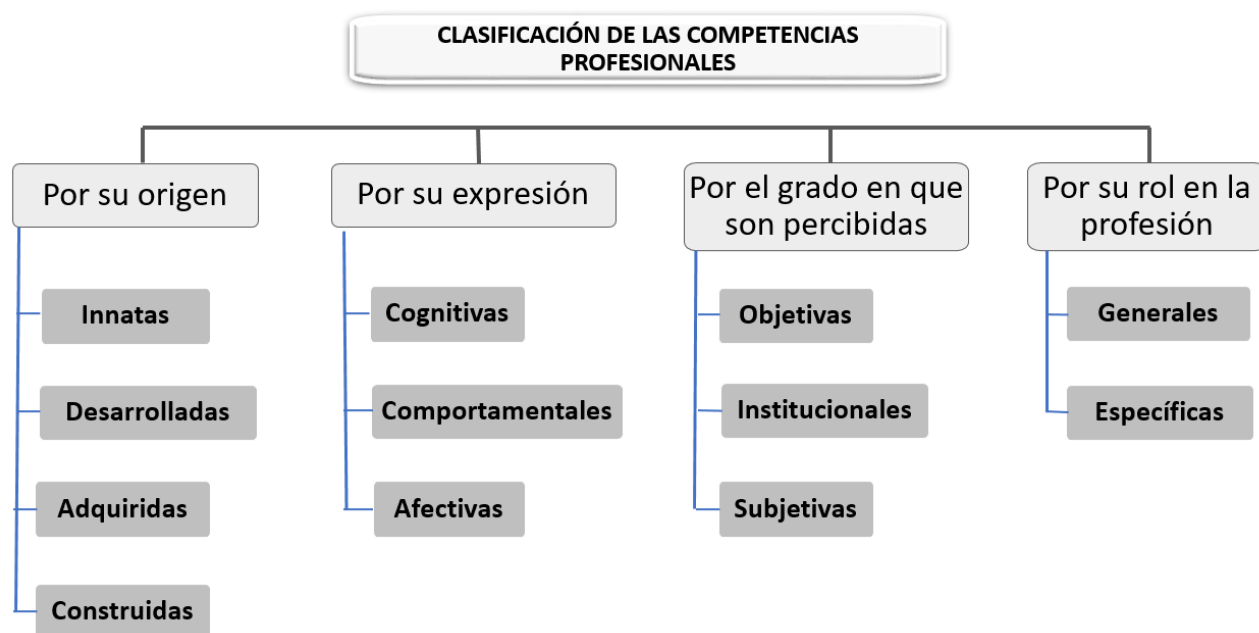
profesionales es la existencia de competencias en virtud de las cuales los sujetos deben integrar la manipulación de instrumentos, materiales u objetos con arreglo a una metodología muy precisa (Sánchez y Cisterna, 2014). Ese es el caso de las competencias psicomotoras (de Camargos y Méndez, 2016).

La competencia es apreciada como la posesión de habilidades, actitudes y conocimientos requeridos para reparar un inconveniente particular (Pérez-Sayáns y Gallas, 2020). Entre las habilidades más generales del profesional de salud se encuentra el pensamiento crítico, el pronóstico, la elaboración del plan de tratamiento, la comunicación efectiva y la prevención, en el marco de la educación comunitaria. Esto es común a las diferentes ramas de las ciencias de la salud.

Del contenido del artículo sobre definición y clasificación de las competencias, así como de otros materiales similares como los de Beltrán e Ikeda (2004), se elaboró una taxonomía que aparece en la figura 2. Esta gráfica ayuda a comprender la naturaleza de esta categoría de estudio como vía para ir aproximándose al objeto de esta investigación. Para el desglose de las competencias se emplearon tres criterios clasificatorios de los que se derivan ocho tipologías.

Figura 2

Modelo taxonómico de las competencias profesionales



Nota. En diversos escritos se les identifica como competencias laborales, sin embargo, el enfoque que se presenta se ajusta más al proceso de formación universitaria. Fuente: Elaboración propia.

Para Beltrán e Ikeda (2004), el individuo, al nacer, es portador de determinadas destrezas que le ayudan a la subsistencia (mamar, gorgear, llorar). En las etapas más tempranas aparecen otras que tienen igual función, tales como pararse, tomar objetos, articular algunos sonidos y posteriormente gatear, caminar, correr y, a partir de la interacción social, la comunicación gestual y las primeras estructuras lingüísticas, como base de los procesos psíquicos superiores. Progresivamente, asimila competencias desarrolladas como la comunicación por medio del lenguaje, la manipulación de objetos, el pensamiento racional y las expresiones de afecto. Estos autores denominan competencia desarrollada a las que provienen de la evolución de las anteriores. Aquí los procesos comunicativos se perfeccionan mediante la escritura y la lectura, el pensamiento lógico permite realizar operaciones mentales de creciente complejidad, como el cálculo o el análisis de situaciones vivenciales, mientras que la manipulación le permite moldear, ensamblar o construir, ya sea manualmente o con herramientas primarias.

La competencia construida —explican—, son las de mayor complejidad, pues demandan el uso combinado de destrezas motoras e intelectuales para obtener nuevos objetos o productos materiales o inmateriales que se construye sobre la base de las anteriores. Aquí se ubican las que sirven para desempeñar un oficio o profesión, así como la investigación científica o la creación artística. Tales aptitudes, en tanto convocan las potencialidades físicas y psicológicas del sujeto, están condicionadas por su voluntad de aprender y auto desarrollarse, por lo que se les denomina “competencias en sentido crítico” (p. 110).

Según Miller (1990), citado por Charría et al. (2011), existirían cuatro niveles de competencia compuestas por conocimientos (el saber y el saber cómo), o sea el dominio del contenido de la profesión en sí y la apropiación teórica de las formas de materializar la acción. Estas son identificadas en el modelo anterior como cognitivas. Seguidamente estaría el nivel de comportamientos (mostrar y hacer), es decir, la capacidad para desplegar las acciones profesionales en un contexto académico y en condiciones de la práctica laboral como tal, que aquí se llaman comportamentales. Esta iniciativa resulta útil a los efectos de diseñar los objetivos didácticos en la formación de los estudiantes de Odontología.

Además del ‘saber, poder y querer hacer’, Charría et al. (2011), esta vez citando los trabajos de Echeverría (2002) y Cejas (2003), sugieren que las competencias profesionales incorporan la

cualidad de asimilar responsabilidades, organizar y tomar decisiones, o sea, decidir y tomar parte en la organización laboral. A esa capacidad se denominan ‘el saber estar’ y en el modelo figura se antes expuesto, se alude como afectivas.

En el referido artículo de Charría y sus colaboradores, se retoman la propuesta de Prieto (1997), quien realiza una diferenciación entre competencias observables y medibles (objetivas); percibidas y atribuidas (subjetivas); contrastables y certificables (institucionales). Las primeras serían aquellas que pueden ser directamente evaluables por el docente; las segundas son esencialmente deductivas pues se definen mediante la deducción de las destrezas que le permiten al estudiante dar respuesta a una tarea docente. Entre tanto, las de índole institucional se refieren a las que son avaladas mediante los exámenes y ejercicios de titulación.

Teniendo en cuenta el criterio del papel de las competencias en el desempeño del profesional, estas se clasifican en generales y específicas. Por una parte, se encuentran las que le permiten al egresado integrarse a un entorno laboral, organizar y planificar su trabajo, comprender los procesos y fenómenos que matizan el objeto de la profesión y proyectar soluciones creativas en escenarios complejos, tales como la comunicación efectiva, la selección y administración de recursos, el trabajo colaborativo, la planificación del trabajo, entre otras. De otro lado, se localizan las destrezas que le posibilitan al graduado ejecutar las tareas típicas y particulares de la rama de la ciencia de que se trate (Martelo et al., 2017).

Vale decir que estas categorías clasificatorias no son excluyentes, pues en determinados casos, unas absorben a otras (por ejemplo, lo comportamental implica necesariamente un dominio de lo cognitivo) y en otros, la misma competencia puede ser ubicada en más de una categoría, tales como las competencias objetivas o medibles, que pueden ser simultáneamente institucionales.

Siguiendo este razonamiento, en lo concerniente a la psicomotricidad en los estudiantes de Odontología, cuyo desarrollo con los recursos del CAD/CAM constituye el objeto del presente estudio, se estaría hablando de una competencia construida, de tipo comportamental (mostrar y hacer), objetiva (medible), pero a la vez institucional y de tipo específica, según el contenido del perfil profesional del odontólogo.

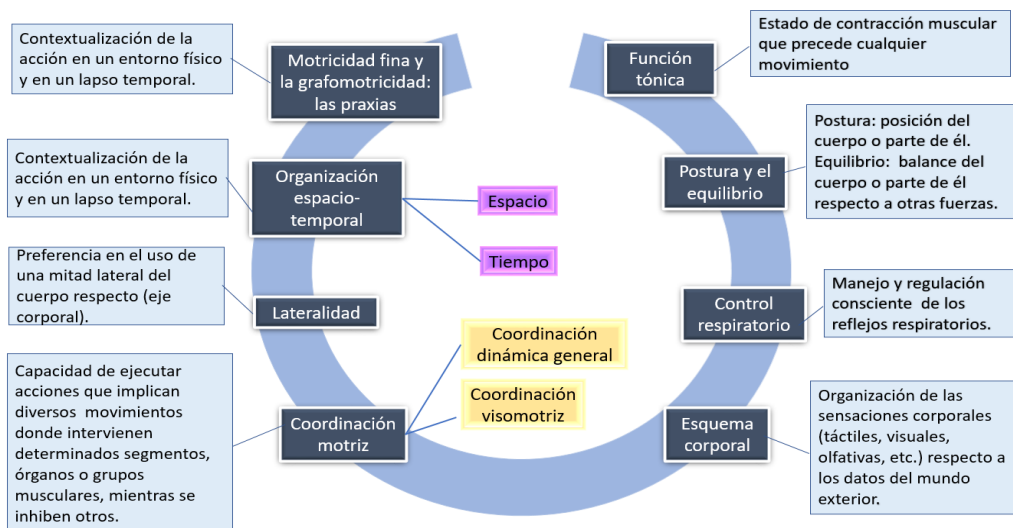
2.2.2 Psicomotricidad en Odontología y sus Implicaciones para la Docencia

Los primeros estudios en psicomotricidad se localizan en Francia y Alemania a partir de la segunda mitad del pasado siglo. En este último país no se reconoce con este término hasta un tiempo después, cuando fue superado el concepto de ‘*motología*’ como rama de las ciencias de la cultura física y el deporte. Incluso, a principios de este siglo todavía no se le reconocía en algunos países anglosajones (Berruezo, 2000b). Quizás esto explica la existencia de poca bibliografía en lengua inglesa en esas etapas. Afortunadamente, desde el 1995 se constituye el Fórum Europeo de Psicomotricidad (FEP) que impulsa los estudios en esta materia, aunque es necesario precisar que el centro de atención de estas investigaciones se focalizaba en el desarrollo psicomotor de los niños y las personas con discapacidades.

Con el aumento de investigaciones sobre este asunto, surge un nuevo perfil de especialista dentro de las ciencias de la salud: el psicomotrista, cuyas competencias serían el diagnóstico, la prevención, educación, terapia, así como formación, investigación y docencia. Muy asociado a este profesional, surge la noción de la intervención psicomotriz. Como resultado de la evolución en el plano teórico-conceptual, a partir de los trabajos del FEP, se presenta una definición de psicomotricidad que, basada en el presupuesto de la unidad entre el cuerpo y la psiquis, “integra las interacciones cognitivas, emocionales, simbólicas y corporales en la capacidad de ser y de actuar del individuo en un contexto psicosocial” (FEP, citado por Barruezo (2000b, p. 28).

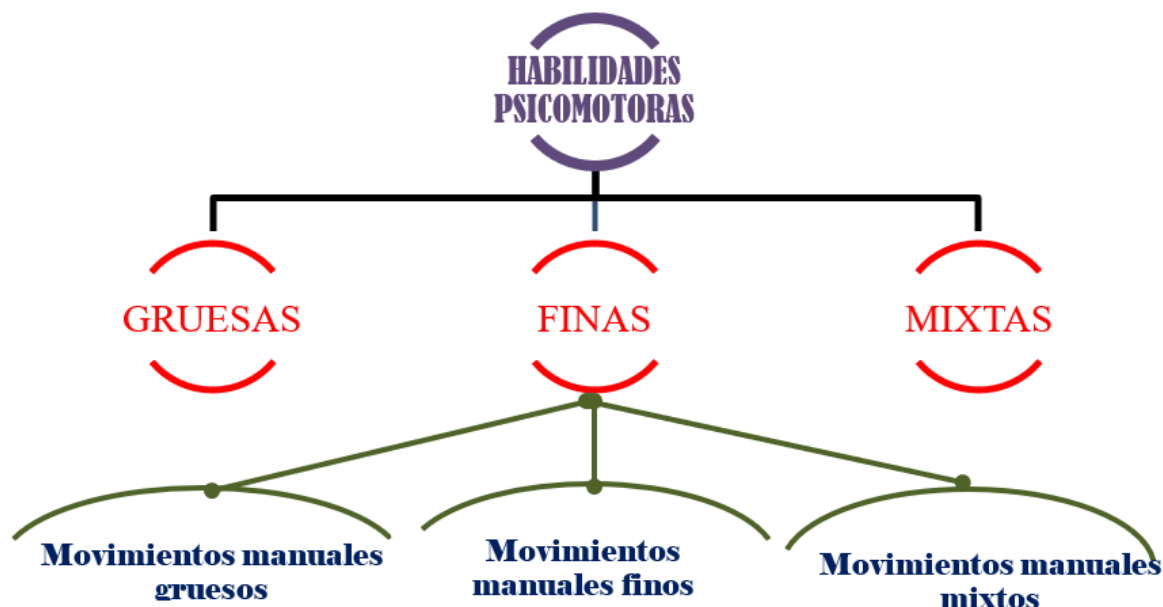
Todo ello tendría un rol significativo en la conformación de la personalidad. Un año después, el propio Fórum puntualiza la anterior definición, vinculándola con el concepto de intervención psicomotriz y puntualizando que las prácticas psicomotrices deberán orientarse a formar, titular y perfeccionar la preparación de profesionales, además de reclamar esfuerzos en cuanto a investigaciones científicas.

El investigador español Pedro Pablo Barruezo destaca por su prolija producción científica sobre esta temática. Con más de una veintena de obras, una importante contribución de su trabajo es la determinación del contenido de la psicomotricidad. La siguiente figura resume su propuesta.

Figura 3*Contenido de la psicomotricidad*

Nota. En el texto “El contenido de la Psicomotricidad”, aparecen explicadas todas las categorías expuestas en la gráfica. Fuente: Adaptado de Barruezo (2000a).

Las competencias psicomotoras se refieren al uso combinado de las extremidades y la musculatura en general con los aspectos de naturaleza cognitiva y sensorial para cumplir determinada tarea (Cuevas y Silva, 2017). Según los especialistas en este tema, es posible elaborar varias clasificaciones. A propósito de ello, la siguiente figura muestra un esquema donde se sistematizan de las habilidades psicomotoras.

Figura 4*Clasificación de las habilidades psicomotoras*

Nota. La clasificación se basa en las propuestas de autores como Barruezo (1993), Barret et al (2009), Cuevas y Silva (2017), entre otros. Fuente: Elaboración propia.

Las habilidades motoras gruesas suponen el uso de la fuerza muscular directa o asistida de instrumentos con determinada precisión y control. La motricidad manual fina es aquella en la que se requieren maniobras muy precisas y estrictas (Franco y Ayala, 2011). La habilidad psicomotora mixta responde al uso de las anteriores. Entre tanto, los movimientos manuales gruesos involucran más la fuerza muscular que la precisión (Mendiara, 2008). Por su parte, los finos exigen la coordinación fundamentalmente de la porción distal de los miembros superiores, es decir, manos y dedos (Soto-Faúndez et al., 2023). Estas operaciones se combinan con otras destrezas como la percepción viso espacial, o sea, la capacidad de ubicarse en un contexto para localizar objetos, personas, materiales o fenómenos con los cuales se debe interactuar (Duarte et al., 2022); (Sarmiento et al., 2022).

En cuanto a los profesionales de la Odontología, los modos de actuación que han sido descritos incluyen la prevención de salud, el diagnóstico clínico de enfermedades, la terapéutica regular y ante emergencias, así como el seguimiento evolutivo (Vasquez, 2022); (Quispe & Herrera, 2021). Cada uno de ellos abarca una multiplicidad de tareas, por ejemplo, dentro de la terapéutica se hallan el tratamiento oclusivo, la cirugía intrabucal, la restauración dental, diseño e

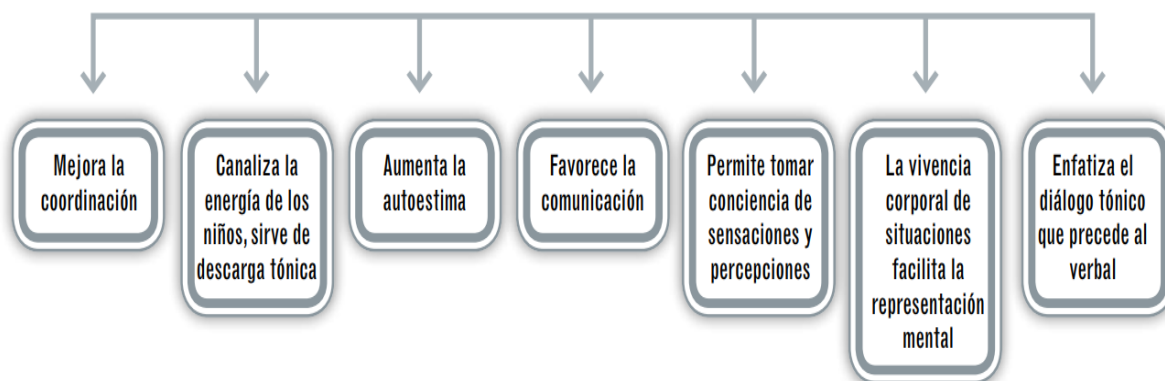
implantación de prótesis y cuidados peri, endo y ortodónticos. Como competencia odontológica Herazo et al. (2013) la define como “acciones tendentes a controlar las alteraciones presentes en los tejidos y estructuras del sistema estomatognático, para recuperar su funcionalidad y aportar a la calidad de vida, de acuerdo con referentes técnico-científicos vigentes” (p. 35).

La aplicación de estos procedimientos requiere un preciso control psicomotor por parte del odontólogo, que asegure la manipulación rigurosa de los instrumentos, objetos y materiales a fin de garantizar la eficacia del tratamiento, provocar la menor cantidad de molestias al paciente y reducir los riesgos de sepsis. Por esa razón, la malla curricular de la carrera prevé varias etapas y espacios para la formación de esas habilidades (Apara y Auad, 2014). En función de ello se emplean los laboratorios, salones quirúrgicos, maquinarias, instrumentos y modelos en diferentes escalas.

Numerosos investigadores refrendan la importancia de una capacitación universitaria con bases en la estimulación de competencias psicomotoras (Chávez, 2023). Este enfoque no desplaza la enseñanza técnica teórica tradicional, sino que la complementa mediante el desarrollo de destrezas para el uso de materiales e instrumentos. Así lo demuestran los estudios realizados por Ramírez et al. (2008); Viscarro et al. (2012); Forcadell (2015) y, más recientemente, Vallejo y Villar (2024). García (2015), por su parte, resume de esta forma las ventajas de la psicomotricidad.

Figura 5

Beneficios de la psicomotricidad



Nota. Fuente: García (2015, p. 32)

Puesto que tales destrezas se alcanzan de modo limitado, en condiciones académicas y de la práctica preclínica, en un lapso de tiempo reducido, son necesarios otros recursos y enfoques

educativos para propiciar su desarrollo. Al tomar conciencia de ello, son cada vez más los centros universitarios que adaptan sus esquemas curriculares para incorporar el estudio de la psicomotricidad.

Un ejemplo de ello fue la propuesta presentada en 2008 por Ramírez y sus colaboradores en el contexto de un proyecto investigativo denominado “Impacto y beneficio de la simulación clínica en el desarrollo de las competencias psicomotoras en anestesia”. A raíz del estudio realizado en la Universidad de Caldas, Manizales, Colombia, describe cinco etapas de un modelo de formación de estudiantes de la especialidad de Anestesiología. La primera consiste en la asimilación de los conocimientos sobre los objetivos, la secuencia y recursos a emplear. En la segunda etapa se ejecutan las acciones escalonadamente en el proceso. Luego se produce el traspaso del control ocular hacia otros sentidos o al dominio de los movimientos a través de la coordinación muscular. La otra fase consiste en la automatización de las acciones y la quinta, se dedica a generalizar la habilidad a nuevas y más complejas situaciones. En general el proceso de enseñanza abarca tres pasos, a saber: la transmisión de conocimientos, la creación de la capacidad y el desarrollo de la aptitud (Ramírez et al., 2008).

A su turno, Vizcarro et al. (2012) exploran los modos de enseñanza de la psicomotricidad en las carreras pedagógicas. Al respecto encuentran una creciente demanda de este tipo de contenidos en contradicción con una tendencia decreciente en las prácticas docentes de ese tipo. Destacan la prevalencia de la intervención psicomotriz en los perfiles de educación física y educación especial, en detrimento de otras ramas pedagógicas. Por esa razón sugieren que se continúe promoviendo el conocimiento de esta materia en la formación de los profesionales de nivel superior.

Al igual que los autores anteriores, Forcadell (2015) abunda sobre el tratamiento de la psicomotricidad en su dimensión formativa e investigativa en la enseñanza universitaria. En su estudio despliega el concepto de especificidad, define las dimensiones del proceso formativo, analiza la presencia de la educación psicomotora en la universidad y evalúa los hitos fundamentales en la investigación de esta materia.

En lo tocante al concepto de especificidad, apunta a la delimitación de tres aspectos: la globalidad, que refuerza la noción holística de los procesos psicomotores, al integrar el nivel de motricidad con los factores cognitivos, afectivos y sociales. La relación tónico-emocional explica

el condicionamiento de la respuesta tónica, gestual y postural respecto al significado que tienen para el sujeto los objetos, actividades y relaciones sociales. Como tercer aspecto estarían las actitudes psicomotrices, las cuales remiten al vínculo entre los procesos psíquicos y las actividades motoras, que se expresan en escucha, disponibilidad corporal y psicológica, empatía tónica y la autorregulación tanto física como afectiva.

Así como lo hacen Viscarro y sus colaboradores, Forcadell argumenta la necesidad de reconocer al psicomotrista como un profesional cuyas capacidades deben ser explotadas en prácticamente todas las disciplinas universitarias. Sin embargo, la investigación realizada por Vallejo y Villar (2024) revela que este contenido todavía no alcanza la necesaria atención en los modelos curriculares de las carreras de educación y salud. “Además, siendo conscientes de los diversos ámbitos y campos de acción que la psicomotricidad ha desarrollado en el ámbito nacional, aún continúa enfocada, principalmente, hacia carreras orientadas a la atención temprana de las infancias” (p. 4825).

Anclados en los fundamentos teóricos y experiencias investigativas que justifican el abordaje de la psicomotricidad en las ciencias de la salud, se ha desarrollado un creciente número de estudios sobre la formación y entrenamiento de competencias psicomotoras en estudiantes de Odontología. Todos ellos, además de constituir antecedentes de la presente investigación, ayudan significativamente a determinar el contenido de una metodología con ese fin a aplicarse en el perfil odontológico de la Universidad de Los Hemisferios.

Álvarez et al. (2012) describen un estudio piloto basado en ejercicios de psicomotricidad en estudiantes de primer año que usaban maniqués para entrenar habilidades como la postura corporal adecuada, la posición respecto al paciente simulado en un sillón dental, la manipulación del instrumental, así como la coordinación para el trabajo en equipos a dos, cuatro y seis manos y en las diversas posiciones para intervenir en la cavidad oral. Luego de aplicar una batería de test y pruebas, encontraron que existen dificultades en el cambio de lateralidad y en las destrezas de los sectores posteriores.

En la chilena universidad Finis Terrae, Apará y Auad (2014) condujeron un estudio longitudinal de tipo descriptivo donde midieron el desarrollo de cuatro indicadores de las competencias psicomotoras en prácticas preclínicas de estudiantes de primero a tercer año. Como resultado, apreciaron una tendencia evolutiva en la adquisición de esas habilidades, pero con un

grado de heterogeneidad tal que sugiere la implicación de otras variables como la motivación por la tarea profesional y la combinación de estos ejercicios docentes con otras actividades psicomotoras.

La introducción de una serie de ejercicios escalonados con empleo de la caja de retrovisión para entrenar la visión indirecta en la práctica odontológica, permitió a Herrero y Carretero (2023), constatar mayores niveles de asimilación de las competencias psicomotoras en estudiantes de Odontología. Los investigadores fueron comprobando que, en la medida en que se avanzaba en los entrenamientos, los indicadores de calidad del desempeño iban en ascenso. Con ello concluyen sobre la utilidad de la ejercitación de la psicomotricidad en la práctica estudiantil.

Similar procedimiento había seguido Yépez (2020) cuando empleó técnicas como el ensarte, grafomotricidad, pintura y pinza digital para entrenar la psicomotricidad en estudiantes. Al aplicar una serie de pruebas de medición de las habilidades psicomotoras, reveló una elevada eficiencia en el desempeño psicomotor de los alumnos.

Por su parte, Khan et al. (2020) exploran los procesos de aprendizaje motor de los estudiantes de Odontología, partiendo del hecho de que la mayoría de los estudios se focalizan en los indicadores externos de la psicomotricidad. Para estos autores, que comparten el criterio de Schmith y sus colaboradores, se estaría hablando de un proceso “a través del cual la capacidad para controlar habilidades motoras se representa a nivel de memoria”. Y continúa puntualizando que “el aprendizaje motor se asocia fundamentalmente al campo de la comprensión de la adquisición de destrezas mediante la práctica y la ejercitación” (p. 248). De acuerdo con los resultados de su investigación, para obtener una mejor comprensión de la asimilación del contenido cognitivo en la operatoria odontológica, las diferencias en la práctica dental, se deben orientar más estudios sobre los entornos de aprendizaje, incluyendo el tipo y secuencia de las actividades de aprendizaje. Este hallazgo coincide con el de Al-Zain et al. (2021).

Otro grupo de autores, ha orientado su atención a la evaluación de las competencias psicomotoras. En este sentido Barrera et al. (2016), sugieren pruebas evaluativas para medir el desempeño psicomotor de residente de la especialidad de laparoscopia. Entre tanto, Labrador y Briceño (2001) impugnan la eficacia de un grupo de pruebas de habilidad psicomotriz y viso espacial para diagnosticar el desarrollo de las habilidades de este tipo en los estudiantes. En ambos

casos se coincide en la necesidad de disponer de un sólido aparato evaluativo para comprobar la pertinencia de las intervenciones psicomotrices en el proceso educativo.

De igual manera, se aprecia consenso en la complejidad del proceso de formación de competencias psicomotoras y la necesidad de atraer todos los recursos educativos y tecnológicos a este fin. Es ahí donde se incorpora la tecnología computacional, específicamente los sistemas de diseño y fabricación asistidos por computadoras, CAD/ CAM.

2.2.3 Uso de Tecnología para Formar Competencias Profesionales en Estudiantes de Odontología

La utilización de tecnologías en función del proceso docente no es una práctica reciente. Puede decirse que a través de la historia cada vez que, como consecuencia de los adelantos científicos fue creada alguna tecnología, casi sin excepción esta ha sido atraída al proceso de enseñanza de forma directa o indirecta. Luego, con su generalización en la docencia, la determinación de sus modos de empleo y posibilidades didácticas, se han incorporado al amplio bagaje de recursos para el aprendizaje, lo cual fue reforzado a partir de la segunda mitad del siglo XX con la masificación de los medios de información (Torres y Cobo, 2017). Este proceso acumulativo, tanto de recursos como de conocimientos, ha dado lugar a una nueva disciplina pedagógica: las tecnologías educativas.

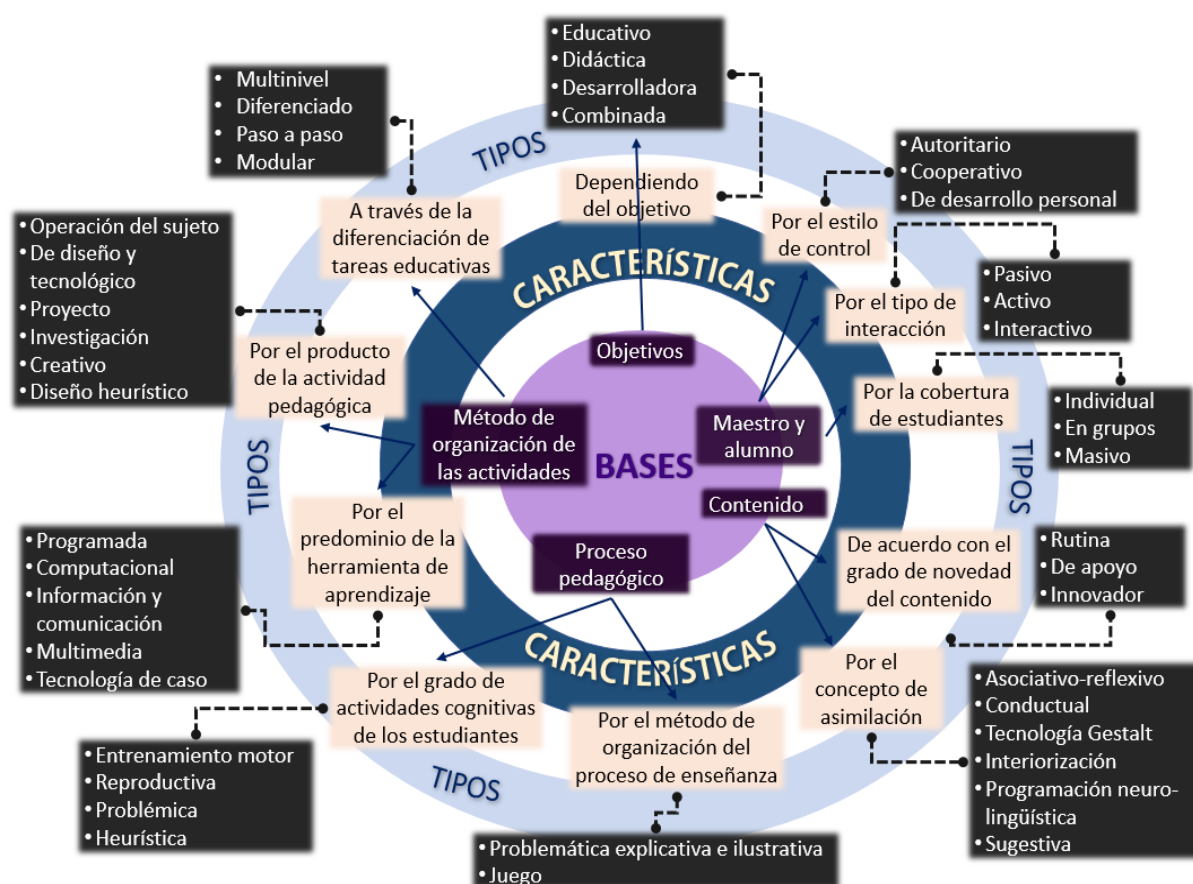
Como acertadamente explican Medina et al. (2021), dentro de esta rama se distinguen dos enfoques: las tecnologías en la educación y las tecnologías para la educación. El primero de ellos se refiere a la dimensión institucional, estructural, administrativa y constructora de los centros escolares. Ejemplo de ellos son los softwares que se usan para registrar las matrículas, sistematizar las calificaciones, emitir automáticamente los certificados, así como las tecnologías de servicios (redes de datos, servidores, sistemas para la conectividad, etcétera). Entre tanto, el segundo enfoque hace alusión a los medios que se involucran en el proceso de enseñanza aprendizaje, tales como los simuladores, maquetas virtuales o físicas, productos multimedia, softwares educativos, entre otros. No obstante, Pal (2013) hace una distinción, precisando las tecnologías educativas que se emplean en la evaluación.

La pluralidad, heterogeneidad y multiformidad de las tecnologías educativas hace muy difícil la comprensión de su naturaleza, cualidades y designación dentro del proceso docente. Por eso resulta muy valiosa la contribución de Magomed y Raisat (2020), quienes aportan una

propuesta de clasificación a partir de la revisión de la literatura especializada. Aun cuando en su investigación se ajustaron a una rigurosa metodología de búsqueda, empleando fundamentalmente los métodos de comparación y taxonómico, los autores reconocen que hasta el momento no se ha podido formar una idea holística sobre estos recursos educativos y sus componentes. Considerando como esencias del concepto de tecnología educativa los objetivos, contenido, procesos pedagógicos y las condiciones específicas de su empleo, realizan una estructuración sus características y tipología, que se resumen en la figura 6.

Figura 6

Clasificación de las tecnologías educativas



Nota. Adaptado de Magomed y Raisat (2020, p. 331).

Otras interesantes contribuciones en este aspecto las aportan Barajas (2009) y Tapia (2020). El primero de ellos utiliza como criterios de clasificación los rasgos, el medio tecnológico y de transmisión que emplean, la evolución histórica, su utilización en la educación a distancia y el rol o función en el proceso. La investigadora Carolina Tapia se concentra en clasificar las tipologías

de uso de las tecnologías, definiendo seis criterios: uso como componente cultural, canal de comunicación, gestión administrativa, académica, instrumental, personal y social.

De acuerdo con estas informaciones, para el caso de la tecnología CAD/CAM aplicada a la formación de competencias en estudiantes de Odontología, se estaría hablando de una tecnología desarrolladora, cooperativa, activa, para el trabajo individual y en grupos, de apoyo, conductual o comportamental (*behavioristic*), problemática explicativa e ilustrativa, de entrenamiento motor, programada, de operación del sujeto, paso a paso. De todas formas, en esta investigación se sostiene como premisa que, sin desconocer el impacto del uso de recursos tecnológicos en la enseñanza, estos son accesorias al proceso, es decir, se subordinan a los objetivos didácticos.

En la diversidad de recursos tecnológicos para la educación, desde la segunda mitad del siglo XX se incrementó de forma sostenida el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). La creación de sofisticados programas de enseñanza, dispositivos computacionales, metodologías y modelos educativos basados en medios y redes informáticas dio lugar a la aparición de numerosos conceptos como el *e-learning*, *b-learning*, *mobile-learning*, educación 3.0, *Computer Based Learning* (CBL), entre otros que no pocas veces funcionan como esnobismos sin una clara definición y diferenciación entre ellos, pero que fundamentaron el uso del término infopedagogía para designar la rama de esta ciencia que se ocupa de la atracción de la informática al proceso docente (Area, 2009).

De todos modos, el ineludible desarrollo tecnológico continúa abriendo las puertas a novedosos sistemas de educación basados en la tecnología. Buena parte de ellos ha demostrado su eficacia en la formación de competencias en estudiantes de diferentes niveles, como el caso del eXeLearning (Guerrero et al., 2023); las denominadas aulas inteligentes (Area, 2009); simuladores físicos y virtuales (Leiva et al., 2022); la impresión tridimensional (Figueroa et al., 2019); la nanotecnología (de la Fuente y Álvarez, 2011); plataformas de educación a distancia y los entornos virtuales de aprendizaje (Medina et al., 2021), entre otras tantas.

Más recientemente, la introducción de tecnologías hápticas ha representado un salto cualitativo en términos de simulación computacional, pues rebasa los prototipos centrados en la percepción visual para implementar la sensación táctil en la operación de los diferentes usuarios (Khan et al., 2020); (Paredes et al., 2023). Esto permite manipular objetos virtuales y percibir su consistencia, dureza, flexibilidad por medio de una interface física. No es ocioso señalar que su

empleo en la formación odontológica ha sido igualmente beneficioso, además de representar una valiosa oportunidad a la innovación educacional (Guillén et al., 2017); (Ormeño, 2016), como es el caso del CAD/ CAM.

Como ocurre en casi todas las ciencias, la introducción de nuevos sistemas tecnológicos en la práctica odontológica, comporta una dimensión educativa, pues se requiere la capacitación de los profesionales en su utilización. Mayán y sus colaboradores (2023) resumen de esta forma los principales avances tecnológicos en la Odontología en los últimos años:

Podemos mencionar la tomografía computarizada de haz cónico, visión 3D extremadamente precisa; la luminiscencia para detección de caries dental, el periodontograma computarizado; cirugía guiada en implantología dental, impresiones digitales; láser y fototerapia, piezocirugía (...) Se añaden a lo anterior la ortodoncia invisible, tratamientos con láser, bioestética dental basada en nuevos sistemas adhesivos y porcelanas ultrafinas, tratamientos bajo sedación consciente, la inteligencia artificial, la odontología robótica y regenerativa. (p. 4)

Esta autora reconoce la introducción del CAD/CAM en Odontología como uno de los avances más revolucionarios. Al igual que otros autores, señala que los cambios tecnológicos en esta rama de la salud, se distinguen por la alta penetración de las tecnologías digitales. A tal punto se ha desarrollado este proceso, que desde finales del pasado siglo se acuñó el término de odontología digital (Mouriño, 2021). Al respecto Olarte y Castro (2021) explican que su principal bondad es la integración de variados formatos de archivos, ya sea tradicionales como las fotografías y radiografías o los tridimensionales como los scanner intra y extra orales, faciales y tomofiguras y, más recientemente, los archivos en 4D, es decir, imágenes de carácter dinámico que permiten capturar determinados datos del paciente.

La relación entre los conocimientos previos, la integración y la incorporación conjunta de las herramientas tecnológicas se considera crucial y determinante en el avance educativo, investigativo y profesional (Murillo, 2019). Estas estrategias metodológicas permiten al docente destinar procesos organizados para lograr la concentración, aprendizaje y motivación del estudiante. Se crean entornos flexibles en la formación y autoformación, eliminando barreras espacio-temporales, optimizando la comunicación interactiva (Sánchez et al., 2019).

En el campo odontológico, la innovación educativa ha avanzado significativamente, incorporando diversos recursos didácticos y estrategias metodológicas (Smith y Burgess, 2001). La incorporación de la realidad virtual asistida por computadora en el entorno educacional se define como *Computer Based Learning* (CBL). Su propósito es optimizar la capacitación práctica o el entrenamiento de los alumnos para que puedan aprender de manera autónoma y en el momento que lo desean, es decir, a través del aprendizaje experiencial (Orejuela et al., 2014).

Rivero et al. (2013) alertan sobre la necesaria correspondencia que debe existir entre los objetivos educativos, las tecnologías educacionales y las estrategias metodológicas. En su estudio demostraron que allí donde no se tuvo en cuenta esta relación, los resultados no fueron los esperados. De igual forma, argumentan cómo el uso sostenido de este tipo de recursos organizativos en determinados entornos académicos, ha propiciado una amplia cultura escolar. Ello ha permitido la evolución curricular hacia modelos más flexibles que facilitan la asimilación de innovaciones en infopedagogía.

En el análisis de la literatura realizado por Bonilla (2020), se identificaron estrategias metodológicas de tipo interactivo, que actualmente se implementan en instituciones de enseñanza superior. Ellas están diseñadas para mejorar tanto la actividad del profesor (enseñanza) como la del estudiante (aprendizaje) (Morales, 2017). No obstante, es importante tener en cuenta que existen diversos métodos y procedimientos de instrucción que varían de acuerdo con la asignatura, las instalaciones y medios que se disponen y el tamaño de la población estudiantil.

Tabla 1

Metodologías en la educación superior

Método	Descripción	Función
Formación	La capacitación es un enfoque pedagógico cuyo propósito es fomentar el desarrollo y entrenamiento de habilidades y la asimilación de conocimientos en varias áreas a través de dinamismos prácticos o secuenciales.	La superioridad de la capacitación es que asegura la participación dinámica de los alumnos en el proceso.

Introducción	Establece el marco para las actividades futuras, promoviendo un entorno colaborativo y participativo. Se puede implementaren diversos formatos y plataformas.	El instructor comunica a los estudiantes de sus expectativas y metas para la próxima tarea.
Descubrir	Fomenta la participación grupal para propiciar el desarrollo de habilidades de comunicación y la interacción entre los sujetos.	Es necesario llevar a cabo, incluyendo los casos en que los estudiantes se conocen previamente.
Delineamientos en el orden de la capacitación	Cuando todos o la mayoría de los sujetos expresan oralmente o por escrito sus expectativas, entonces el facilitador presenta el plan de formación.	Abordar las necesidades del alumno
Estudio de caso	Es la preparación a través de la solución de casos específicos.	Se lleva el análisis colaborativo de la situación, se determinan soluciones y se presenta la defensa pública del caso.
Modelado conductual	Es una estrategia que sirve para implementar habilidades interpersonales, comportamiento profesional	Implica la secuencia siguiente: 1) Introducción de un modelo de conducta profesional a ser adquirido; 2) Reproducción precisa del modelo propuesto; 3) Retroalimentación para evaluar el nivel de éxito en la adquisición de los comportamientos pertinentes.
El Método de retroalimentación en pares	Se refiere al proceso en que un estudiante ofrece retroalimentación (o <i>feed back</i>) continua a otro, en relación con sus acciones y decisiones.	La evaluación externa de acciones y reacciones posibilita al aspirante a especialista identificar puntos fuertes y áreas de mejora, y fomentar un sentido adecuado de su autoestima.
Proyectos Play Projects	El aprendizaje se materializa por medio de la solución de problemas	En la fase inicial, el instructor aborda el objeto de aprendizaje, creando una situación psicológica en torno al problema; en la segunda fase, se forman grupos competitivos para elaborar la

		situación al problema, en la tercera fase, se defienden ante un auditorio las soluciones propuestas (previa revisión por partes antes del ejercicio de defensa).
Método de la cesta	Se basa en la limitación de la situación más frecuente de los especialistas, cuando el alumno debe cumplir tareas no planificadas, con eficiencia	El docente valora la información aportada por los estudiantes y ofrece una alternativa de solución, resalta las oportunidades no aprovechadas, pronostica los resultados de las decisiones y formula recomendaciones para actividades futuras.
Método de aprendizaje activo	Se le considera actualmente uno de los métodos más prometedores en la educación contemporánea, puesto que propicia la organización de entornos de autoaprendizaje	

Nota. Fuente: Bonilla et al. (2020)

La capacidad de resolver problemas es una competencia fundamental que deben desarrollar los estudiantes en la educación superior, ya que se les permite mejorar progresivamente sus habilidades cognitivas (conocimiento) y metacognitivas (autoconocimiento, concientización, control y naturaleza del proceso de aprendizaje) frente a situaciones complejas. Es crucial que los profesores asuman la tarea de orientar a los alumnos en la exploración y adquisición de nuevos conocimientos, proporcionando recursos que promuevan el desarrollo de destrezas y competencias (Niño et al., 2022).

El hecho de que el objeto de la actividad clínica es la persona humana, explica de plano la necesidad de disponer de modelos que repliquen las características fisiológicas de órganos y estructuras del cuerpo que son tratados. En sus primeros momentos estos prototipos eran simulaciones estáticas o con ligeros movimientos mecánicos (Medeiros et al., 2017). En Odontología es reconocida la utilización de los simuladores fantoma, cuyo desarrollo se atribuye a Oswald Fergus en 1894 (Leiva et al., 2022). Desde antes y con posterioridad a este modelo, se habían estado empleando las maquetas bucales de diferentes tipos. Sin embargo, con el crecimiento

de la ciencia y la aparición de las TIC, se introduce y refuerza el empleo de hardware y software en el contexto de la ya mencionada Odontología digital (Rivera et al., 2021; Sánchez et al., 2007).

El desarrollo tecnológico contemporáneo ha permitido crear modelos de simulación de diversas clases. Entre ellos se incluyen nuevas versiones de los ‘fantomas’, con propiedades hápticas. Según estudios de varios investigadores citados por Leiva et al. (2022), el simulador monitorea el procedimiento y aporta una evaluación de las operaciones, así como recomendaciones para corregir sus acciones, complementando de esa forma el papel del docente que en la simulación tradicional debía dar seguimiento a todo el proceso.

Resultados favorables se han obtenido también en la combinación de varios sistemas de simulación que incluyen la realidad virtual y la realidad aumentada. Sin embargo, dos de los inconvenientes más importantes de esas tecnologías son las diferencias en los algoritmos de empleo según los distintitos fabricantes y, el más importante es su alto costo, que las hace inaccesibles para la mayoría de los centros estudiantiles de los países en vías de desarrollo, al menos por el momento (Caltrava, 2022).

La enseñanza basada en simulación es un elemento de crecimiento dentro la educación en Odontología, en el nivel de pregrado. Se trata de técnicas fundamentales para desarrollar habilidades psicomotoras que son necesarias para la práctica clínica con pacientes que serán tratados en el futuro (Grandez, 2021). En el proceso de instrucción, el estudiante emplea modelos y maquetas de dientes humanos como herramienta pedagógica. Sin embargo, se ha observado que la utilización de prototipos artificiales no logra replicar de manera fiel la textura de los dientes naturales (Terreros et al., 2021; Fierro et al., 2020).

2.2.4 Descripción del Sistema CAD/ CAM y su Aplicación como Recurso Tecno-Didáctico

En los siglos XVI y XVII, la sustitución de dientes fue artificial, hechos de marfil, oro, latón, madera o de conchas, encontradas en la cavidad bucal de las momias. En la nueva centuria se daba paso a la técnica para fundir la cera perdida y a la aparición de la cerámica dental, lo que trascendió hasta el siglo XX (Rocha et al., 2012). Con el desarrollo de nuevos materiales y sustancias, se enriquecieron los procedimientos odontológicos con énfasis en las terapias reconstructivas. Algo similar sucedió con las tecnologías de diseño y fabricación.

Aunque no fue hasta los años `70 del pasado siglo que se les conoció con la denominación de CAD/CAM, esta tecnología tiene variados antecedentes históricos. Sus bases conceptuales fueron planteadas desde la antigüedad a partir de la geometría euclidiana. A Patrick Henratty se le atribuye la paternidad del CAM, al crear un software informático denominado PRONTO. Unos años más tarde Ivan Sutherland introdujo el primer sistema figura del tipo CAD, llamado Sketchpad (Hernández, 2021).

La introducción de tales tecnologías en la práctica odontológica se fija en la década de 1970, en instituciones de Europa y Estado Unidos. A partir de los '80 se comienza a generalizar su aplicación en la restauración y reconstrucción dental, parcial y total. Ya desde entonces el CAD CAM demostraba sus ventajas en términos de eficiencia, rapidez, costos, adaptabilidad, durabilidad y estética (Mazzola y Castro, 2021).

En la década de los '80, Charles Hull introdujo el primer modelo 3D y la primera máquina capaz de realizar impresiones digitales en tercera dimensión a partir de la imagen tridimensional de un objeto, a través de un proceso denominado estereolitografía. Ese avance dio origen a las llamadas tecnologías de prototipo rápido (TPR) o de fabricación rápida (TFR) (Yueyi et al., 2021). Actualmente, existen 50 diseños de este sistema de 5-3 ejes en la que su precisión marginal y propiedades mecánicas de restauraciones dentales no tienen una diferencia significativa, pero sí se ha comprobado su exactitud, excelente textura y calidad en sus superficies (Padros et al., 2020).

En el presente siglo, el sistema CAD/ CAM permitió fabricar prótesis dentales en distintos materiales, entre ellos feldespática, zirconio, disilicato de litio o porcelana con leucita, en marcas comerciales como Sirona, Vita, Ivoclar, Dentsplay, 3M, ESPE, MISK y otros fabricados con procedimientos nanotecnológicos (Cruz et al., 2021). También existen los bloques policromáticos que permiten estratificar de manera sencilla su cualidad, lo cual significa presentar capas de color con un diferente grado de saturación imitando la naturaleza del diente y con un correcto nivel del plano oclusal (Macías, 2015).

Precisamente, el trabajo sobre los materiales que se emplean en procedimientos de CAD/CAM odontológicos, reclamó tempranamente la atención de los científicos y tecnólogos. En función de ello surge una disciplina auxiliar denominada Ingeniería Asistida por Computadora (CAE, por sus siglas en inglés). Su designación es asistir en las tareas de análisis ingenieriles.

Los programas de CAE incluyen la evaluación de elementos finitos, mecánica de fluidos, sistemas multicuerpo, entre otros. En la actualidad son empleados para valorar la dureza, resistencia, flexibilidad, durabilidad, así como otras propiedades cruciales para definir las opciones terapéuticas en variados escenarios clínicos. Tal es su importancia, que buena parte de la bibliografía especializada ha optado por referirse a los sistemas CAD/CAE/CAM (Leão, 2020).

El sistema CAD/ CAM es considerado como una alternativa confiable, práctica y estética para el profesional y fuente de satisfacción para el paciente, que se beneficia con una intervención más rápida y menos invasiva (Oliveira et al., 2022). Desde su introducción en 1985 por Mörmann y Brandestini, ha incorporado nuevas capacidades, presentando un equipo confiable compuesto por una unidad de captación y una unidad de fresado, el mismo que resuelve casos clínicos individuales como coronas, carillas, puentes, *onlays*, *inlays*, *overlays*, así como restauraciones sobre implantes y otros (Macías, 2015). En 1990, Scott Crump recibió una patente por la fusión de dos equipos 3D, y a partir del año 1992, fue adquirida a nivel mundial por la industria en áreas de ingeniería y diseño, comenzando así la fabricación de varios ejemplares (Rojas y Salas, 1999; Mazzola y Castro, 2021; Fernández et al., 2013; Rivera et al., 2017).

Los avances tecnológicos 3D actualmente interactúan también en la medicina. Ejemplo de sus aplicaciones en imagenología como recursos diagnósticos, son la tomografía axial (TAC), el ultrasonido (USS) y la resonancia magnética (IRM). Varios materiales experimentados con empleo de la tecnología RMT han demostrado alta incompatibilidad. Por su parte CAD/CAM puede reproducir con exactitud micrométrica la textura, dimensiones, consistencia y morfología de tejidos y órganos que se requiere reparar o sustituir (Rivera et al., 2017).

Figura 7

Módulo del sistema tecnológico CAD/CAM



Nota: En la imagen se expone un modelo CEREC OmniCam y cámara de fresado MCX (Dentsply Sirona). Fuente: Hernández (2021, p. 24).

El prototipado rápido CAD/ CAM, es un proceso de fabricación que genera productos terminados a partir de modelos en yeso o digitales obtenidos mediante escaneo tridimensional. Se emplea un escáner para capturar información óptica de los registros dentales, utilizando imágenes generadas por la luz para convertirlas en archivos digitales. Estos se utilizan para diseñar prototipos estereolitofiguras mediante programas informáticos de diseño asistido por computadora (CAD) o a través de ingeniería inversa, a fin obtener una configuración geométrica sólida, con la imagen diseñada. Este sistema abierto permite la transferencia de archivos CAD a otro ordenador para su reproducción directa en una impresora 3D (Grandez, 2021; Rivera et al., 2017; Figueroa et al., 2019 y Rocha et al., 2012).

En el caso de la Odontología, CAD/ CAM permite fabricar prototipos dentales de alta precisión, calidad y compromiso estético, en menor tiempo (Rivera et al., 2017). Incluso, la textura de los dientes y otros órganos bucales se reproduce de manera muy similar. Se describe como una reproducción ‘en negativo’ de las preparaciones dentales y tejidos blandos adyacentes (Figueroa et al., 2019).

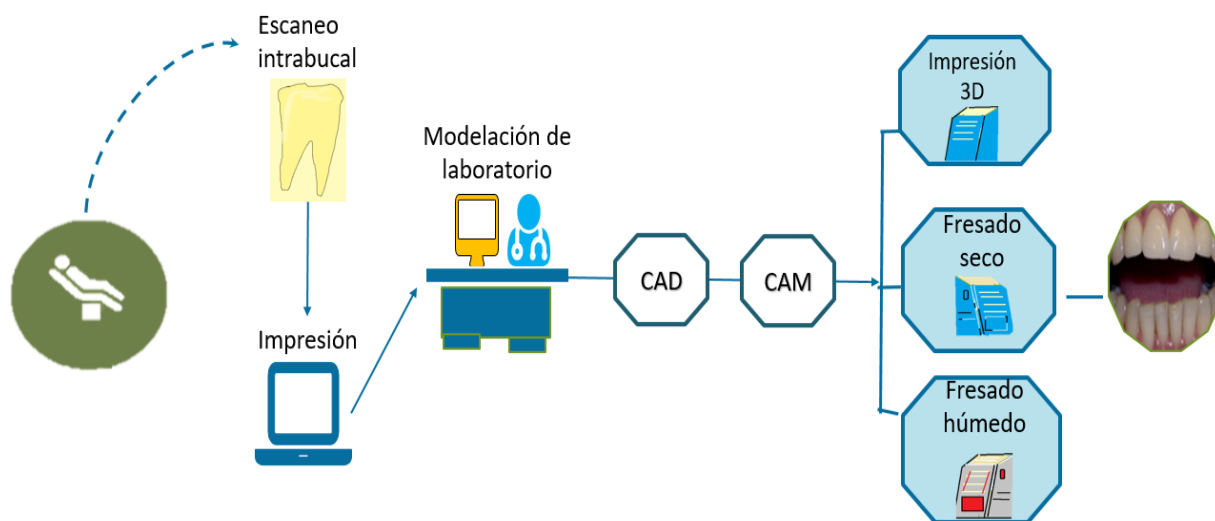
Las tecnologías CAD/ CAM adaptados a Odontología incluyen tres sistemas fundamentales: de lectura para la preparación dental (escáner), software de diseño de restauración de prótesis llamado CAD y el de fresado de estructura protésica CAM (Xavier y Maia, 2024). Posee una precisión que oscila entre las 10 y las 30 micras por capa, con una resolución de 600 dpi, que se refiere al número de puntos que se puede imprimir por pulgada, lo que determina la calidad de impresión: mientras más puntos, mayor es la eficacia de impresión (Rivera et al., 2021).

Desde sus inicios el CAD/ CAM, ha sido reconocido por sus ventajas en Odontología, como un servicio dental innovador de última generación, muy bien valorado por pacientes y galenos (Miyazaki y Hotta, 2011). En el estudio realizado por Smith y Burgues en 2001, se destaca que en el año 1985 George Murdoch, demostró la capacidad del sistema para permitir a odontólogos y pacientes elegir diversos diseños en poco tiempo, aumentando la productividad en consultas (Bilbao et al., 2021). Bo Klasson evidenció que los sistemas automatizados simplifican procesos, evitando la duplicación de trabajos y facilitando el estudio de geometría tridimensional, entrada de datos y visualización de resultados. Además, resaltó el potencial impacto en la educación (Smith y Burguess, 2001).

En la siguiente figura se ilustra el algoritmo típico de funcionamiento del sistema CAD/CAM, en este caso específico para el diseño de prótesis (Figuroa et al., 2019). Otros tipos de tratamientos siguen una lógica bastante parecida en términos generales. Los cambios residen, en lo fundamental, en la naturaleza de las acciones interpreventivas, en el uso de materiales variados y la utilización del instrumental odontológico (Villavicencio, 2021).

Figura 8

Pasos y procesos del sistema CAD/CAM en tratamiento de prótesis



Nota: Proceso inicial desde la consulta dental hasta la obtención del prototipo dental. Fuente: Elaboración propia

El CAD/ CAM incluye un software configurable a las necesidades de las distintas especialidades de la Odontología y que se ajustan a las demandas de cada paciente. En la especialidad de rehabilitación oral, permite construir incrustaciones, coronas y prótesis fijas (Miyazaki y Hotta, 2011). En los tratamientos de Ortodoncia, ha sido tan efectivo en las medidas de resultado del tratamiento como lo fueron los brackets estándar adheridos, tanto directa como indirectamente. En el aparato ortodóntico este recurso fue más eficiente en la duración del tratamiento, aunque la disminución en el total de citas con arcos fue mínima (Brown et al., 2015). Kanakaraj et al. (2021) señalan las notables ventajas del sistema en la modelación y fabricación de dentaduras completas removibles.

En varios textos se describen los componentes del CAD/ CAM, lo cual varía de un modelo a otro dependiendo de su designación, el método de modelado que utiliza, tipo de material con que operan y, por supuesto, de las especificaciones técnicas del fabricante. No obstante, es posible definir, en términos generales y con algunas variaciones, los elementos que conforman estos sistemas, lo que aparece resumido en la siguiente tabla.

Tabla 2

Componentes del CAD/ CAM

Componente	Definición
Modelado geométrico	Este componente determina el estudio de métodos de diseño en las que se representan varias entidades geométricas, y esto dependerá de las características técnicas del prototipo que se desea modelar.
Técnicas de visualización	Este componente es muy esencial para poder obtener las imágenes del prototipo, depende de los parámetros establecidos para la modelación, estas técnicas van de la mano según el estudio que se realice al prototipo ya sea un análisis estático, dinámico, de fluido, magnético o eléctrico.
Técnicas de interacción gráfica	Es el soporte de la información geométrica que ingresa para el diseño, y depende de las técnicas de posicionamiento ya sea para realizar el proceso de modelación 2D o 3D.
Diseño de interfaz de usuario	El operario debe poseer excelentes conocimientos del manejo de los sistemas CAD-CAM pues gracias a ellos existe mayor confianza en el proceso de modelación.
Bases de datos	Permite almacenar toda la información de los prototipos que se diseñen.
Métodos numéricos	Consiste en la aplicación de cálculos matemáticos acompañados de razonamiento lógico que permiten realizar un análisis de los sistemas CAD-CAM
Interfaz de comunicaciones	Este es importante ya que de este depende que exista una buena interconexión entre cada máquina y dispositivo con los sistemas CAD-CAM.

Nota. Fuente: Pacheco y Espinoza (2016), citados por Cruz et al. (2021, p. 379)

En las especialidades complejas como la cirugía maxilofacial, el software permite reconstruir en 3D el esqueleto maxilofacial. Se puede realizar osteotomías y movimientos quirúrgicos virtuales (Rivera et al., 2017). Produce también estructuras sobre implantes con

resistencia mecánica, adaptación marginal y estética (Xavier y Maia, 2024). Otra aplicación actualmente es en Endodoncia, específicamente en el manejo de estructuras 3D para comprender la complejidad de los sistemas de conductos de una pieza dental (Villavicencio, 2021; Rivera et al., 2021).

A través del escáner intrabucal se logra el registro en 3D de la preparación dentaria. Este componente del sistema capta la información para configurar una “impresión óptica” de los dientes y registros oclusales que, una vez convertidos en datos, permiten obtener una nueva estructura o un modelo restaurador de la estructura existente.

El CAD/CAM apoya la planificación quirúrgica por medio de la recreación tridimensional del esqueleto maxilofacial (Rivera et al., 2017). De igual forma, se pueden planificar osteotomías y procedimientos virtuales en cirugía. Con esa base se configuran férulas quirúrgicas, modelos estereolitofiguras y prótesis articulares ajustadas a los rasgos anatómicos de cada paciente de modo individualizado y personalizado (Paredes et al., 2023).

En la actualidad se producen módulos de CAD/ CAM para clínicas dentales en las que se utilizan para los servicios de salud, pero también para laboratorios. Numerosos estudios experimentales se continúan desarrollando con el objetivo de determinar nuevas prestaciones y aplicaciones, así como riesgos y desventajas.

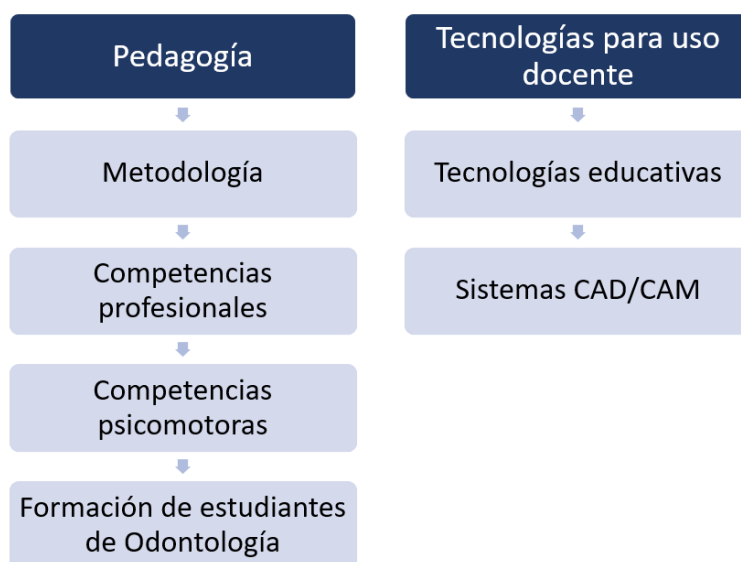
En resumen, el sistema CAD/ CAM se emplea en diversas áreas de la práctica profesional odontológica, donde mejora la calidad de los servicios prestados y los niveles de satisfacción del paciente (Cerruto, 2022). En el ámbito de la educación universitaria, es un recurso educativo que facilita el desarrollo de las actividades cognitivas y destrezas de los alumnos, ya que incorpora todas las especialidades de la carrera de Odontología.

2.3. Marco Conceptual

De los aspectos analizados hasta aquí, es posible y necesario definir el aparato conceptual con que se trabajará en esta investigación. Los conceptos y categorías que aquí se recogen provienen en general de la literatura especializada, con presiones adecuadas a las necesidades e intereses de este estudio. Para las definiciones, primeramente, se agruparon los términos y categorías por las dos áreas temáticas que se abordan en este estudio, tal como aparece en la figura 9.

Figura 9

Organización de los conceptos con que se trabaja en la investigación



Nota. En el caso del área de tecnologías de uso docente, se incluye el sistema CAD/CAM puesto que, aunque no es propiamente una tecnología destinada a este fin, en el presente estudio se asume desde su dimensión formativa. Fuente: elaboración propia.

En primer lugar, se define la metodología como el conjunto de pasos ordenados con arreglo a un objetivo definido con antelación, que orientan la actuación organizada y coherente del sujeto en su transformación del objeto (Acosta, 2023).

Las metodologías suelen tener un contenido básicamente procesal cuando se refiere a tareas, funciones laborales, etc., (por ejemplo, una metodología para el trabajo de prevención social comunitaria), pero también puede tener un carácter gnoseológico, puesto que suele incluir acciones mentales donde lo que se organiza por etapas o fases, son las operaciones del pensamiento, por ejemplo, la metodología para el estudio de casos. Como norma, una metodología debería incluir las exigencias o principios básicos de la actividad de que se trata, los conceptos con que opera cuando ellos hayan sido innovados o modificados, las fases o etapas en las que se dividen y ejecutan las acciones, los instrumentos o recursos a emplear y, si es necesario, su modo de empleo, así como otras premisas que aseguren la ejecución exitosa de la actividad (Alcolea et al., 2017).

La metodología educativa para implementar el sistema CAD/ CAM que se propone, es un modelo de las acciones que, sobre la base de una concepción pedagógica, permiten atraer este recurso al desarrollo de competencias psicomotoras en estudiantes de la carrera de Odontología.

Las competencias, como ya se abordó con anterioridad, son el conjunto de recursos personológicos de naturaleza cognitiva, comportamental y afectiva que le permiten al sujeto el desempeño eficiente en un cargo u ocupación (Cejas et al., 2018). En el caso específico del odontólogo, Calatrava (2010) enuncia la competencia clínica 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. 3)

Entre tanto, las competencias psicomotoras se asumen como las destrezas físicas, intelectuales, cognitivas y afectivas que permiten —en este caso al odontólogo—, realizar determinadas operaciones que implican la manipulación de objetos, aparejos o materiales, ya sea de modo directo o con el auxilio de instrumentos o herramientas para solucionar problemas de salud (Amaya, 2014). A los efectos de esta investigación, se operará concretamente con las denominadas finas, dada la naturaleza de las maniobras que se realizan en Odontología.

El concepto de formación de estudiantes de Odontología se define como el sistema de acciones instructivas y educativas, con arreglo a un modelo curricular, que tiene la finalidad de crear y desarrollar las competencias que le permitan al odontólogo cumplir con su encargo social como profesional de salud, con elevado dominio teórico y práctico del objeto de la profesión y una apropiada asimilación de valores éticos y humanísticos.

En el área de tecnologías de uso docente, se opera como el concepto de tecnologías educativas. Este término tiene una doble acepción, una sistémica como rama de la Pedagogía, entendida como “espacio intelectual pedagógico cuyo objeto de estudio son los medios y las tecnologías de la información y comunicación en cuanto formas de representación, difusión y acceso al conocimiento y a la cultura en los distintos contextos educativos (...)” (Area, 2009, p. 20). Su otra acepción tiene un carácter más instrumentalista, en tanto se refiere al conjunto de

recursos tecnológicos que, diseñados o no con fines docentes, son asimilados para alcanzar determinados objetivos dentro de un contexto educacional (Torres y Cobo, 2017). En esta investigación se trabaja con ambas acepciones.

El sistema CAD/ CAM es la combinación de software y hardware que permite modelar y construir desde un plano tridimensional, los materiales y componentes que necesita el odontólogo en su labor terapéutica (Bolaños, 1999). Desde la perspectiva de la docencia en Odontología, es una tecnología que permite desarrollar en condiciones académicas y de la práctica pre clínica, competencias psicomotoras en los estudiantes de esa especialidad. Según la valoración de Rivero et al. (2013) se trata de una *‘tecnología en la educación’*, es decir, no específicamente concebida con propósitos pedagógicos pero aplicable al proceso de enseñanza. En esta investigación se hará referencia a varios tipos de modelos CAD/ CAM, con énfasis en su uso con fines educacionales.

Estas definiciones se asumen como puntos de partida para desplegar las acciones investigativas, pero es de prever que, como resultado de la aplicación de los métodos y el procesamiento de los resultados, se realicen precisiones conceptuales que podrían constituir contribuciones al desarrollo del conocimiento teórico.

2.4. Marco Contextual

En la arena internacional, han sido variados los reportes de estudios clínicos y de la atracción de tecnologías en el proceso formativo. La comunidad científica acumula un vasto volumen de investigaciones sobre cómo los avances en materia tecnológica se han estado incorporando a la formación de los estudiantes de diferentes ramas, incluyendo, por supuesto, las de la salud (Miles y True, 2003).

El uso de los sistemas CAD/CAM en la enseñanza odontológica, como es lógico, fue posterior a las primeras etapas de la utilización generalizada de ese recurso en la práctica clínica. En su revisión sistemática de la literatura, Leiva y sus colaboradores (2022) encontraron variadas referencias sobre el tema, donde se ilustran la percepción de estudiantes y profesores sobre la utilización de este recurso en la enseñanza. Sin embargo, como plantean estos autores, el factor económico sigue mediando negativamente en la valoración de la pertinencia de estos procedimientos ya que de todos los módulos producidos hasta hoy, más de una tercera parte se encuentran en Europa y Estados Unidos, otro importante volumen en países desarrollados de Asia

y una cantidad comparativamente muy inferior, en América Latina y África, lo que explica las todavía insuficientes referencias histórico -investigativas sobre las experiencias del diseño y fabricación asistidos por computadora en esta parte del mundo.

Las bondades del diseño y fabricación serían asistidas por computadora, demandó acciones para capacitar a los nuevos profesionales de forma tal que, una vez graduados, estuvieran en condiciones de utilizar esta tecnología. Visto así, el proceso debe ser analizado desde tres perspectivas: el entrenamiento pedagógico de los docentes para su uso en el aula; la asimilación teórico-práctica por parte de los alumnos de sus propiedades y prestaciones y, en tercer lugar, la utilización del CAD/CAM como vía para desarrollar competencias psicomotoras en los estudiantes (Fukuhara et al., 2023). Esta última dimensión (desarrolladora) es la que nutre el objeto de la presente investigación.

Al examinar el impacto que han tenido y tienen las variadas tecnologías informáticas en la enseñanza de la Odontología, Bravo et al. concluyen que “Todos estos métodos de enseñanza modernos ayudan al estudiante a lograr un adecuado conocimiento, pero también le ayudan al desarrollo de sus habilidades en un proceso de aprendizaje activo y efectivo” (2021, p. 40). Continúan explicando que el auge actual de las TIC permite que los jóvenes estudiantes en los diferentes niveles de enseñanza, considerados ‘nativos digitales’, estén ampliamente familiarizados con ellas y demuestren capacidades para operar sistemas y dispositivos informáticos como los teléfonos móviles, tabletas y computadoras portátiles. Esta condición deberá ser aprovechada para adaptar y mejorar el proceso de aprendizaje mediante la introducción de recursos amigables y asequibles a esta nueva generación de alumnos.

Sobre esta base, se consolidan esquemas curriculares que recurren los modelos de *e-learning*, *b-learning* y *mobile learning*. En este contexto, las universidades procuran disminuir el periodo entre la puesta en funcionamiento de nuevas tecnologías y el despliegue de las acciones pedagógicas para capacitar y entrenar a los nuevos profesionales. Por supuesto, la enseñanza de Odontología no es ajena a esa tendencia contemporánea.

Siguiendo esta línea, es cada vez mayor el número de centros de altos estudios que incorpora el empleo de tecnologías computacionales en la enseñanza de Odontología. Algunos, como la Universidad Nacional Autónoma de México, han introducido una asignatura optativa

denominada “Tecnología CAD//CAM en Odontología”, a elegir indistintamente a partir de cuarto año-semester por los estudiantes de la Licenciatura de Cirujano Dentista (Fernández et al., 2017).

Como ocurría en la mayor parte del mundo, en Ecuador los estudios de Odontología se desarrollaban en algunas escuelas de medicina (Véliz, 2018). A partir de 1960 comienzan a crearse las primeras facultades y escuelas de esa especialidad, primeramente, en la Universidad Central y luego en otros centros de altos estudios (Menéndez et al., 2024).

Sobre la historia de la Odontología en Ecuador, resulta muy revelador e ilustrativo el texto elaborado por el doctor Jaime Luna y un grupo de sus colaboradores. Según estos investigadores, el año 1693 marca el inicio de los estudios médicos en la región de Quito, a instancias del Fray Ignacio de Quesada y la Real Universidad de Santo Tomás de Aquino de la Orden de Predicadores de Quito. Sin embargo, los tratamientos odontológicos eran relegados a un segundo plano. De hecho, no fue hasta el año 1904 que se insertan cursos de dentistería en varias facultades médicas del país (Luna et al., 2022).

Progresivamente, creció el número de centros universitarios que asumieron esta especialidad, tales como las universidades Central, de San Francisco; de las Américas, la Tecnológica Equinoccial y la Católica de Santiago de Guayaquil, en sus respectivas facultades de Ciencias de la Salud. En el 2018 la facultad de Odontología de la Universidad de Los Hemisferios en la ciudad de Quito y Espíritu Santo en Guayaquil, engrosan el número de centros de altos estudios con carreras de Odontología. Esta cifra se incrementa con la incorporación de esta carrera en la Universidad SEK, en el año 2021, bajo los efectos de la pandemia de COVID 19.

Quizás por el insuficiente desarrollo de la Odontología respecto a otras ramas de las ciencias médicas, los primeros estudios universitarios en esta especialidad eran de apenas dos o tres años. Sus egresados tenían un rango inferior a los médicos. Posteriormente se consolidan las alianzas entre especialistas y centros universitarios dedicados a este perfil y, siguiendo una tradición iniciada en Europa y Estados Unidos, se crea la Federación Odontológica Latinoamericana. Este organismo ejerció notable influencia en el respaldo de la formación de odontólogos con un alto nivel técnico profesional y creciente reconocimiento dentro de la comunidad científica y a escala social (Reinoso, 2023).

Como consecuencia de su devenir histórico, la calidad y rigor de la educación odontológica ha atravesado varias etapas de desarrollo. Al respecto Cedeño et al. (2019) observaron que, en las

carreras de Odontología en el Ecuador, el diseño curricular no es portador de las tendencias prevalecientes a escala internacional. Las funciones del odontólogo se enmarcan en el sistema estomatognático, centrado en la detección de alteraciones o patologías, el diagnóstico de mal oclusiones óseas y dentarias, la aplicación de tratamientos a las patologías bucales y del periodonto, para contribuir a la sanación de enfermedades, pero sin considerar otros aspectos de la profesión.

En su análisis crítico del modelo curricular adoptado de forma bastante generalizada, los mencionados autores advierten la falta de homogenización y correspondencia con las necesidades sociales; la integralidad de la salud estomatológica se enfoca principalmente en los procedimientos terapéuticos más que en la prevención de salud; insuficiente cooperación entre odontólogos y especialistas de otras ramas de las ciencias médicas como la medicina interna, la obstetricia, enfermería y otros. Por otra parte, en el ámbito de la clínica no se aprecia la necesaria fundamentación teórica y científica de la profesión, lo que influye en que la educación odontológica esté más basada en el practicismo que en los basamentos epistemológicos de la profesión (Cedeño et al., 2019).

Advertidos sobre estas debilidades, desde la primera década del presente siglo, los órganos rectores de las universidades del país, se involucran en un proceso de perfeccionamiento de la concepción formadora de odontólogos. Entre los pilares de estas transformaciones se encuentran las características de los probables escenarios de la atención odontológica en el futuro a mediano plazo. Ello exige un incremento en el volumen de graduados con mayores niveles de capacidad profesional, amplio dominio de la tecnología y sólido compromiso con la prevención de salud. Asimismo, se requiere mejorar las opciones de superación y especialización, ampliar el impacto de la introducción de resultados científicos. Además, sería necesario reforzar otros incentivos materiales (Hidalgo et al., 2017a).

Este perfeccionamiento sería estimulado y supervisado por el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES). Partiendo de un sólido sistema de indicadores de calidad, el proceso se inició alrededor del 2012 y continúa en la actualidad, en el propósito de buscar un modelo educativo de excelencia (Hidalgo et al., 2017b).

Este esfuerzo transformador se vio severamente afectado por la pandemia del SARS COV 2. En esta etapa se paralizaron o redujeron significativamente los servicios de salud odontológica,

teniendo en cuenta la elevada propensión al contagio por el contacto con las mucosas bucales. Variados estudios como los de Álvarez et al. (2023), anuncian que la COVID-19 no solo tuvo una notable repercusión en la Odontología clínica, con un incremento de las afectaciones a la salud bucal, sino que forzó a adoptar medidas extremas en materia de bioseguridad que obligaron a los especialistas de lidiar con estos riesgos y combatir las lesiones procurando los menores niveles de contagio posibles.

Como parte de las medidas de control epidemiológico, se interrumpieron las actividades docentes en los centros universitarios, con la consiguiente afectación a la formación y desarrollo de las competencias en los estudiantes. En su investigación sobre la percepción de estudiantes de Odontología, Cedeño (2021) informan que la mayor parte de los alumnos, influidos por informaciones provenientes de las redes sociales, valoraban que la epidemia impactaba negativamente en la práctica de su profesión. Consideran que, con este episodio, en el futuro la Odontología será “una profesión más estricta, complicada, costosa, difícil, peligrosa y estresante, debido al riesgo de contagio, las medidas de bioseguridad y la baja demanda de pacientes” (p. 263). En general los alumnos revelaban altos niveles de ansiedad e incertidumbre respecto a su futuro profesional. Ello explica que, ante situaciones similares, es necesario ofrecer información especializada, confiable y fidedigna sobre los riesgos epidemiológicos de determinadas enfermedades y sus implicaciones para la práctica clínica.

El confinamiento obligó a acudir a otros modos de preparación, como la enseñanza a distancia. Sin embargo, por razones lógicas, se limitó la asimilación de habilidades como la psicomotricidad. A pesar de ello, loables experiencias demostraron la posibilidad de estimular esas aptitudes. Investigaciones realizadas durante la pandemia de la COVID 19 como la que reportan Soto Faúndez et al. (2023), se dedicaron a implementar sesiones de entrenamiento psicomotriz por medio de las artes plásticas e instrumental de Odontología utilizando la enseñanza a distancia, en formato online y guiados por un terapeuta ocupacional. La experiencia demostró que los estudiantes que participaron en el estudio, percibieron una mejoría en indicadores de psicomotricidad en comparación con el resto, lo que revela la existencia de alternativas al desarrollo de competencias psicomotrices aun prescindiendo de la presencialidad.

Superada la etapa más compleja de la pandemia, se retomaron los proyectos de perfeccionamiento curricular, su evaluación y acreditación. Se retornó a la presencialidad y se

continuó la docencia con modelos de carrera mejor concebidos. La experiencia vivida durante la COVID demostró el importante rol que corresponde a las tecnologías como recursos auxiliares en la formación profesional. Por esa razón, como parte del reinicio de la enseñanza regular, se refuerza y estimula la atracción de las tecnologías educativas. En el siguiente cuadro, se representa de manera concentrada la distribución de esos contenidos.

Figura 10

Distribución general de los sistemas de contenido en la malla curricular de la carrera de Odontología en la Universidad de Los Hemisferios

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
	Formación humanística (Persona, sentido de la felicidad, naturaleza, ética, arte y debate contemporáneo)								
Formación Básica Retórica, expresión y lenguaje									
Fundamentación científica de la carrera Microbiología, histología, bioquímica, fisiología, farmacología, embriología, anatomía, inmunología, medicina y patología.									
		Formación específica de la carrera Morfología, anestesiología, materiales dentarios, oclusión, imagenología, simulación de clínica, periodoncia, endodoncia, dentística restauradora, rehabilitación, odontopediatría, patología, cirugía bucal, bioética, odontología geriátrica, implantología							
			Formación complementaria de la carrera Salud preventiva, arte y cultura, psicología, deportes, creatividad e innovación						

Nota. las asignaturas aquí enunciadas bajo una misma denominación, pueden tener varias partes o módulos ubicados en más de un semestre. Fuente: Elaboración propia, adaptado de Universidad de Los Hemisferios (2021).

En estos momentos, el modelo curricular de esa especialidad concibe actividades docentes distribuidas en 10 semestres (Ríos, 2024). En este periodo se intercalan, atendiendo a la lógica de la profesión y a los intereses de la formación universitaria, varios sistemas de conocimientos que van desde la formación básica general, aumentando el nivel de complejidad de los contenidos, hasta redondear la preparación de los futuros odontólogos mediante un sistema de actividades prácticas preclínicas y clínicas. (Álvarez et al., 2012).

Las asignaturas de la formación específica y las actividades prácticas, son las que plantean a los estudiantes la realización de actividades que demandan destrezas psicomotoras. En este sentido destacan Materiales Dentarios, Oclusión, Simulación de Clínica, Periodoncia, Endodoncia,

Dentística Restauradora, Rehabilitación, Odontopediatría, Cirugía Bucal, Odontología Geriátrica e Implantología. Estos elementos deberán ser tomados en cuenta en el diseño metodológico (Espinoza y Toscano, 2015).

2.5. Marco Legal y Normativo

En el año 2015 la ONU adopta por acuerdo de sus miembros un documento programático denominado “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”. En el mismo se asumía por la comunidad internacional un conjunto de propósitos que en lo adelante pasarían a conocerse como “Objetivos de Desarrollo Sostenible” (ODS), en virtud de los cuales las naciones habrían de reencausar sus metas teniendo en cuenta los indicadores descritos en cada uno de los 17 ODS. Dentro de ellos, el número 4.3 declara la aspiración de “asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria” (AGNU, 2015, p. 19).

El propio documento hace reiteradas menciones a bienes inmateriales de alta significación social como la salud (objetivo 3.8) y el acceso a las ciencias y las tecnologías (objetivos 17.6 al 17.8). En todos los casos se enfatiza en la necesidad de fortalecer la cooperación internacional y favorecer estos procesos fundamentalmente en las naciones del sur. Ya desde antes y en los años posteriores a la Agenda 2030, en América Latina los estados habían adoptado varios instrumentos jurídicos para propiciar el desarrollo en estos frentes, tales como la Convención Interamericana sobre Derechos Humanos; el Protocolo de San Salvador, así como las declaraciones de las reuniones de jefes de estados miembros de los organismos regionales (CEPAL, 2018).

Puesto que la República de Ecuador es firmante de la mayoría de estos convenios y mecanismos de cooperación, la legislación interna del país refleja iguales aspiraciones. Las normas que aparecen a continuación respetando su jerarquía jurídica, reflejan el respaldo legal de las acciones investigativas que se ejecutan en el contexto de este estudio.

La investigación que se presenta encuentra sus fundamentos y referentes jurídico normativos en varios cuerpos legales que avalan la legitimidad de los propósitos planteados. La primera de estas normas es la Carta Magna, en cuya sección quinta se refrenda la importancia de la educación y su carácter científico.

En su artículo 28, la Constitución de la República declara que los procesos educativos responden a intereses públicos. La sección séptima se dedica a respaldar el derecho a los servicios de salud. En su art. 32 se enuncia que eficiencia, eficacia, calidad, precaución y bioética, son algunos de los principios que rigen los servicios sanitarios. Más adelante, en el 38.7 se establece que el Estado garantizará el acceso equitativo a la ciencia y la tecnología. (Asamblea Consitutuyente, 2008).

Subsiguientemente, la Ley Orgánica de Salud despliega esas premisas, reconociendo el rol que corresponde a la investigación científica en la elevación de los estándares de salud. Asimismo, respalda la importancia de la formación de especialistas de las ciencias de la salud con elevada cualificación (Asamblea Nacional, 2006).

En coherencia con esta normativa, la Ley Orgánica de Donación y Trasplante de Órganos, Tejidos y Células, publicada en el 2011 regula las actividades de obtención y utilización clínica de componentes de procedencia humana y productos derivados (Asamblea Nacional, 2011). La mencionada norma sienta las pautas éticas para el manejo de dientes, tejidos bucales y otras estructuras orgánicas, lo cual es común en los procedimientos de Odontología (Terreros et al., 2021).

A su turno, la Ley Orgánica de Educación Intercultural aprobada en 2011 y modificada cuatro años después, en su artículo 2, inciso u), asume la actividad investigativa, la construcción y el desarrollo permanente de las ciencias como un principio del proceso educacional. En virtud de este se establece que son la “garantía del fomento de la creatividad y de la producción de conocimientos, promoción de la investigación y la experimentación para la innovación educativa y la formación científica” (Asamblea Nacional, 2015, p. 9).

El órgano estatal encargado de dar seguimiento a la política educacional del país, puso en vigor el Reglamento de Régimen Académico y Orgánico Consejo de Educación Superior, publicado en el Registro Oficial 854. En su artículo 15 se estipula que los procesos de aprendizaje, guiadas por el profesor, incluyen proyectos que promueven el uso de las TIC. Las actividades prácticas – señala la norma –, se enfocan, entre otras, en el uso de entornos virtuales o de simulación. Más adelante, en el Capítulo III, se determina que el enfoque curricular promoverá la creación de adaptaciones, redes, conexiones transversales para facilitar el conocimiento integrado e innovador (Ministerio de Educación, 2017).

La Ley Orgánica de Ciencia y Tecnología y su reglamento, estipulan la estructura y funcionamiento del sistema científico tecnológico a nivel nacional. Uno de sus pilares es la investigación científica que tiene entre sus principios la introducción progresiva de los adelantos en esta materia a la práctica docente. En el 2016 se actualizó la Política Nacional en temas de ciencia, tecnología e innovación, donde se estimulan los procesos investigativos en las áreas de la informática, las telecomunicaciones, la computación y los recursos tecnológicos afines.

Debe señalarse que, de forma complementaria, existen varios documentos jurídicos que se encaminan a proteger la propiedad intelectual como patrimonio de la nación, de las instituciones, de los investigadores y creadores. La más importante de ellas es precisamente la Ley de Propiedad Intelectual de 1998 (Alcivar et al., 2023).

Las normativas legales establecidas proporcionan orientación y aprobación sobre la implementación de nuevas tecnologías innovadoras en instituciones de educación superior, con el propósito de desarrollar conocimientos y habilidades profesionales, evitando transgresiones de la ley ni violaciones éticas (Catalina, 2015).

CAPÍTULO 3. Fundamentos Metodológicos y Resultados de Investigación

Este capítulo, como su nombre lo indica, se dedica a exponer la dimensión metodológica de la investigación. Para su elaboración se consultaron estudios similares anteriores a este, así como un amplio espectro de materiales bibliofiguras sobre la metodología de la investigación científica.

3.1. Operacionalización de Variables y Elaboración de Matriz de Consistencia Científica Metodológica

Para determinar las variables de estudio se procede al desglose de la hipótesis de trabajo, donde se pueden definir dos, una independiente (VI) y otra dependiente (VD).

- VI: Metodología didáctica basada en tecnología CAD/CAM.;
- VD: Competencias psicomotoras en estudiantes de Odontología.

3.1.1 Cuadro Operacionalización de Variables

En la siguiente tabla se estableció el proceso de operacionalización de variables para el estudio:

Tabla 3

Operacionalización de variables

Pregunta de investigación	Hipótesis	Objetivo general	Objetivos específicos	Variables	Dimensiones	Indicadores
¿ Cómo se pueden desarrollar competencias psicomotoras en los estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad de los Hemisferios, Ecuador, período 2024 – 2016?	La implementación de una metodología basada en CAD/CAM produce mejoras significativas en las competencias psicomotoras de los estudiantes.	Diseñar una metodología para la implementación del sistema CAD/CAM como recurso educativo orientada al desarrollo de competencias psicomotoras en estudiantes de Odontología.	Sistematizar los fundamentos científicos, tecnológicos, pedagógicos y curriculares.	Variable independiente: Metodología didáctica basada en tecnología CAD/CAM.	Integración curricular y preclínica.	Correspondencia con objetivos de aprendizaje; integración en actividades preclínicas; vinculación con procedimientos odontológicos.
			Determinar los requerimientos tecnológicos, didácticos y organizativos.		Aprovechamiento tecnológico del sistema CAD/CAM.	Escaneo digital; construcción de modelos 3D; diseño digital; simulación o fabricación de componentes odontológicos

					Organización didáctica de la metodología.	Secuencia de actividades prácticas; orientación docente; retroalimentación; evaluación progresiva.	
			Diseñar una metodología basada en CAD/CAM.		Entrenamiento psicomotor asistido por tecnología.	Ejercicios de motricidad fina; precisión instrumental; control de movimientos; reducción de errores técnicos.	
			Implementar la metodología mediante ensayo experimental.		Condiciones organizativas de implementación.	Disponibilidad de equipos; capacitación docente; capacitación estudiantil; organización de espacios y tiempos de práctica.	
			Diagnosticar el nivel inicial de competencias psicomotoras.	Variable dependiente: Competencias psicomotoras en estudiantes de Odontología.	Precisión manual.	Exactitud en la ejecución; control fino del movimiento; estabilidad; control de errores técnicos.	
					Coordinación motora.	Manejo correcto de instrumental; integración óculo-manual; sincronización de acciones; control instrumental.	
					Tiempo operatorio.	Fluidez del procedimiento; eficiencia en la ejecución; cumplimiento de tiempos operativos.	
			Validar la efectividad de la metodología propuesta.		Calidad del resultado final.	Ajuste anatómico; acabado clínico; producto clínico adecuado; nivel técnico del resultado.	
					Índice de Competencia Psicomotora.	Integración de dimensiones; puntaje global transformado a escala 0–100.	

3.2. Diseño Metodológico

A continuación, se exponen los aspectos de alcance metodológico que guían esta investigación. Como se sabe, en la investigación científica han emergido numerosas posturas y paradigmas que, además de aportar los presupuestos epistemológicos de la creación del nuevo conocimiento, especialmente en el ámbito de las ciencias sociales, informan sobre los modos de conducir el proceso, el rol del investigador, el papel de los investigados, tradicionalmente relegados al plano de ‘objeto de estudio’, el destino de los resultados investigativos y las estrategias de transformación de la práctica (Bernal, 2010). He ahí la importancia de adoptar y fijar una clara posición en estos aspectos.

3.2.1. Definición del Enfoque, Diseño y Tipo de Investigación de la Tesis

Enfoque de la investigación

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, orientado a medir de manera objetiva el efecto de una intervención educativa sobre el desarrollo de competencias psicomotoras en estudiantes de odontología.

Diseño y tipo de investigación

La investigación asumió un diseño cuasi experimental, específicamente pre test–post test con grupo control no equivalente. Este diseño se aplicó porque se realizaron mediciones antes y después de la intervención en dos grupos de estudiantes: un grupo control y un grupo experimental. Además, se desarrolló en un contexto educativo real, donde no fue posible efectuar una asignación completamente aleatoria de los participantes. No obstante, el diseño permitió comparar las condiciones iniciales de ambos grupos, valorar los cambios producidos después de la aplicación de la metodología basada en el sistema CAD/CAM y determinar su efecto sobre el desarrollo de competencias psicomotoras.

En cuanto al tipo de investigación, según el nivel de conocimiento, el estudio fue de alcance explicativo, con apoyo descriptivo. Fue descriptivo porque permitió caracterizar el nivel inicial y final de las competencias psicomotoras de los estudiantes, considerando dimensiones como la precisión manual, la coordinación motora, el tiempo operatorio y la calidad del resultado final. A su vez, fue explicativo porque buscó determinar el efecto de la metodología basada en CAD/CAM

sobre el desarrollo de dichas competencias, estableciendo relaciones entre la intervención aplicada y los cambios observados en el desempeño de los estudiantes. De esta manera, el estudio no se limitó a describir resultados, sino que analizó la incidencia de una propuesta metodológica sobre la formación práctica odontológica.

3.2.2. Definición de Métodos, Técnicas e Instrumentos de Obtención de Datos

Métodos de investigación

Para el desarrollo de la investigación se emplearon métodos teóricos, empíricos y estadísticos, articulados con el diseño cuasi experimental asumido. Estos métodos permitieron diagnosticar el estado inicial de las competencias psicomotoras, diseñar la metodología basada en CAD/CAM, implementarla en el grupo experimental y valorar su efecto en comparación con el grupo control.

Desde el nivel teórico, y tomando como referencia la clasificación metodológica propuesta por Legrá y Silva (2011), se utilizaron los métodos de diagnóstico, comparación, modelación y sistematización. El diagnóstico permitió identificar el nivel inicial de desarrollo de las competencias psicomotoras en los estudiantes de Odontología, considerando las dimensiones de precisión manual, coordinación motora, tiempo operatorio y calidad del resultado final. La comparación permitió contrastar los resultados obtenidos entre el grupo control y el grupo experimental, así como valorar la evolución de ambos grupos entre el pre test y el post test. La modelación permitió estructurar la metodología de intervención basada en el sistema CAD/CAM como recurso educativo, integrando fundamentos pedagógicos, tecnológicos y curriculares. Finalmente, la sistematización facilitó la organización de los referentes teóricos y prácticos relacionados con la formación psicomotora, la educación odontológica y el uso de tecnologías digitales en el aprendizaje práctico.

En el nivel empírico se empleó la observación estructurada, la medición del desempeño y la evaluación práctica estandarizada. La observación permitió registrar el comportamiento técnico de los estudiantes durante la ejecución de procedimientos odontológicos, especialmente en aspectos relacionados con el control instrumental, la secuencia motora y la calidad del resultado final. La medición del desempeño se realizó mediante tres instrumentos cuantitativos: una lista de cotejo cuantitativa de ejecución técnica, una rúbrica psicomotora cuantitativa y una evaluación

práctica estandarizada. Estos instrumentos permitieron obtener datos objetivos en el pre test y post test, tanto en el grupo control como en el grupo experimental.

El método experimental se concretó mediante un diseño cuasi experimental con grupo control y grupo experimental. En la fase inicial se aplicó el pre test a ambos grupos para establecer la línea base de las competencias psicomotoras. Posteriormente, el grupo experimental participó en la metodología basada en CAD/CAM, mientras que el grupo control continuó con la metodología tradicional. Al finalizar el periodo de intervención, se aplicó el post test a ambos grupos, lo que permitió analizar los cambios producidos y determinar el efecto de la metodología implementada.

El método de evaluación de expertos se utilizó para valorar la validez teórica y metodológica de los instrumentos y de la propuesta. Para ello, se consideró el criterio de especialistas con experiencia en educación odontológica, tecnologías digitales, currículo y formación práctica. Este proceso permitió revisar la pertinencia, claridad y coherencia de los indicadores, siguiendo procedimientos de validación sustentados en el juicio experto y la concordancia entre evaluadores, en correspondencia con criterios próximos al método Delphi descritos por Cuestas (2019).

Finalmente, se aplicaron métodos estadísticos para organizar, procesar e interpretar los datos obtenidos. Se emplearon medidas de tendencia central y dispersión, pruebas de comparación intergrupales e intragrupo, análisis de ganancias, tamaño del efecto mediante Cohen's d y análisis de covarianza ANCOVA. Estos procedimientos permitieron determinar no solo la significación estadística de los cambios, sino también la magnitud práctica del efecto de la intervención sobre el desarrollo de las competencias psicomotoras en los estudiantes de Odontología.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de información se utilizaron técnicas e instrumentos coherentes con el enfoque cuantitativo y el diseño cuasi experimental de la investigación. Estos permitieron obtener datos sobre el nivel de desarrollo de las competencias psicomotoras de los estudiantes de Odontología antes y después de la intervención.

La observación estructurada se empleó como técnica principal para registrar el desempeño de los estudiantes durante la ejecución de actividades prácticas odontológicas. Esta técnica

permitió valorar de manera directa aspectos relacionados con la precisión manual, la coordinación motora, el tiempo operatorio y la calidad del resultado final.

Como instrumentos de recolección de datos se utilizaron una lista de cotejo cuantitativa de ejecución técnica, una rúbrica psicomotora cuantitativa y una evaluación práctica estandarizada.

- La lista de cotejo permitió identificar el cumplimiento de criterios técnicos observables durante la ejecución de los procedimientos.
- La rúbrica psicomotora cuantitativa permitió valorar la calidad del desempeño motor mediante niveles numéricos de ejecución.
- La evaluación práctica estandarizada permitió medir el desempeño objetivo integral de los estudiantes en condiciones controladas.

Además, se utilizó la técnica de análisis documental para revisar referentes científicos, curriculares y metodológicos relacionados con la formación odontológica, el desarrollo de competencias psicomotoras y el uso educativo de tecnologías CAD/CAM. Esta técnica permitió sustentar teóricamente la propuesta metodológica y orientar la construcción de los instrumentos de evaluación.

En el proceso de validación de la propuesta, se empleó la técnica de juicio de expertos para valorar la pertinencia, claridad y coherencia de los instrumentos y de la metodología propuesta. Este procedimiento permitió contar con criterios especializados antes de la aplicación definitiva de los instrumentos en el proceso investigativo.

3.2.3. Desarrollo de los instrumentos de obtención de datos.

En correspondencia con el objetivo de evaluar el desarrollo de las competencias psicomotoras en estudiantes de la carrera de Odontología, se diseñó un sistema de evaluación compuesto por tres instrumentos cuantitativos complementarios. La construcción de estos instrumentos respondió a la necesidad de obtener información objetiva, válida y confiable sobre el desempeño de los estudiantes antes y después de la aplicación de la metodología basada en el sistema CAD/CAM.

La selección de los instrumentos se fundamentó en la naturaleza de la variable dependiente de la investigación, definida como el nivel de desarrollo de las competencias psicomotoras en estudiantes de Odontología. Asimismo, se consideraron las dimensiones identificadas por los expertos participantes en la investigación: precisión manual, coordinación motora, tiempo operatorio y calidad del resultado final. A partir de estas dimensiones se establecieron indicadores observables y medibles que permitieron evaluar de forma integral el desempeño de los participantes.

Los instrumentos fueron aplicados tanto en el pre test como en el post test a los grupos control y experimental, permitiendo realizar comparaciones intragrupal e intergrupales, así como determinar la evolución de las competencias psicomotoras durante el proceso investigativo.

Lista de cotejo cuantitativa de ejecución técnica

La lista de cotejo cuantitativa fue diseñada con el propósito de evaluar el cumplimiento de criterios técnicos observables durante la ejecución de procedimientos odontológicos. Este instrumento permitió valorar el desempeño técnico de los estudiantes a partir de la observación directa de su actuación práctica (anexo 2).

Su estructura se organizó en tres dimensiones: precisión manual, coordinación motora y calidad del resultado final. Estas dimensiones se operacionalizaron mediante seis indicadores específicos:

- Exactitud en cortes o preparación.
- Control de errores técnicos.
- Manejo correcto del instrumental.
- Secuencia motora adecuada.
- Ajuste anatómico.
- Acabado y criterios clínicos.

Cada indicador fue valorado mediante una escala ordinal de tres categorías:

- 0 puntos: desempeño insuficiente.
- 1 punto: desempeño parcialmente logrado.

- 2 puntos: desempeño logrado.

El instrumento generó un puntaje total máximo de 12 puntos, posteriormente transformado a una escala de 0 a 100 para facilitar la interpretación y comparación de resultados.

La aplicación de esta lista de cotejo permitió identificar el grado de dominio técnico alcanzado por los estudiantes durante la ejecución de procedimientos odontológicos, constituyéndose en una medida objetiva de la ejecución técnica.

Rúbrica psicomotora cuantitativa

La rúbrica psicomotora cuantitativa fue elaborada con la finalidad de valorar la calidad del desempeño motor de los estudiantes durante la realización de actividades prácticas odontológicas. A diferencia de la lista de cotejo, este instrumento permitió evaluar no solamente la presencia o ausencia de determinados comportamientos, sino también la calidad con la que eran ejecutados (anexo 3).

La rúbrica estuvo conformada por ocho indicadores distribuidos en cuatro dimensiones:

Precisión manual

- Control fino del movimiento.
- Estabilidad en la ejecución.

Coordinación motora

- Integración óculo-manual.
- Sincronización de acciones.

Tiempo operatorio

- Fluidez del procedimiento.
- Eficiencia en la ejecución.

Calidad del resultado final

- Producto clínico adecuado.
- Nivel técnico del resultado.

Cada indicador fue valorado mediante una escala Likert de cinco niveles:

1 = Muy deficiente.

2 = Deficiente.

3 = Aceptable.

4 = Bueno.

5 = Excelente.

El puntaje total osciló entre 8 y 40 puntos, transformándose posteriormente a una escala de 0 a 100.

Este instrumento permitió evaluar aspectos cualitativos del desempeño psicomotor, proporcionando una visión más amplia sobre la calidad de la ejecución práctica de los estudiantes.

Evaluación práctica estandarizada

La evaluación práctica estandarizada constituyó el instrumento principal para valorar el desempeño objetivo integral de los estudiantes. Su diseño respondió a la necesidad de medir las competencias psicomotoras en un contexto práctico controlado, bajo condiciones homogéneas para todos los participantes (anexo 4).

La evaluación consistió en la realización de una actividad práctica odontológica previamente definida, cuyos resultados fueron valorados mediante criterios estandarizados.

El instrumento se estructuró en cuatro criterios de evaluación:

Tabla 4

Dimensiones, criterios y puntajes de la evaluación práctica estandarizada

Dimensión	Criterio	Puntaje máximo
Precisión manual	Exactitud técnica	25
Coordinación motora	Control instrumental	25
Tiempo operatorio	Tiempo de ejecución	20
Calidad del resultado final	Resultado clínico	30

La puntuación máxima posible fue de 100 puntos.

La evaluación práctica permitió obtener una medida global del desempeño de los estudiantes, integrando simultáneamente los componentes técnicos, motores, temporales y clínicos que caracterizan la práctica odontológica.

Integración de los instrumentos para la evaluación de las competencias psicomotoras

La utilización conjunta de los tres instrumentos permitió evaluar las competencias psicomotoras desde diferentes perspectivas complementarias. Mientras la lista de cotejo se centró en el cumplimiento de criterios técnicos específicos, la rúbrica psicomotora evaluó la calidad del desempeño motor y la evaluación práctica estandarizada proporcionó una medida objetiva del rendimiento integral.

Los resultados obtenidos mediante estos instrumentos fueron transformados a una escala común de 0 a 100 puntos, lo que permitió realizar análisis comparativos y construir indicadores integrados para cada dimensión evaluada.

A partir de la información generada por los tres instrumentos se calcularon los índices de precisión manual, coordinación motora, tiempo operatorio y calidad del resultado final. Posteriormente, estos indicadores se integraron para conformar el Índice de Competencia Psicomotora (ICP), utilizado como medida global del nivel de desarrollo de las competencias psicomotoras de los estudiantes.

Proceso de validación de los instrumentos

Con el propósito de garantizar la calidad científica de la información obtenida, los instrumentos fueron sometidos a un proceso de validación de contenido y consistencia metodológica antes de su aplicación definitiva (anexo 5). Este proceso incluyó la revisión por especialistas en educación odontológica, evaluación del aprendizaje, metodología de la investigación y tecnologías aplicadas a la formación profesional.

Resultados de la validación mediante V de Aiken

La validación de contenido de los instrumentos se realizó mediante juicio de expertos (anexo 7), considerando tres criterios de valoración: pertinencia, claridad y coherencia (anexo 6). Los resultados obtenidos mediante la V de Aiken evidenciaron valores superiores al punto de corte establecido de 0,80, lo que permitió considerar adecuados los instrumentos para su aplicación.

Tabla 5

Resultados de la validación de los instrumentos para la recolección de datos

Instrumento	Pertinencia	Claridad	Coherencia	V de Aiken global
Lista de cotejo cuantitativa de ejecución técnica	0,94	0,91	0,95	0,93
Rúbrica psicomotora cuantitativa	0,92	0,9	0,94	0,92
Evaluación práctica estandarizada	0,95	0,93	0,96	0,95

En términos generales, los tres instrumentos alcanzaron niveles altos de validez de contenido. La evaluación práctica estandarizada presentó el mayor coeficiente global, lo que evidenció una alta correspondencia entre sus criterios de evaluación y las dimensiones de las competencias psicomotoras. De igual manera, la lista de cotejo y la rúbrica psicomotora mostraron valores adecuados en pertinencia, claridad y coherencia.

Por tanto, los resultados de la V de Aiken respaldaron la validez de contenido de los instrumentos y permitieron avanzar hacia la aplicación piloto y posterior implementación definitiva en el pre test y post test.

Resultados de la prueba piloto

Con el propósito de verificar la comprensión, funcionalidad y aplicabilidad de los instrumentos de investigación, se desarrolló una prueba piloto previa a la recolección definitiva de los datos. Esta fase permitió identificar posibles dificultades relacionadas con la redacción de los indicadores, la interpretación de las escalas de valoración y las condiciones de aplicación de los instrumentos en contextos similares a los previstos para la investigación.

La prueba piloto se realizó con 15 estudiantes de Odontología que presentaban características académicas semejantes a las de la población objeto de estudio, pero que no formaron parte de la muestra definitiva. La aplicación se efectuó en condiciones equivalentes a las previstas para el pre test y post test, garantizando la observación de los procedimientos, la valoración de los criterios técnicos y la evaluación práctica del desempeño psicomotor.

Los resultados obtenidos evidenciaron una adecuada comprensión de los indicadores por parte de los evaluadores y de los estudiantes participantes. En términos generales, más del 90 % de los criterios evaluados fueron comprendidos sin necesidad de aclaraciones adicionales, lo que reflejó una adecuada claridad semántica y operativa de los instrumentos.

En la lista de cotejo cuantitativa de ejecución técnica se identificaron observaciones menores relacionadas con la delimitación de los criterios asociados al control de errores técnicos y al acabado clínico. Estas observaciones motivaron ajustes en la redacción de algunos descriptores con el fin de reducir posibles interpretaciones ambiguas durante la evaluación.

En la rúbrica psicomotora cuantitativa se observó que algunos evaluadores tendían a interpretar de manera similar los niveles intermedios de desempeño. Como resultado, se fortalecieron las descripciones operacionales correspondientes a los niveles 3 y 4 de la escala, favoreciendo una mayor diferenciación entre los niveles de ejecución.

Respecto a la evaluación práctica estandarizada, no se identificaron dificultades significativas en la aplicación de los criterios de valoración. Sin embargo, se realizaron ajustes en las instrucciones de ejecución para asegurar la uniformidad de las condiciones de evaluación y reducir posibles variaciones asociadas al procedimiento.

Adicionalmente, se analizó la consistencia interna preliminar de los instrumentos mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose valores satisfactorios para todos los instrumentos utilizados.

Tabla 6

Resultados del análisis de consistencia interna de la aplicación de la prueba piloto

Instrumento	Alfa de Cronbach
Lista de cotejo cuantitativa de ejecución técnica	0,861
Rúbrica psicomotora cuantitativa	0,918
Evaluación práctica estandarizada	0,887

De acuerdo con los criterios generalmente aceptados para la investigación educativa y de ciencias de la salud, estos resultados evidenciaron niveles adecuados de consistencia interna, al superar el valor mínimo recomendado de 0,70.

De esta manera, los resultados de la prueba piloto permitieron confirmar la viabilidad de los instrumentos para evaluar las competencias psicomotoras de los estudiantes de Odontología. Asimismo, posibilitaron realizar ajustes menores orientados a optimizar la claridad de los indicadores, la precisión de las escalas de valoración y la estandarización de los procedimientos de aplicación, fortaleciendo la calidad metodológica del estudio antes de la implementación definitiva del pre test y post test.

3.2.4. Determinación de la Muestra y su Criterio de Selección

La población estuvo conformada por estudiantes de la carrera de odontología en etapa preclínica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Los Hemisferios, Ecuador (tabla 3).

La muestra se seleccionó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando criterios académicos y disponibilidad de los participantes.

Los estudiantes fueron organizados en dos grupos:

- Grupo control: recibió formación mediante metodología tradicional.
- Grupo experimental: participó en la implementación de la metodología basada en CAD/CAM.

Se garantizó que ambos grupos presentaran una edad y condiciones académicas similares al inicio del estudio.

Tabla 7

Características sociodemográficas de los participantes según grupo

Variable	Grupo Control (n = 35)	Grupo Experimental (n = 41)
Edad (años) (Media $\pm$ DE)	21,97 $\pm$ 2,31	21,32 $\pm$ 2,48
Sexo n (%)		
Masculino	19 (54,3%)	19 (46,3%)
Femenino	16 (45,7%)	22 (53,7%)

Nota. Elaboración propia.

Posteriormente, se establecieron los criterios de inclusión y exclusión que permitieron definir la participación de los estudiantes en el estudio y garantizar la pertinencia de la muestra seleccionada.

Criterios de inclusión:

Se incluyeron estudiantes matriculados en la carrera de Odontología de la Universidad de Los Hemisferios durante el periodo académico 2024-2026; estudiantes que se encontraban en etapa preclínica de formación; participantes que asistieron regularmente a las actividades académicas y prácticas previstas; estudiantes que aceptaron participar voluntariamente en la investigación; y quienes completaron las mediciones correspondientes al pre test y post test.

Criterios de exclusión:

Se excluyeron los estudiantes que no pertenecían a la etapa preclínica de formación; quienes no completaron alguna de las fases de evaluación; participantes con inasistencias

significativas a las actividades prácticas planificadas; estudiantes que no otorgaron su consentimiento para participar en el estudio; y aquellos casos en los que la información registrada resultó incompleta o no válida para el procesamiento estadístico.

3.3. Trabajo de Campo

El estudio se estructura en tres fases claramente diferenciadas:

- Fase I: Diagnóstico inicial, mediante la aplicación de instrumentos que permitieron identificar el nivel de competencias psicomotoras en los estudiantes.
- Fase II: Diseño e implementación de la metodología didáctica basada en tecnología CAD/CAM.
- Fase III: Evaluación del impacto de la intervención*, mediante la comparación de los resultados obtenidos en el pre test y post test.

3.3.1. Procedimiento

El proceso investigativo se desarrolló en las siguientes etapas:

1. Aplicación del pre test a ambos grupos para determinar el nivel inicial de competencias psicomotoras.
2. Implementación de la metodología basada en CAD/CAM en el grupo experimental, mientras el grupo control continuó con la metodología tradicional.
3. Desarrollo de actividades prácticas durante el periodo académico establecido.
4. Aplicación del post test a ambos grupos.
5. Registro, sistematización y análisis de los datos obtenidos.

3.3.2. Procesamiento de la Información

Los datos fueron analizados mediante estadística inferencial, utilizando:

- Prueba t de Student para muestras relacionadas, en caso de distribución normal.
- Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas, en caso de no cumplir supuestos de normalidad.
- Prueba t de Student para muestras independientes, en caso de distribución normal.
- Prueba U de Mann/Whitney para muestras independientes, en caso de distribución normal.

Se estableció un nivel de significancia de $p \leq 0,05$.

Los resultados fueron presentados mediante tablas y gráficos comparativos que permitieron evidenciar los cambios en las competencias psicomotoras.

3.3.3. Consideraciones éticas

Se garantizó el cumplimiento de principios éticos en la investigación educativa:

- Participación voluntaria de los estudiantes
- Firma de consentimiento informado
- Confidencialidad de la información
- Uso exclusivo de los datos con fines académicos

Dado que la investigación no implicó intervención directa sobre pacientes, se clasifica como riesgo mínimo.

3.4. Análisis de los resultados en los datos obtenidos

Una vez concluidas las fases de diseño, validación y aplicación de los instrumentos de investigación, se procedió al procesamiento y análisis de la información obtenida. Este análisis tuvo como finalidad identificar el nivel de desarrollo de las competencias psicomotoras de los estudiantes, así como valorar los cambios producidos a partir de la implementación de la metodología basada en el sistema CAD/CAM. En correspondencia con los objetivos de la investigación y el diseño cuasi experimental adoptado, los resultados se presentan de manera secuencial, iniciando con el diagnóstico inicial de los participantes, seguido de las comparaciones

entre grupos, la evolución de las competencias psicomotoras y la evaluación del efecto de la intervención sobre las dimensiones estudiadas.

3.4.1. Diagnóstico inicial de las competencias psicomotoras de los estudiantes

Como primer momento del análisis, se valoró el nivel inicial de ejecución técnica de los estudiantes mediante la lista de cotejo cuantitativa. Este instrumento permitió identificar el cumplimiento de criterios técnicos observables relacionados con la precisión manual, la coordinación motora y la calidad final del procedimiento odontológico. La comparación entre el grupo control y el grupo experimental en el pre test permitió establecer si ambos grupos partían de condiciones similares antes de la intervención.

Tabla 8

Comparación de los criterios técnicos de ejecución odontológica evaluados mediante la lista de cotejo cuantitativa entre el grupo control y el grupo experimental en el pre test

Dimensiones	Indicador	Grupo Control (n = 35)		Grupo Experimental (n = 41)		P
		M	±DS	M	±DS	
Precisión manual	Exactitud en cortes/preparación	0,94	0,54	1,12	0,69	0,200*
	Control de errores técnicos	1,03	0,66	1,15	0,57	0,430*
Coordinación motora	Manejo correcto de instrumental	1,11	0,58	0,95	0,55	0,208*
	Secuencia motora adecuada	1,03	0,57	1,17	0,67	0,295*
Calidad final	Ajuste anatómico	,91	0,61	0,93	0,61	0,927*
	Acabado y criterios clínicos	1,09	0,56	1,05	0,59	0,787*
TOTAL Ejecución técnica		6,11	1,51	6,37	1,51	0,318*
Ejecución técnica/100		50,95	12,58	53,05	12,60	0,318*

Nota. M = media; DS = desviación estándar. Escala por indicador: 0–2 puntos. Puntaje total: 0–12 puntos, transformado a escala 0–100. p = comparación intergrupar en pre test mediante prueba T-Student y U de Mann-Whitney. p > 0,05 (*).

La comparación realizada en el pre test, mediante la lista de cotejo cuantitativa de ejecución técnica, evidenció que el grupo control y el grupo experimental presentaron condiciones iniciales similares en el cumplimiento técnico observable. Las dimensiones de precisión manual,

coordinación motora y calidad final no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Estos resultados indicaron que, antes de la intervención, ambos grupos se encontraban en un nivel basal comparable respecto a la exactitud de la ejecución, el control técnico, el manejo instrumental, la secuencia motora y la calidad del resultado odontológico. Por tanto, el primer instrumento permitió establecer una línea base homogénea para valorar posteriormente los cambios en la ejecución técnica.

Si bien la lista de cotejo cuantitativa permitió valorar el cumplimiento técnico observable durante la ejecución de los procedimientos odontológicos, resultó necesario complementar este análisis con una evaluación de la calidad del desempeño motor involucrado en dichas acciones. En este sentido, la rúbrica psicomotora cuantitativa posibilitó examinar aspectos relacionados con el control del movimiento, la coordinación y la eficiencia procedimental.

Tabla 9

Comparación de la calidad del desempeño motor evaluada mediante la rúbrica psicomotora cuantitativa entre el grupo control y el grupo experimental en el pre test

Dimensiones	Indicador	Grupo Control (n = 35)		Grupo Experimental (n = 41)		P
		M	±DS	M	±DS	
Precisión manual	Control fino del movimiento	2,89	0,90	2,71	0,72	0,519*
	Estabilidad en la ejecución	2,97	0,92	2,71	0,81	0,166*
Coordinación motora	Integración óculo-manual	2,69	0,63	2,95	0,81	0,109*
	Sincronización de acciones	2,69	0,80	2,78	0,79	0,620*
Tiempo operatorio	Fluidez del procedimiento	2,86	0,77	2,80	0,75	0,747*
	Eficiencia en la ejecución	2,60	0,70	2,68	0,72	0,869*
Calidad final	Producto clínico adecuado	2,89	0,80	2,76	0,66	0,348*

	Nivel técnico del resultado	2,86	0,88	2,85	0,85	0,884*
TOTAL	Calidad de desempeño motor	22,4286	2,34	22,24	2,40	0,674*
	Calidad de desempeño motor/100	45,0917	7,32	44,52	7,49	0,674*

Nota. M = media; DS = desviación estándar. Escala por indicador: 1–5 puntos. Puntaje total de la rúbrica: 8–40 puntos, transformado posteriormente a una escala de 0–100. p = comparación intergrupar en pre test mediante prueba T-Student y U de Mann-Whitney. $p > 0,05$ (*).

La comparación realizada en el pre test, mediante la rúbrica psicomotora cuantitativa, evidenció que el grupo control y el grupo experimental presentaron condiciones iniciales similares en la calidad del desempeño motor. Las dimensiones de precisión manual, coordinación motora, tiempo operatorio y calidad final no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Estos resultados indicaron que, antes de la intervención, ambos grupos partían de un nivel basal comparable en el control del movimiento, la coordinación de acciones, la eficiencia procedimental y la calidad del producto clínico. Por tanto, el segundo instrumento permitió establecer una línea base homogénea para valorar posteriormente los cambios en el desempeño psicomotor.

La valoración de la calidad del desempeño motor aportó información relevante sobre las habilidades psicomotoras de los estudiantes; sin embargo, para obtener una apreciación más objetiva de la ejecución práctica, fue necesario incorporar una evaluación basada en el rendimiento observable durante la realización de procedimientos odontológicos. Por ello, se aplicó una evaluación práctica estandarizada que permitió analizar de manera integral la precisión técnica, el control instrumental, el tiempo operatorio y la calidad del resultado final.

Tabla 10

Comparación del desempeño objetivo integral evaluado mediante la evaluación práctica estandarizada entre el grupo control y el grupo experimental en el pre test.

Dimensiones	Indicador	Grupo Control		Grupo Experimental		P
		(n = 35)		(n = 41)		
		M	±DS	M	±DS	
Precisión manual	Exactitud técnica	14,40	2,20	14,66	2,31	0,548*

Coordinación motora	Control instrumental	14,77	2,10	15,41	2,27	0,145*
Tiempo operatorio	Tiempo de ejecución	11,17	1,42	11,80	2,03	0,090*
Calidad final	Resultado clínico	17,57	2,24	17,98	2,13	0,700*
TOTAL Desempeño objetivo integral		57,91	3,85	59,85	3,63	0,465*
Desempeño objetivo integral /100		51,70	8,48	52,67	8,57	0,465*

Nota. M = media; DS = desviación estándar. La evaluación práctica estandarizada se valoró con puntajes diferenciados por dimensión: precisión manual = 25 puntos, coordinación motora = 25 puntos, tiempo operatorio = 20 puntos y calidad final = 30 puntos. El puntaje total del instrumento fue de 0 a 100 puntos. p = comparación intergrupar en pre test mediante prueba T-Student y U de Mann-Whitney. $p > 0,05$ (*).

La comparación realizada en el pre test diagnóstico, mediante la evaluación práctica estandarizada, evidenció que el grupo control y el grupo experimental presentaron condiciones iniciales similares en el desempeño objetivo integral. Las dimensiones de precisión manual, coordinación motora, tiempo operatorio y calidad final no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Estos resultados indicaron que, antes de la intervención, ambos grupos partían de un nivel basal comparable en la ejecución práctica de procedimientos odontológicos. Por tanto, el tercer instrumento permitió establecer una línea base homogénea para valorar posteriormente los cambios en el desempeño objetivo integral de los estudiantes.

Una vez analizados los resultados obtenidos mediante los tres instrumentos de evaluación, se consideró pertinente integrar las dimensiones evaluadas en una escala común de 0 a 100, con el propósito de facilitar la comparación entre indicadores y obtener una visión global del nivel de competencia psicomotora de los estudiantes. Esta transformación permitió estandarizar los puntajes de precisión manual, coordinación motora, tiempo operatorio y calidad final, así como calcular un Índice de Competencia Psicomotora (ICP) que sintetizara el desempeño general de los participantes en la fase diagnóstica.

Tabla 11

Comparación de las dimensiones integradas de las competencias psicomotoras y del Índice de Competencia Psicomotora entre el grupo control y el grupo experimental en el pre test

Dimensiones	Grupo Control (n = 35)		Grupo Experimental (n = 41)		P
	M	±DS	M	±DS	
Coordinación motora /100	51,60	6,57	53,78	8,98	0,254*
Tiempo operatorio /100	49,54	7,20	51,31	7,94	0,363*
Calidad final /100	51,78	8,39	51,48	8,88	0,643*
Índice de Competencia Psicomotora /100	51,15	3,87	52,31	4,09	0,227*

Nota. M = media; DS = desviación estándar. Las dimensiones integradas y el Índice de Competencia Psicomotora fueron expresados en una escala común de 0 a 100, a partir de la transformación de los puntajes obtenidos en los instrumentos aplicados. p = comparación intergrupar en pre test mediante prueba T-Student y U de Mann-Whitney. $p > 0,05$ (*).

La comparación realizada en el pre test diagnóstico, a partir de las dimensiones integradas transformadas a escala de 0 a 100, evidenció que el grupo control y el grupo experimental presentaron condiciones iniciales similares en las competencias psicomotoras evaluadas. La coordinación motora, el tiempo operatorio, la calidad final y el Índice de Competencia Psicomotora no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Estos resultados indicaron que, antes de la intervención, ambos grupos partían de un nivel basal comparable en el desempeño psicomotor global. Por tanto, la integración de las dimensiones permitió establecer una línea base homogénea para valorar posteriormente los cambios generados en la fase post test.

3.4.2. Resultados de la comparación de las competencias psicomotoras entre el grupo control y el grupo experimental en el post test

Una vez finalizado el periodo post intervención, se aplicaron nuevamente los instrumentos de evaluación a los estudiantes del grupo control y del grupo experimental. Esta fase permitió identificar las diferencias alcanzadas entre ambos grupos en relación con la ejecución técnica, la calidad del desempeño motor, el desempeño objetivo integral y las dimensiones integradas de las

competencias psicomotoras. De esta manera, el análisis del post test permitió valorar el comportamiento final de los grupos y determinar si existieron diferencias significativas en el desarrollo de las competencias evaluadas.

Tabla 12

Comparación de los criterios técnicos de ejecución odontológica evaluados mediante la lista de cotejo cuantitativa entre el grupo control y el grupo experimental en el periodo post test

Dimensiones	Indicador	Grupo Control (n = 35)		Grupo Experimental (n = 41)		P
		M	±DS	M	±DS	
Precisión manual	Exactitud en cortes/preparación	1,14	0,69	1,83	0,38	0,000*
	Control de errores técnicos	1,23	0,60	1,68	0,47	0,001*
Coordinación motora	Manejo correcto de instrumental	1,40	0,65	1,71	0,46	0,031*
	Secuencia motora adecuada	1,37	0,65	1,78	0,42	0,002*
Calidad final	Ajuste anatómico	1,23	0,55	1,61	0,49	0,003*
	Acabado y criterios clínicos	1,26	0,61	1,71	0,46	0,001*
TOTAL Ejecución técnica		7,63	1,77	10,32	0,85	0,000*
Ejecución técnica/100		63,5711	14,73	85,98	7,08	0,000*

Nota. M = media; DS = desviación estándar. Escala por indicador: 0–2 puntos. Puntaje total: 0–12 puntos, transformado a escala 0–100. p = comparación intergrupar en post test mediante prueba T–Student y U de Mann–Whitney. $p \leq 0,05$ (*).

La comparación realizada en el periodo post intervención, mediante la lista de cotejo cuantitativa de ejecución técnica, evidenció diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental en todos los criterios evaluados. Las dimensiones de precisión manual,

coordinación motora y calidad final mostraron un mejor cumplimiento técnico observable en comparación con el grupo control.

Estos resultados indicaron que, después de la intervención, el grupo experimental alcanzó un desempeño superior en la exactitud de la ejecución, el control de errores, el manejo instrumental, la secuencia motora y la calidad del resultado odontológico. Por tanto, el primer instrumento permitió evidenciar mejoras relevantes en la ejecución técnica de los estudiantes tras el proceso aplicado.

Los resultados obtenidos mediante la lista de cotejo cuantitativa evidenciaron diferencias en la ejecución técnica entre los grupos de estudio. Con el propósito de profundizar en el análisis del desempeño psicomotor alcanzado por los estudiantes al finalizar la intervención, se evaluaron las dimensiones relacionadas con la calidad del desempeño motor mediante una rúbrica psicomotora cuantitativa.

Tabla 13

Comparación de la calidad del desempeño motor evaluada mediante la rúbrica psicomotora cuantitativa entre el grupo control y el grupo experimental en el post test

Dimensiones	Indicador	Grupo Control (n = 35)		Grupo Experimental (n = 41)		P
		M	±DS	M	±DS	
Precisión manual	Control fino del movimiento	3,14	0,91	4,29	0,56	0,000*
	Estabilidad en la ejecución	3,26	1,12	4,27	0,59	0,000*
Coordinación motora	Integración óculo-manual	3,06	0,87	4,22	0,61	0,000*
	Sincronización de acciones	3,03	1,01	4,20	0,60	0,000*
Tiempo operatorio	Fluidez del procedimiento	3,31	0,90	4,29	0,68	0,000*

	Eficiencia en la ejecución	2,97	0,79	4,32	0,57	0,000*
Calidad final	Producto clínico adecuado	3,20	0,99	4,22	0,48	0,000*
	Nivel técnico del resultado	3,26	0,95	4,07	0,61	0,000*
TOTAL Calidad de desempeño motor		25,23	3,26	33,88	1,60	0,000*
Calidad de desempeño motor/100		53,84	10,17	80,8712	5,01	0,000*

Nota. M = media; DS = desviación estándar. Escala por indicador: 0–5 puntos. Puntaje total: 0–12 puntos, transformado a escala 0–100. p = comparación intergrupar en post test mediante prueba T–Student y U de Mann–Whitney. $p \leq 0,05$ (*).

Los resultados obtenidos mediante la rúbrica psicomotora cuantitativa evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo experimental en todas las dimensiones evaluadas durante el post test. El grupo experimental alcanzó un desempeño superior en los indicadores relacionados con la precisión manual, la coordinación motora, el tiempo operatorio y la calidad del resultado final. De igual manera, las diferencias observadas en la calidad global del desempeño motor y en su transformación a la escala de 0 a 100 favorecieron al grupo experimental. Estos hallazgos indican que los estudiantes sometidos a la intervención desarrollaron un mejor control de los movimientos, una ejecución más eficiente de los procedimientos y una mayor calidad técnica en los resultados obtenidos, reflejando un avance significativo en las competencias psicomotoras evaluadas.

Si bien la rúbrica psicomotora permitió valorar la calidad del desempeño motor desde una perspectiva integral, resulta necesario complementar este análisis con una medida objetiva del rendimiento práctico alcanzado por los estudiantes. En este sentido, la evaluación práctica estandarizada permitió determinar el nivel de desempeño logrado en condiciones controladas, considerando simultáneamente la precisión técnica, el control instrumental, la eficiencia temporal y la calidad clínica del resultado obtenido.

Tabla 14

Comparación del desempeño objetivo integral evaluado mediante la evaluación práctica estandarizada entre el grupo control y el grupo experimental en el post test

Dimensiones	Indicador	Grupo Control (n = 35)		Grupo Experimental (n = 41)		P
		M	±DS	M	±DS	
Precisión manual	Exactitud técnica	14,40	2,20	14,66	2,31	0,000*
Coordinación motora	Control instrumental	14,77	2,10	15,41	2,27	0,000*
Tiempo operatorio	Tiempo de ejecución	11,17	1,42	11,80	2,03	0,000*
Calidad final	Resultado clínico	17,57	2,24	17,98	2,13	0,000*
TOTAL Desempeño objetivo integral		57,91	3,85	59,85	3,63	0,000*
Desempeño objetivo integral /100		51,70	8,48	52,68	8,57	0,000*

Nota. M = media; DS = desviación estándar. Puntaje máximo por dimensión: precisión manual = 25 puntos; coordinación motora = 25 puntos; tiempo operatorio = 20 puntos; calidad final = 30 puntos. Puntaje total: 0–100 puntos. p = comparación intergrupar en el post test mediante prueba T–Student y U de Mann–Whitney. $p \leq 0,05$ (*).

La comparación realizada en el post test, mediante la evaluación práctica estandarizada, evidenció diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental en todas las dimensiones evaluadas. Este resultado mostró un mejor desempeño objetivo integral en precisión manual, coordinación motora, tiempo operatorio y calidad final.

Estos hallazgos indicaron que, después del periodo de intervención, el grupo experimental alcanzó una ejecución práctica superior en la exactitud técnica, el control instrumental, el tiempo de ejecución y el resultado clínico obtenido. Por tanto, el tercer instrumento permitió confirmar mejoras relevantes en el desempeño práctico integral de los estudiantes.

Los resultados obtenidos mediante los tres instrumentos permitieron observar, de manera conjunta, cómo se encontraban los estudiantes al finalizar el proceso de intervención. Para facilitar la interpretación de los datos, los puntajes fueron transformados a una escala común de 0 a 100 y organizados según las dimensiones de las competencias psicomotoras evaluadas.

Además, se calculó el Índice de Competencia Psicomotora como una medida global del desempeño final de los participantes. Esta integración permitió comparar con mayor claridad el comportamiento del grupo control y del grupo experimental en la fase post test.

Tabla 15

Comparación de las dimensiones integradas de las competencias psicomotoras y del Índice de Competencia Psicomotora entre el grupo control y el grupo experimental en el post test.

Dimensiones	Grupo Control (n = 35)		Grupo Experimental (n = 41)		P
	M	±DS	M	±DS	
Coordinación motora /100	62,18	10,28	85,03	5,63	0,000*
Tiempo operatorio /100	59	8,77	83,99	6,32	0,000*
Calidad final /100	60,76	9,34	83,99	6,22	0,000*
Índice de Competencia Psicomotora /100	60,40	6,37	84,75	2,63	0,000*

Nota. M = media; DS = desviación estándar. Las dimensiones fueron transformadas a una escala común de 0 a 100. El Índice de Competencia Psicomotora corresponde al valor global integrado de las dimensiones evaluadas. p = comparación intergrupar en post test mediante prueba T-Student y U de Mann-Whitney. $p \leq 0,05$ (*).

La comparación realizada en el post test, a partir de las dimensiones integradas transformadas a escala de 0 a 100, evidenció diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental. Este comportamiento mostró un mayor desarrollo de las competencias psicomotoras en coordinación motora, tiempo operatorio y calidad final.

Estos resultados indicaron que, al finalizar el periodo de intervención, el grupo experimental alcanzó un desempeño psicomotor global superior al grupo control. Por tanto, el Índice de Competencia Psicomotora permitió confirmar una mejora integral en las habilidades evaluadas.

3.4.3. Resultados de la evolución de las competencias psicomotoras según grupo de estudio

Una vez analizadas las diferencias entre el grupo control y el grupo experimental en el post test, se procedió a examinar la evolución de las competencias psicomotoras dentro de cada grupo

de estudio. Este análisis permitió identificar los cambios producidos entre la evaluación inicial y final, valorando la magnitud de las mejoras alcanzadas en las diferentes dimensiones evaluadas y en el Índice de Competencia Psicomotora. De esta manera, fue posible determinar el comportamiento evolutivo de los estudiantes a lo largo del proceso formativo y establecer el nivel de progreso experimentado en cada grupo durante el período de investigación.

Tabla 16

Evolución intragrupo de las competencias psicomotoras en el grupo control entre pre test y post test

Dimensiones / Índice	Pre Test		Post Test		Diferencia		p
	M	±DS	M	±DS	M	±DS	
Ejecución técnica /100	50,95	12,58	63,5711	14,73	12,62	9,34	0,000*
Calidad del desempeño motor /100	45,09	7,32	53,8417	10,17	8,75	6,81	0,000*
Desempeño objetivo integral /100	51,70	8,48	59,6566	10,65	7,96	6,28	0,000*
Coordinación motora /100	51,60	6,57	62,1763	10,28	10,58	6,67	0,000*
Tiempo operatorio /100	49,53	7,20	59,0000	8,77	9,46	9,70	0,000*
Calidad final /100	51,79	8,39	60,7457	9,34	8,96	7,78	0,000*
Índice de Competencia Psicomotora /100	51,16	3,87	60,40	6,37	9,24	5,49	0,000*

Nota. M = media; DS = desviación estándar. Los valores se presentan en escala de 0 a 100. La diferencia corresponde al cambio entre post test y pre test. p = comparación intragrupo mediante prueba T-Student y de Wilcoxon para muestras relacionadas. $p \leq 0,05$ (*).

La comparación intragrupo del grupo control evidenció mejoras estadísticamente significativas entre el pre test y el post test en los tres instrumentos aplicados y en las dimensiones

integradas de las competencias psicomotoras. Este comportamiento indicó que los estudiantes que continuaron con la metodología tradicional también presentaron avances en la ejecución técnica, la calidad del desempeño motor, el desempeño práctico integral y el índice global.

No obstante, estas mejoras deben interpretarse como parte del proceso formativo habitual, la práctica académica continua y la familiarización progresiva con las tareas odontológicas evaluadas. Por tanto, los resultados del grupo control permitieron establecer un referente comparativo para valorar posteriormente la magnitud de los cambios alcanzados por el grupo experimental.

Tabla 17

Evolución intragrupo de las competencias psicomotoras en el grupo experimental entre pre test y post test

Dimensiones / Índice	Pre Test		Post Test		Diferencia		p
	M	±DS	M	±DS	M	±DS	
Ejecución técnica /100	53,05	12,60	85,98	7,08	32,93	12,77	0,000*
Calidad del desempeño motor /100	44,52	7,49	80,87	5,01	36,36	9,73	0,000*
Desempeño objetivo integral /100	52,67	8,57	85,97	6,90	33,30	9,36	0,000*
Coordinación motora /100	53,78	8,98	85,03	5,63	31,24	9,84	0,000*
Tiempo operatorio /100	51,31	7,94	83,99	6,32	32,68	10,59	0,000*
Calidad final /100	51,48	8,88	83,99	6,22	32,52	10,06	0,000*
Índice de Competencia Psicomotora /100	52,31	4,09	84,75	2,63	32,43	4,61	0,000*

Nota. M = media; DS = desviación estándar. Los valores se presentan en escala de 0 a 100. La diferencia corresponde al cambio entre post test

y pre test. p = comparación intragrupo mediante prueba T-Student y de Wilcoxon para muestras relacionadas. $p \leq 0,05$ (*).

La comparación intragrupo del grupo experimental evidenció mejoras estadísticamente significativas entre el pre test y el post test en todos los instrumentos y dimensiones integradas evaluadas. Este resultado mostró un avance amplio y consistente en la ejecución técnica, la calidad del desempeño motor, el desempeño objetivo integral y el Índice de Competencia Psicomotora.

Estos hallazgos indicaron que, luego del proceso de intervención, los estudiantes del grupo experimental alcanzaron un desarrollo superior de sus competencias psicomotoras, especialmente en coordinación motora, tiempo operatorio y calidad final. Por tanto, la evolución observada reflejó un cambio integral en el desempeño práctico odontológico.

3.4.4. Resultados de análisis del efecto de la intervención sobre las competencias psicomotoras

Con el propósito de determinar la magnitud real del efecto de la intervención, se analizaron las ganancias obtenidas entre el pre test y el post test en ambos grupos de estudio. Para ello, se calcularon las diferencias de mejora (Δ), se compararon los cambios alcanzados por el grupo control y el grupo experimental, y se estimó el tamaño del efecto mediante el coeficiente de Cohen's (d). Este análisis permitió establecer no solo la significación estadística de las diferencias observadas, sino también su relevancia práctica en el desarrollo de las competencias psicomotoras de los estudiantes de Odontología.

Tabla 18

Comparación de las ganancias obtenidas en las competencias psicomotoras y tamaño del efecto de la intervención según grupo de estudio

Dimensión / Índice	Δ Control M $\pm$ DS	Δ Experimental M $\pm$ DS	Diferencia de Δ	p	Cohen's d
Ejecución técnica /100	12,62 $\pm$ 9,34	32,93 $\pm$ 12,77	20,31	0,000*	1,79

Calidad del desempeño motor /100	8,75 ± 6,81	36,36 ± 9,73	27,61	0,000*	3,26
Desempeño objetivo integral /100	7,96 ± 6,28	33,30 ± 9,36	25,34	0,000*	3,17
Coordinación motora /100	10,58 ± 6,67	31,24 ± 9,84	20,67	0,000*	2,43
Tiempo operatorio /100	9,46 ± 9,70	32,68 ± 10,59	23,22	0,000*	2,29
Calidad final /100	8,96 ± 7,78	32,52 ± 10,06	23,56	0,000*	2,62
Índice de Competencia Psicomotora /100	9,24 ± 5,49	32,43 ± 4,61	23,19	0,000*	4,59

Nota. Δ = ganancia obtenida entre el post test y el pre test. p = comparación de ganancias entre grupos mediante prueba T-Student y U de Mann-Whitney. Cohen's d = tamaño del efecto de la intervención. Interpretación: 0,20–0,49 = pequeño; 0,50–0,79 = moderado; 0,80–1,19 = grande; 1,20–1,99 = muy grande; $\geq 2,00$ = extraordinariamente grande.

La comparación de las ganancias obtenidas entre el pre test y el post test evidenció diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental en todas las dimensiones evaluadas. Los tamaños del efecto oscilaron entre muy grandes y extraordinariamente grandes, indicando que la magnitud de las mejoras alcanzadas por el grupo experimental fue considerablemente superior a la observada en el grupo control. De manera particular, el Índice de Competencia Psicomotora presentó el mayor tamaño del efecto, lo que evidencia un impacto integral de la intervención sobre el desarrollo de las competencias psicomotoras de los estudiantes. Estos resultados confirman que los cambios observados no solo fueron estadísticamente significativos, sino también relevantes desde el punto de vista práctico y educativo.

Para complementar el análisis de las ganancias y del tamaño del efecto, se calculó el cambio porcentual alcanzado por cada grupo entre el pre test y el post test. Este procedimiento permitió expresar la mejora en términos relativos, facilitando una lectura más clara de la magnitud del progreso obtenido por el grupo control y el grupo experimental en cada dimensión evaluada.

Tabla 19

Cambio porcentual de las competencias psicomotoras según grupo de estudio

Dimensión / Índice	Grupo Control (%)	Grupo Experimental (%)
Ejecución técnica /100	24,76	62,07
Calidad del desempeño motor /100	19,4	81,67
Desempeño objetivo integral /100	15,39	63,22
Coordinación motora /100	20,5	58,09
Tiempo operatorio /100	19,1	63,69
Calidad final /100	17,31	63,18
Índice de Competencia Psicomotora /100	18,07	61,81

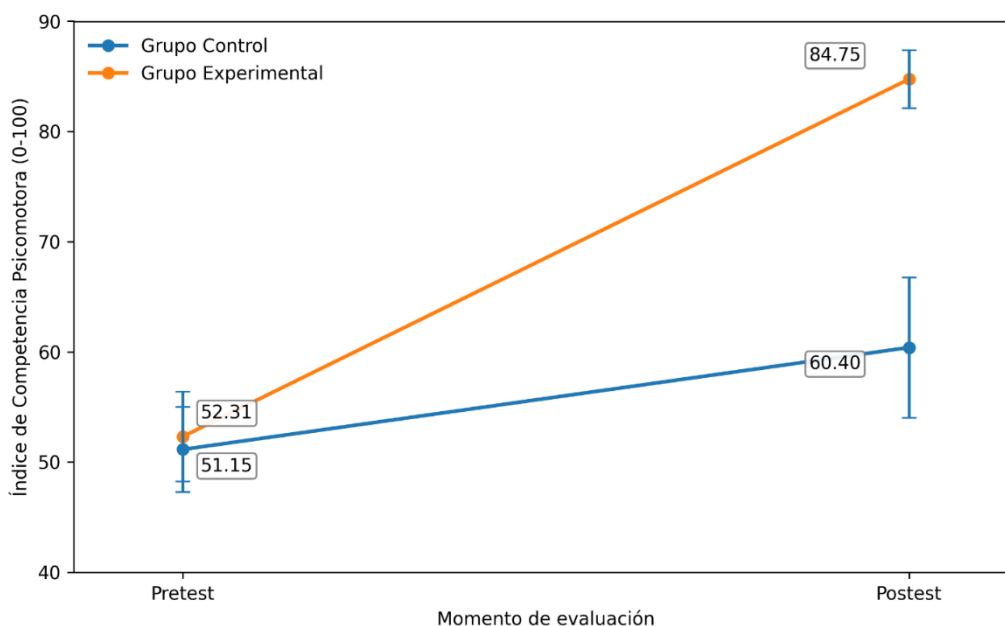
Nota. El cambio porcentual se calculó mediante la fórmula $(\text{Post test} - \text{Pre test}) / \text{Pre test} \times 100$. Los valores representan el porcentaje de incremento experimentado por cada grupo entre la evaluación inicial y final.

El análisis del cambio porcentual evidenció mejoras en ambos grupos de estudio; sin embargo, los incrementos observados en el grupo experimental fueron considerablemente superiores a los registrados en el grupo control. Mientras que el grupo control presentó aumentos moderados atribuibles al proceso formativo habitual, el grupo experimental alcanzó incrementos porcentuales más elevados en todas las dimensiones evaluadas.

Las mayores variaciones se observaron en la calidad del desempeño motor, la ejecución técnica, el desempeño objetivo integral y el Índice de Competencia Psicomotora, lo que sugiere una mejora consistente y generalizada de las competencias psicomotoras. En conjunto, estos resultados respaldan la magnitud del cambio alcanzado por los estudiantes del grupo experimental al finalizar el periodo de intervención.

Figura 11

Evolución del Índice de Competencia Psicomotora (ICP) según grupo de estudio



La Figura muestra la evolución del Índice de Competencia Psicomotora en los grupos control y experimental entre las evaluaciones pre test y post test. Al inicio del estudio, ambos grupos presentaron niveles similares de competencia psicomotora, lo que evidenció condiciones de partida comparables. Sin embargo, al finalizar el periodo de estudio, se observó un incremento en ambos grupos, siendo notablemente mayor en el grupo experimental. Esta tendencia refleja una evolución más pronunciada de las competencias psicomotoras en los estudiantes que participaron en la metodología aplicada, lo que coincide con los resultados obtenidos en las comparaciones intergrupales e intragrupalas previamente presentadas.

3.4.5. Efecto de la intervención sobre las competencias psicomotoras

Los análisis descriptivos, las comparaciones intergrupales e intragrupalas, así como la evolución observada en el Índice de Competencia Psicomotora, evidenciaron una mejora más pronunciada en el grupo experimental. Con el propósito de determinar si estas diferencias se mantenían al controlar el nivel inicial de los participantes, se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA), considerando el puntaje post test como variable dependiente, el grupo de estudio como factor fijo y el puntaje pre test como covariable.

Tabla 20*Análisis de covarianza del Índice de Competencia Psicomotora en el post test*

Fuente	gl	F	p	η^2 parcial
Modelo corregido	2	284,899	<0,001	0,886
Grupo	1	527,277	<0,001	0,878
ICP pre test /100	1	9,758	0,003	0,118
Error	73			

Nota. Variable dependiente: Índice de Competencia Psicomotora post test /100. Covariable: Índice de Competencia Psicomotora pre test /100. Factor fijo: grupo de estudio. η^2 parcial = eta parcial al cuadrado. R^2 ajustado = 0,883.

El análisis de covarianza confirmó que el grupo de estudio influyó de manera significativa en el Índice de Competencia Psicomotora obtenido en el post test, aun considerando el nivel inicial de los estudiantes. Esto permitió evidenciar que las diferencias observadas al final del estudio no respondieron a ventajas previas entre los grupos, sino al proceso desarrollado durante la intervención.

También se observó que el nivel inicial de competencia psicomotora tuvo relación con el desempeño final, lo cual era esperable, ya que los estudiantes parten de experiencias y habilidades previas diferentes. Sin embargo, el efecto del grupo fue mucho más fuerte, lo que indica que la intervención tuvo un papel determinante en los resultados alcanzados.

De esta manera, el modelo estadístico mostró una alta capacidad explicativa y respaldó la solidez de los hallazgos. Por tanto, los resultados permiten afirmar que la intervención generó un impacto importante en el desarrollo de las competencias psicomotoras de los estudiantes evaluados.

En conjunto, los resultados obtenidos mediante los análisis descriptivos, comparativos y multivariados evidenciaron una evolución favorable de las competencias psicomotoras en ambos grupos de estudio. Sin embargo, las mejoras observadas en el grupo experimental fueron significativamente superiores a las registradas en el grupo control, tanto en las dimensiones específicas evaluadas como en el Índice de Competencia Psicomotora, lo que respalda la efectividad de la metodología implementada durante el proceso formativo.

3.5. Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que la metodología basada en el sistema CAD/CAM favoreció de manera significativa el desarrollo de las competencias psicomotoras en los estudiantes de Odontología. Esta mejora se observó de forma consistente en la ejecución técnica, la calidad del desempeño motor, el desempeño práctico integral y el Índice de Competencia Psicomotora, lo que permite afirmar que la intervención no produjo cambios aislados, sino una transformación global del desempeño práctico.

En el caso de la precisión manual, los estudiantes del grupo experimental mostraron una evolución superior en el control fino del movimiento, la estabilidad de la ejecución y la reducción de errores técnicos. Este resultado es relevante porque la formación odontológica exige movimientos pequeños, exactos y sostenidos en espacios reducidos. En este sentido, los hallazgos coinciden con Alhamed et al. (2022), quienes señalaron que el entrenamiento mediado por tecnologías digitales puede fortalecer las destrezas manuales finas en estudiantes de Odontología.

La coordinación motora también mostró una mejora importante en el grupo experimental. La integración óculo-manual, la sincronización de acciones y el control instrumental fueron dimensiones favorecidas por la práctica con CAD/CAM. Esto puede explicarse porque el uso de entornos digitales permite visualizar, corregir y repetir procedimientos con mayor control, generando una retroalimentación inmediata sobre la ejecución. Estos resultados guardan relación con Fukuhara et al. (2023), quienes destacaron que la incorporación de tecnologías digitales en la enseñanza odontológica incrementa la motivación, la participación y el compromiso práctico de los estudiantes.

En cuanto al tiempo operatorio, los resultados evidenciaron una mayor eficiencia en el grupo experimental. La práctica sistemática con herramientas digitales pudo favorecer la organización de la secuencia motora, la toma de decisiones durante el procedimiento y la reducción de movimientos innecesarios. Este hallazgo coincide con Abraham y Chávez (2023), quienes reportaron asociaciones significativas entre el uso de simulación digital y la disminución del tiempo de ejecución en procedimientos clínicos complejos.

La calidad del resultado final también mejoró de manera significativa. Esto indica que el desarrollo psicomotor alcanzado no solo se expresó en una mejor ejecución del procedimiento,

sino también en productos odontológicos de mayor calidad técnica. En la formación odontológica, este aspecto es fundamental, ya que el dominio psicomotor debe reflejarse en resultados anatómicos, funcionales y clínicamente aceptables.

El análisis del Índice de Competencia Psicomotora permitió integrar las dimensiones evaluadas y confirmó el impacto global de la intervención. Las diferencias de ganancia, los tamaños del efecto y el ANCOVA demostraron que las mejoras del grupo experimental fueron superiores a las del grupo control, incluso al controlar el nivel inicial de los estudiantes. Esto fortalece la interpretación de que los cambios observados estuvieron asociados al proceso metodológico implementado y no únicamente a la práctica habitual o a diferencias previas entre los grupos.

Sin embargo, estos resultados deben comprenderse con equilibrio. Tal como advierte Rainu et al. (2025), la incorporación de tecnologías digitales no debe reemplazar el desarrollo de habilidades manuales básicas. En esta investigación, el CAD/CAM mostró mayor valor cuando fue integrado como recurso pedagógico dentro de una metodología estructurada, y no como sustituto de la práctica manual tradicional. Por tanto, su aporte principal radica en complementar, potenciar y retroalimentar el aprendizaje práctico.

Desde una mirada institucional, también es necesario considerar que la implementación del CAD/CAM requiere condiciones tecnológicas, didácticas y organizativas. La disponibilidad de equipos, la capacitación docente y la sostenibilidad económica son factores determinantes para que los beneficios observados puedan mantenerse en el tiempo. Esta preocupación coincide con Oliveira et al. (2022), Orhan y Order (2024), García et al. (2015) y Patil et al. (2023), quienes identificaron la limitada disponibilidad tecnológica y la necesidad de formación continua del profesorado como barreras frecuentes para integrar estas herramientas en la educación odontológica.

En síntesis, los resultados permiten afirmar que la metodología basada en CAD/CAM tuvo un efecto positivo, significativo y educativamente relevante sobre las competencias psicomotoras de los estudiantes. Su mayor aporte no se limita al uso de una tecnología moderna, sino a la posibilidad de organizar experiencias prácticas más precisas, repetibles, controladas y orientadas a la mejora del desempeño. Por ello, la incorporación del CAD/CAM en la formación odontológica

debe entenderse como una estrategia pedagógica de alto valor, siempre que se articule con el currículo, con la práctica manual tradicional y con una planificación institucional sostenible.

CAPÍTULO IV: Propuesta de Transformación

Los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial, la implementación de la intervención y la evaluación de sus efectos evidenciaron la necesidad de incorporar estrategias innovadoras que fortalezcan el desarrollo de las competencias psicomotoras en la formación odontológica. Las diferencias observadas entre los grupos de estudio, así como el impacto alcanzado mediante la utilización del sistema CAD/CAM, constituyen fundamentos empíricos que respaldan la construcción de una propuesta de transformación orientada a optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este contexto, el presente capítulo expone la fundamentación teórica, metodológica y práctica de la propuesta, así como los componentes que la integran y las acciones necesarias para su implementación en el contexto de la formación profesional odontológica.

4.1. Fundamentación de propuesta de transformación

El desarrollo de una metodología encaminada a fortalecer las competencias psicomotoras de los estudiantes de Odontología mediante el sistema CAD/CAM expresa su coherencia interna en fundamentos teóricos que a la vez que asimilan la tradición disciplinar, se inclinan hacia la innovación que demanda la transformación digital, sujeta a los marcos reguladores de la educación superior ecuatoriana. La piedra angular la constituye la educación orientada a la formación de competencias, que trasciende la concepción tradicional de transmisión de información y creación de destrezas, hacia la integración de conocimientos, habilidades, valores y actitudes que se aspiran a desarrollar en un profesional autónomo y responsable.

En Odontología, esta perspectiva ha sido consolidada por organismos e instituciones científicas y académicas internacionales que definen la competencia psicomotora fina, la coordinación viso-manual y la ergonomía clínica, como pilares funcionales del perfil del egresado. Sin embargo, durante el desarrollo de esta investigación se definen limitaciones y carencias entre la práctica clínica tradicional y las exigencias asistenciales actuales, lo cual es apreciable en muchas instituciones universitarias, según los estudios especializados sobre el tema.

De esta forma, para conectar la teoría y práctica educativa, se requiere de un respaldo gnoseológico que permita comprender el proceso educativo como un todo dinámico, interactivo con el entorno e históricamente condicionado. En este sentido se atraen a la construcción de la

propuesta, los supuestos de la Teoría Holístico-Configuracional, denominada por algunos autores como modelo pedagógico 4.0, que concibe los procesos formativos como configuraciones complejas donde problema, objetivo, contenido y método se interrelacionan dialécticamente y se analizan desde un enfoque sistémico, hermenéutico y humanístico (Velásquez et al., 2021). Esta teoría, elaborada inicialmente para la educación superior cubana, se incorpora al presente estudio como soporte para articular los distintos componentes de la propuesta.

De todos modos, ella se enriquece con dos cisiones: a) la incorporación de la dimensión tecnológica como mediadora de la actividad formativa y b) la integración de principios de la pedagogía crítica que enfatizan la reflexión ética sobre la técnica y el compromiso social del futuro profesional, para superar las versiones puramente instrumentales del aprendizaje (Tingo, 2022).

La entrada de plataformas digitales, simuladores hápticos, tecnologías de realidad aumentada y realidad virtual y escáneres intraorales convierte al CAD CAM en un ambiente educativo altamente inmersivo que favorece la práctica sistemática, la retroalimentación y la monitorización estandarizada del desempeño. Estudios recientes demuestran que el entrenamiento con simulación háptica mejora la cisión de la gran mayoría de las operaciones de odontología, al tiempo que incrementa la autopercepción de seguridad y reduce la ansiedad frente al paciente real (Miguel, 2024).

Tales experiencias confirman la potencialidad instrumental del CAD CAM como recurso de transformación práctica. Pero al igual que el resto de las tecnologías, esta no puede ser atraída de forma arbitraria, so peligro de fragmentar el aprendizaje o someterlo al exclusivo dominio tecnológico (Queyrie y Alonzo, 2024), de ahí que la metodología que se propone, se sustenta en el aprendizaje activo, la resolución de problemas clínicos y el trabajo colaborativo, principios que posibilitan reconstruir la acción motora sobre la base de la elaboración consciente y del diálogo reflexivo entre pares y docentes.

Es así que esta propuesta asume un diseño de investigación-acción con enfoque mixto, que articula la medición cuantitativa de variables psicomotoras (tiempos de ejecución, trayectorias, presión ejercida) con la exploración cualitativa de vivencias, resistencias y significados atribuidos al uso del CAD CAM (Koctong, 2023). Esta combinación metodológica extiende su mirada sobre el objeto de estudio y valida empíricamente los ajustes sucesivos del modelo formativo. La lógica

sugerida por la teoría holístico-configuracional se operacionaliza a través de ciclos de diagnóstico, planificación, intervención y evaluación.

Desde el punto de vista teórico, la contribución principal radica en la extensión del modelo holístico-configuracional hacia un “ecosistema digital de aprendizaje de la profesión odontológica”, donde la tecnología desplaza su rol instrumental para integrarse estructuralmente en una experiencia didáctica que enriquece al estudiante desde el plano profesional y humano. Ello significa que se deberá reconstruir la categoría “contenido”, para atraer, además de los saberes científicos y técnicos de la profesión, las presentaciones virtuales en 3D para redimensionar la actividad del estudiante como futuro profesional de la salud en interacción directa con seres humanos. Del mismo modo, la categoría “método” adquiere un significado adicional ya que involucra la exploración virtual, la calibración háptica y transferencia clínica, que inducen a los educandos a avanzar de la simulación a la atención de pacientes con criterios de complejidad progresiva.

En el orden práctico, la propuesta aporta una ruta estructurada de actividades distribuidas en módulos, los cuales van describiendo un avance desde la fijación de la postura y la ergonomía, hasta el fresado de prótesis. Cada uno de los módulos se cierra con ejercicios metacognitivos dedicados al análisis y autorreflexión sobre el desempeño, para lo cual se contará con indicadores objetivos suministrados por el propio software y sometidos al criterio de expertos. Esos procesos son generadores de evidencia que facilitan el *feedback* para la mejora continua.

La presente metodología se alinea con las políticas nacionales de aseguramiento de la calidad, que demandan experiencias de aprendizaje pertinentes, inclusivas y evaluables. Es por eso que se recurre a los documentos emitidos por el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior de Ecuador (CEAACES) para diseñar indicadores cercanos a los estándares de competencia profesional, lo que viabiliza la transferencia de estos resultados a otras instituciones docentes.

Para cerrar esta explicación hay que señalar que la introducción del CAD CAM, en virtud del espíritu de esta metodología, implica un reforzamiento del rol facilitador del docente y promueve -en su integración con otros sistemas tecnológicos- una nueva lectura del papel de los medios digitales en la práctica médica, donde los instrumentos son siempre secundarios respecto al compromiso profesional del estudiante y su postura ética como garante de la salud de calidad

para la sociedad. Esta relectura de los fundamentos implica no sólo la actualización conceptual, sino también un compromiso ético con la accesibilidad tecnológica y con la humanización de la relación odontólogo-paciente, aspectos que la propuesta incorpora mediante espacios de reflexión bioética y ejercicios sobre costo-beneficio y equidad en el acceso a la salud oral (Aguilar, 2020).

Los fundamentos de la propuesta expuestos integran los resultados teóricos sobre el proceso formativo, con los resultados prácticos obtenidos en este estudio y en investigaciones cedentes, lo que redundará en optimizar el desempeño psicomotor a través de dispositivos CAD/CAM. De esta forma se cubre la perspectiva proyectada en el objetivo general de la investigación, se observan las necesidades diagnosticadas institucionalmente y se ofrecen bases para la transformación efectiva del problema en su contexto.

4.2. Estructura de la Propuesta de Transformación

La propuesta metodológica para potenciar las psicomotoras de los estudiantes de Odontología de la Universidad Hemisferios mediante el sistema CAD/CAM, tiene como elemento rector un objetivo general y cuatro objetivos específicos. Se estructura de forma muy parecida a la que se siguió para los entrenamientos concebidos en el diseño metodológico de la investigación. Se compone, además, de un aparato teórico-conceptual y referencial, así como un aparato operacional e instrumental que estructura la intervención en fases o etapas.

4.2.1 Objetivos

Objetivo general de la metodología:

Optimizar el desarrollo de las habilidades psicomotoras finas, visomotoras y ergonómicas de los estudiantes de Odontología de la Universidad hemisferios durante el periodo 2025-2026 mediante la implementación progresiva de un sistema de acciones que se apoyan en las potencialidades de la tecnología CAD/CAM.

Objetivos específicos de la metodología:

- I. Diseñar una metodología orientada al entrenamiento, la retroalimentación y la autorregulación metacognitiva con empleo de simuladores CAD/CAM, considerando los estándares de calidad de la educación superior en Ecuador.

- II. Construir un sistema de indicadores psicomotores cuantitativos y cualitativos (cisión, trayectoria, presión, tiempo, autoeficacia) para evaluar el progreso estudiantil en cada etapa del entrenamiento.
- III. Integrar un aparato de recursos didácticos digitales que permita transitar de la simulación a la clínica con criterios de complejidad creciente.

4.2.2 Aparato teórico-conceptual y referencial

La propuesta se sustenta en cinco construcciones interrelacionadas:

- a) Educación basada en competencias (EBC).

La EBC sitúa el desempeño integral como eje del aprendizaje y exige integrar saberes, saber hacer, saber ser y querer hacer en contextos educativos. En Odontología, los marcos de la Asociación para la Educación Dental en Europa y del Ministerio de Salud de Ecuador destacan la psicomotricidad fina como núcleo del perfil profesional.

- b) Teoría holístico-configuracional.

Concibe la formación como un sistema dinámico de problemas, objetivos, contenidos y métodos, que se enriquece con las dimensiones tecnológicas y pedagógicas para incorporar la reflexión ética sobre el significado social y profesional de la digitalización.

- c) Aprendizaje activo y práctica sistemática.

Los sistemas CAD/CAM favorecen sustancialmente la repetición controlada de procedimientos, la retroalimentación inmediata y la fijación de objetivos de mejora específicos mediante procesos de ensayo-error, lo que acelera la adquisición de habilidades motoras, facilita la autorregulación, genera confianza y refuerza la motivación.

- d) Ecosistema digital de aprendizaje.

El CAD/CAM se concibe como un elemento de la infraestructura formativa central que integra diseño 3D que, unido a otras tecnologías como los simuladores hápticos, modelos de realidad virtual y realidad aumentada y análisis de datos de desempeño, potencia el papel de los medios en la relación médico-paciente.

4.2.3 Aparato operacional-instrumental

Las acciones se distribuyen en cuatro fases secuenciales, cada una con actividades, productos y criterios de verificación.

- Fase 1: Diagnóstico inicial y creación de condiciones

Finalidad: determinar la línea base psicomotora, alistar la infraestructura digital y habilitar a los participantes.

Acciones

1.1 Aplicar baterías del test de Lahy y cuestionarios de autoeficacia a los estudiantes, según recomendaciones de Cueva y Silva (2017).

1.2 Auditoría de equipamiento CAD/CAM y conectividad.

1.3 Explorar niveles de conocimiento tecnológico y actitud hacia el aprendizaje con apoyo tecnológico.

1.4 Elaborar los materiales didácticos para los participantes (folletos plegables, presentaciones digitales, audiovisuales)

1.5 Elaborar guías de trabajo en simulador

1.6 Diseñar rúbricas analíticas (precisión, tiempo, presión)

1.7 Capacitar docentes en retroalimentación digital

✓ Materiales

Equipo CAD CAM con accesorios

Modelo fantoma

Guías validadas por expertos

✓ Indicadores

Cantidad de materiales elaborados

Confección de banco de rúbricas.

Porciento de docentes formados

- Fase 2. Implementación curricular

Finalidad: desarrollar la práctica deliberada en ciclos escalonados (anexo 7-8)

2.1 Módulo 1: ergonomía y postura

2.2 Módulo 2: escaneo y coordinación visomotora

2.3 Módulo 3: diseño y fresado

2.4 Módulo 4: acabado y reflexión clínico-ética.

- ✓ Materiales

Carpeta digital de cada estudiante con evaluaciones

Guías de evaluación

- ✓ Indicadores´

Porciento de mejora

Tiempo consumido

precisión y reducción

- Fase 3. Evaluación y mejora

Finalidad: Validar el impacto de la intervención y ajustar la metodología

Acciones

3.1 Triangulación de datos cuantitativos.

3.2 Talleres de retroalimentación con expertos nacionales.

- ✓ Materiales

Software SPSS

Carpeta digital de cada estudiante con evaluaciones

Guías de evaluación

✓ Indicadores´

Porciento de mejora

Informe de efectividad y plan de mejora iterativo.

Índice global de satisfacción.

Aspectos complementarios para la implementación de la propuesta

4.2.4 Consideraciones sobre la implementación de la propuesta

El comportamiento de los indicadores de psicomotricidad relacionados con la postura, motricidad fina y seguridad que fueron identificados en el estudio, explica que los módulos diseñados se focalicen en ergonomía, coordinación bimanual y visión indirecta. Las propuestas generalizadas de servir en un primer momento el desarrollo de las manualidades, justifica que se siga una secuencia progresiva de movimientos básicos en modelos fantomas hasta la elaboración completa de prótesis.

Una vez que se consoliden los resultados en el bienio 2025-2027, la metodología podrá insertarse como parte del plan de estudios (malla curricular) de la facultad de Odontología de la Universidad De los Hemisferios, vio análisis de otros factores concurrentes como son los ajustes de los tiempos, la base material de estudio, la cedencia y conexión con otras disciplinas. Asimismo, no deberá avanzar a la inserción curricular sin considerar los resultados de estudios sobre otras tecnologías emergentes como los modelos hápticos, realidad aumentada, realidad virtual e inteligencia artificial. También deberá elaborarse un plan financiero que asegura la adquisición de varios sistemas CAD/ CAM con sus accesorios, insumos y pizas de repuesto. Para ello se deberá realizar una proyección institucional y convocar a proveedores confiables.

En su conjunto la propuesta metodológica sentada aspira a sustentar desde la teoría y desde la evidencia investigativa, la transformación del proceso de aprendizaje de la especialidad de odontología en lo concerniente al desarrollo de competencias psicomotoras. En este caso se parte de la adecuación de ese proceso a las características y prestaciones del sistema CAD CAM, pero sus fundamentos pudieran ser aplicables a otras tecnologías, lo que debe ser avalado con estudios específicos.

4.3. Valoración/ Evaluación / Validación de la Propuesta de Transformación

Para validar la propuesta de metodología, se aplicó el método de evaluación de expertos. A los 25 candidatos elegidos inicialmente, se les aplicó un instrumento, cuyo primer ítem tendía determinar el coeficiente de competencia (K), para trabajar con la información que aportaran aquellos que alcanzaron un valor de $K \geq 0,8$. El valor de K se calcula a partir de las autoevaluaciones que emiten los candidatos a expertos (C_E) respecto a un grupo de indicadores sobre el coeficiente de conocimiento K_C y otro grupo de indicadores sobre el coeficiente de argumentación K_A , de manera que $K = 1/2 (K_C + K_A)$ (Herrera et al., 2022). El procedimiento permitió identificar 15 expertos que cumplieran con esa condición, como se muestra en la tabla 10.

Tabla 21. Resultados del procedimiento para la selección de expertos

Candidatos a expertos	K_C	K_A	K	Aceptado/Rechazado
C_{E1}	0.8	0.9	0.85	Aceptado
C_{E2}	0.7	0.9	0.8	Aceptado
C_{E3}	0.9	0.5	0.7	Rechazado
C_{E4}	0.7	0.8	0.75	Rechazado
C_{E5}	0.7	0.9	0.8	Aceptado
C_{E6}	0.8	0.9	0.85	Aceptado
C_{E7}	0.9	0.9	0.9	Aceptado
C_{E8}	0.8	0.7	0.75	Rechazado

C _{E9}	0.6	0.9	0.75	Rechazado
C _{E10}	0.7	0.9	0.8	Aceptado
C _{E11}	0.7	0.5	0.6	Rechazado
C _{E12}	0.6	0.9	0.75	Rechazado
C _{E13}	0.8	0.8	0.8	Aceptado
C _{E14}	0.7	0.6	0.65	Rechazado
C _{E15}	0.8	0.8	0.8	Aceptado
C _{E16}	0.7	0.9	0.8	Aceptado
C _{E17}	0.9	0.6	0.75	Rechazado
C _{E18}	0.9	0.8	0.85	Aceptado
C _{E19}	0.7	0.9	0.8	Aceptado
C _{E20}	0.8	0.7	0.75	Rechazado
C _{E21}	0.9	0.9	0.9	Aceptado
C _{E22}	0.7	0.9	0.8	Aceptado
C _{E23}	0.6	0.7	0.65	Rechazado
C _{E24}	0.9	0.9	0.9	Aceptado
C _{E25}	0.7	0.9	0.8	Aceptado
Expertos aceptados				15

Nota. Elaboración propia

En el referido instrumento, los expertos debieron evaluar los tres elementos esenciales de la metodología, es decir, los objetivos, el aparato teórico conceptual y referencial y el aparato procedimental, o sea, las acciones vistas por fases. En cada caso, debieron ponderar, su percepción sobre cinco indicadores (I), específicamente la pertinencia (P), validez (V), factibilidad (F), aplicabilidad (A), generalización (G) y novedad y originalidad (N), empleando una escala Likert 1 a 5, donde 1=muy baja, 2=baja, 3=media, 4=alta y 5=muy alta. Con esas puntuaciones se construyó la tabla 11.

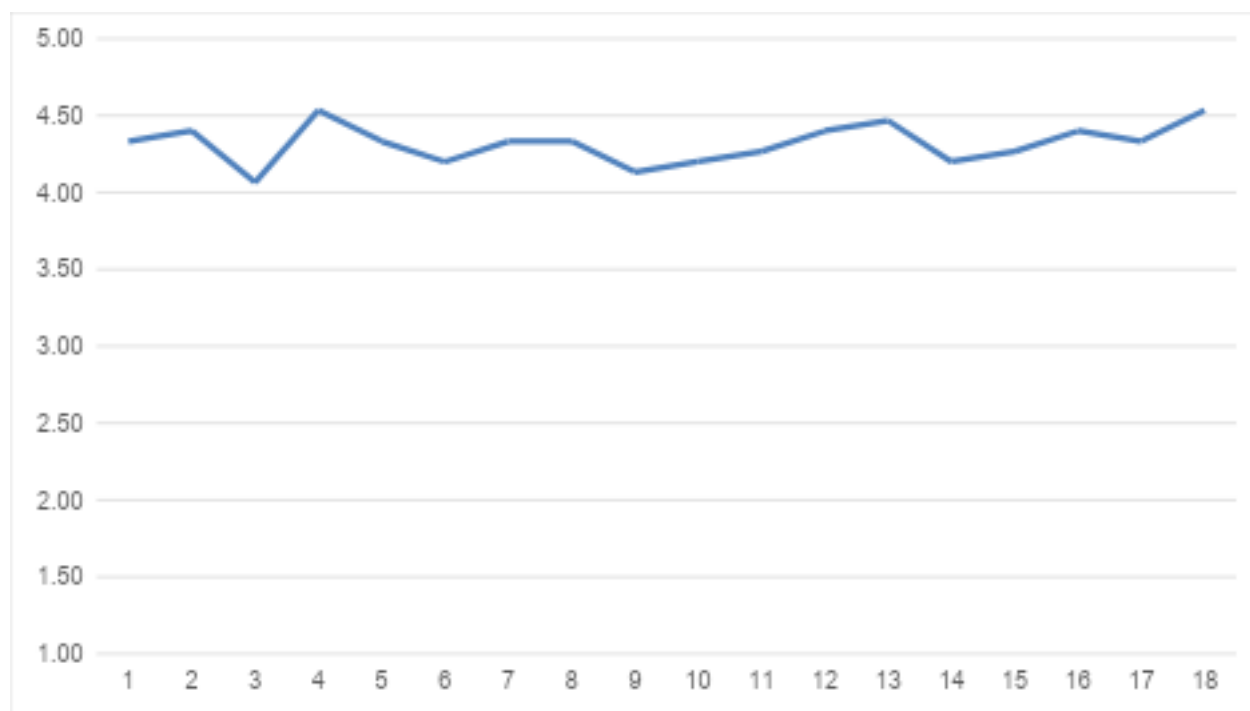
Tabla 22. Resultados de las votaciones de los expertos en relación con la propuesta

Elementos de la propuesta		I	C _E 1	C _E 2	C _E 5	C _E 6	C _E 7	C _{E1} 0	C _{E1} 3	C _{E1} 5	C _{E1} 6	C _{E1} 8	C _{E1} 9	C _{E2} 1	C _{E2} 2	C _{E2} 4	C _{E2} 5
Objetivos	P	5	4	5	4	4	4	4	4	4	3	5	5	5	4	4	5
	V	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	3	5	4	5	5	4
	F	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	3	4	5
	A	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4
	G	4	5	5	4	3	5	4	4	4	4	5	5	5	4	3	5
	N	3	3	4	4	5	4	3	4	5	5	5	4	5	5	4	5
Aparato teórico-conceptual y referencial	P	5	5	5	4	4	4	3	5	4	4	4	4	4	5	5	4
	V	4	4	3	5	5	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4
	F	4	4	4	4	5	3	5	4	4	4	4	4	5	4	5	3
	A	5	5	4	3	4	4	4	5	5	4	3	4	4	5	4	4
	G	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	3	5	4
	N	3	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5
Aparato operacional - instrumental	P	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4
	V	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5	4
	F	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	3	5
	A	4	5	5	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	4
	G	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	5
	N	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5

Nota. Elaboración propia

El cálculo de las puntuaciones arrojó un promedio general de 4,32, con una desviación estándar de 0,599. Las votaciones de los expertos fueron iguales o superiores a 3, es decir, de medio a muy alto, lo cual refleja una valoración positiva. La figura 19 ilustra las puntuaciones promedias otorgadas a los aspectos sometidos a la consideración de los expertos.

Figura 12. Puntuaciones promedio para cada uno de los indicadores de validez de los tres componentes de la propuesta



Nota. Elaboración propia

Complementariamente se calculó el coeficiente de varianza (CV) para estimar el grado de dispersión de las respuestas de los expertos. Como explican Santos y Días (2021), este estadígrafo no tiene el alcance de otros como Kendall W o el Coeficiente de correlación intraclase (ICC), pero permite apreciar en términos porcentuales la consistencia interna de una serie de datos. Con los resultados de CV por ítem, se construyó la tabla 12.

Tabla 23. Resultados del coeficiente de varianza (CV) para los indicadores de validez de los elementos de la propuesta.

Elementos de la propuesta	Indicadores de validez	CV (x100)
Objetivos	Pertinencia	14.2%
	Validez	14.4%
	Factibilidad	14.6%
	Aplicabilidad	11.4%

	Generalización	16.7%
	Novedad y originalidad	18.4%
Aparato teórico-conceptual y referencial	Pertinencia	14.2%
	Validez	14.2%
	Factibilidad	15.5%
	Aplicabilidad	16.1%
	Generalización	13.9%
	Novedad y originalidad	14.4%
Cuerpo operacional-instrumental	Pertinencia	11.6%
	Validez	13.3%
	Factibilidad	13.9%
	Aplicabilidad	11.5%
	Generalización	11.3%
	Novedad y originalidad	11.4%

Nota. Elaboración propia

Nótese que en todos los casos el resultado del coeficiente es inferior a 20, lo que, según Santos y Días (2021), sugiere una baja dispersión, de modo que se hacía una consistencia aceptable en las votaciones de los expertos.

En sentido general el procedimiento seguido para validar la propuesta permite apreciar que, en la opinión de los expertos, la metodología es pertinente, en tanto responde a necesidades reales de la práctica educativa. Es un resultado válido, porque cumple su función como recurso orientador para la actividad de los docentes. Se trata también de una propuesta factible, ya que existen posibilidades de llevarla a la práctica. Puede ser empleada por otras personas, lo que avala su aplicabilidad.

Por otra parte, existen posibilidades de generalización en otros ámbitos, específicamente en universidades del país y del extranjero donde se puedan emplear las tecnologías CAD/CAM en el desarrollo de competencias psicomotoras en estudiantes de odontología. Finalmente, se considera que el resultado sentido es novedoso y original puesto que aborda una estrategia

pedagógica que difiere de las ya existentes y sienta un enfoque sobre el uso pedagógico de una tecnología del cual no se tienen antecedentes en la literatura científica.

Conclusiones

En correspondencia con el primer objetivo específico, se diagnosticó el nivel de desarrollo de las competencias psicomotoras de los estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad de los Hemisferios, considerando las dimensiones de precisión manual, coordinación motora, tiempo operatorio y calidad del resultado final. Los resultados del pre test evidenciaron que el grupo control y el grupo experimental presentaron condiciones iniciales homogéneas y niveles comparables de desempeño psicomotor. Esta equivalencia inicial permitió valorar con mayor rigurosidad los cambios producidos después de la intervención y establecer que las diferencias observadas en el post test no respondieron a ventajas previas entre los participantes.

En relación con el segundo objetivo específico, se sistematizaron los fundamentos científicos, tecnológicos, pedagógicos y curriculares que sustentan el desarrollo de competencias psicomotoras mediante la incorporación de tecnologías digitales en la formación odontológica. Este análisis permitió comprender que el uso del sistema CAD/CAM no debe asumirse únicamente como una herramienta tecnológica, sino como un mediador didáctico capaz de enriquecer la experiencia práctica del estudiante, favorecer la repetición controlada, facilitar la retroalimentación, mejorar la visualización de los procedimientos y fortalecer progresivamente la precisión manual, la coordinación motora, la eficiencia operatoria y la calidad del resultado final.

Respecto al tercer objetivo específico, se determinaron los requerimientos tecnológicos, didácticos y organizativos necesarios para la implementación del sistema CAD/CAM como recurso educativo en las actividades prácticas de la carrera de Odontología. Se concluyó que la aplicación efectiva de esta metodología exige disponibilidad tecnológica, planificación didáctica estructurada, capacitación docente, organización de actividades prácticas, criterios de evaluación objetivos y articulación curricular. Estos elementos resultan indispensables para garantizar que la incorporación de CAD/CAM contribuya de manera pertinente al fortalecimiento de la formación práctica odontológica.

En función del cuarto objetivo específico, se implementó la metodología diseñada mediante un ensayo experimental en estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad de los Hemisferios. La intervención permitió articular el uso del sistema CAD/CAM con

actividades formativas orientadas al desarrollo de competencias psicomotoras. Después de su aplicación, el grupo experimental evidenció mejoras superiores en ejecución técnica, calidad del desempeño motor, desempeño objetivo integral e Índice de Competencia Psicomotora, lo que demuestra que la metodología favoreció el control del movimiento, la precisión de la ejecución, la eficiencia procedimental y la calidad técnica del producto odontológico.

Finalmente, en correspondencia con el quinto objetivo específico, se validó la efectividad de la metodología propuesta a partir de la evaluación de las competencias psicomotoras y del desempeño de los estudiantes antes y después de su aplicación. Los análisis de ganancias, cambio porcentual, tamaño del efecto mediante Cohen's d y ANCOVA confirmaron que la metodología basada en CAD/CAM produjo un impacto significativo y de alta magnitud en el grupo experimental. Asimismo, la validación de los instrumentos mediante juicio de expertos, V de Aiken y prueba piloto respaldó la pertinencia, claridad, coherencia y aplicabilidad de la propuesta. En consecuencia, se acepta la hipótesis de investigación y se concluye que la metodología constituye una alternativa pedagógica innovadora, pertinente y científicamente sustentada para fortalecer la formación práctica de los futuros profesionales de Odontología.

Recomendaciones

A partir de los resultados alcanzados se presentan las recomendaciones la metodología para el desarrollo de competencias psicomotoras en estudiantes de Odontología de la Universidad de Los Hemisferios mediante el sistema CAD/CAM.

Recomendaciones metodológicas

- Se sugiere que futuros estudios que aborden la formación en habilidades psicomotoras consideren la aplicación de metodologías mixtas más amplias o diversificadas que permitan analizar en mayor profundidad dimensiones específicas del aprendizaje digital y presencial.
- Se recomienda elaborar diseños experimentales con grupos control y experimental para fortalecer la validez interna, así como el uso de métodos cualitativos avanzados como etnografías educativas para captar matices culturales y sociales en la interacción con tecnologías CAD/CAM.
- Emplear otros instrumentos complementarios que permitan medir indicadores psicomotores con mayor precisión o desde perspectivas neurocognitivas, tales como análisis biomecánico con sensores especializados o estudios de neuroimagen funcional.
- Replicar la metodología diseñada en otras disciplinas de la salud o áreas tecnológicas, para evaluar su aplicabilidad y escalabilidad en contextos similares o distintos, fomentando así un amplio campo de investigación interdisciplinaria.

Recomendaciones académicas

- Se recomienda a la Universidad de Los Hemisferios consolidar la línea de investigación y desarrollo tecnológico en la formación odontológica digital, incentivando la creación de grupos multidisciplinarios que integren docentes, investigadores y expertos en tecnologías educativas.
- Elevar y fortalecer la capacitación continua de los docentes en el manejo integral del sistema CAD/CAM y en las innovaciones pedagógicas asociadas, dado que la calidad del

proceso formativo depende en gran medida del dominio que los instructores tengan sobre estos recursos y de su actitud crítica y reflexiva hacia ellos.

- Fomentar espacios académicos de reflexión ética y social sobre el impacto de la digitalización en la salud oral y en la equidad de acceso a tecnologías avanzadas.
- Implementar procesos sistemáticos de evaluación institucional permanente del currículo en función de las capacidades psicomotoras y tecnológicas, asegurando la actualización dinámica acorde con los avances científicos y las necesidades del sector salud.

Recomendaciones prácticas

- Es importante que la Facultad de Odontología y sus responsables académicos continúen la integración progresiva del sistema CAD/CAM en las actividades clínicas y clínicas, para lo cual se deberá garantizar que las condiciones técnicas, logísticas y financieras estén debidamente aseguradas en los planes de inversión.
- Establecer protocolos para el uso y mantenimiento de los equipos y para la elaboración y actualización de materiales didácticos y guías de entrenamiento.
- Ampliar la infraestructura tecnológica para que todos los estudiantes tengan acceso adecuado y equitativo a los sistemas digitales durante sus prácticas.
- Desarrollar indicadores de sostenibilidad ambiental y análisis costo-beneficio que permitan evaluar el impacto a largo plazo de la incorporación tecnológica, para optimizar recursos y promover una cultura institucional responsable y comprometida con la innovación.

Estas recomendaciones constituyen un aporte académico y operativo que puede orientar no solo líneas futuras de investigación sino también políticas institucionales y prácticas pedagógicas que amplíen y profundicen el impacto positivo de la propuesta diseñada. La diálogo abierto y continuo entre investigadores, docentes y estudiantes será clave para impulsar transformaciones significativas y sostenibles en la formación odontológica en contextos digitaliza.

Bibliografía

- Abraham, P., & Chávez, R. (2023). INTERVENCIONES DIDÁCTICAS PARA EL DESARROLLO DE LA MOTRICIDAD FINA EN LA FORMACIÓN DEL ODONTÓLOGO. *INCEPTUM*, *XII*(22), 5-27. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33110/inceptum.v12i22.291>
- Acosta. (2023). Los enfoques de investigación en las Ciencias. *Revista Latinoamericana Ogmios*, *3*(8), 11-31. <https://doi.org/10.53595/rlo.v3.i8.084>
- Acosta, D., Rodríguez, W., Peñaherrera, M., García, S., & La O, Y. (2021). Metodología de la investigación en la educación superior. *Revista Universidad y Sociedad*, *13*(4), 283-293. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000400283
- AGNU. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. United Nations. <https://unctad.org/systeme/files/official-document/ares70d1-es.pdf&ved>
- Aguilar, F. (2020). Fundamento, evolución, nodos críticos y desafíos de la educación ecuatoriana actual. *Actualidades Investigativas en Educación*, *19*(1), 720-752. <https://doi.org/10.15517/aie.v19i1.35715>
- Alcivar, M., Delgado, J., & Vera, C. (2023). Análisis Comparativo de la Norma Constitucional y La Ley de Educación Superior, Periodo 2018-2022 del. Ecuador. *Polo del conocimiento*, *8*(7), 23-57. <https://doi.org/10.1093/law-mpeccol/e251.013.251>
- Alcolea, A., García, A., Alfonso, A., & Escobar, E. (2017). *Metodología de la investigación socio ventiva*. La Habana: EMS "Arides Estévez Sánchez".

- Alhamed, F., Neiva, G., Bak, S., Karl, E., & Inglehart, M. (2022). Educación, conocimientos, actitudes y comportamiento en diseño/fabricación asistida por computadora de estudiantes doctorales de odontología: Una encuesta nacional. *Journal of Dental Education*, 87(4), 562–571. <https://doi.org/10.1002/jdd.13144>
- Álvarez, C., Agudo, E., Carrillo, J., & García, E. (2012). *ESTUDIO PILOTO SOBRE EL DESARROLLO PROGRESIVO DE HABILIDADES PSICOMOTRICES FINAS EN ESTUDIANTES DE ODONTOLOGIA*. Ponencia IX Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria. Retos y oportunidades del desarrollo de los nuevos títulos en educación superior, Universidad Europea de Madrid., Facultad de Ciencias Biomédicas. <https://abacus.universidadeuropea.com/bitstream/11268/1831/2/INNOVA22.pdf&ved>
- Álvarez, K., Vaca, G., Molina, J., & Cantillo, L. (2023). Impacto de la COVID-19 en el área de Odontología. *Revista Información Científica*, 102(2023), 1-13. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.7768280>
- Al-Zain, O., Abdel-Azim, A., & Othman, H. (2021). Dental Students' Didactic and Psychomotor Skills Performance in Dental Anatomy and clinical Operative Dentistry Courses in a Saudi Governmental School. *International Journal of Dentistry*, 2021(12). <https://doi.org/file:///10.1155%2F2021%2F7713058>
- Amaya, A. (2014). Competencias, objetivos, habilidades y destrezas: ¿cómo entender las diferencias conceptuales? Una analogía de entendimiento a partir de un bloqueo en el tránsito automotor. *Revista Universista Médica*, 55(4), 424-434. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed55-4.cohd>
- Apara, D., & Auad, M. (2014). *DESARROLLO DE LA HABILIDAD PSICOMOTORA A LO LARGO DE LA MALLA CURRICULAR EN ALUMNOS DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD FINIS TERRAE*. Tesis de posgrado, Univerdidad Finis Terrae, Santiago de Chile. <https://repositorio.uft.cl/bitstreams/2b139dbb-299c-4a05-a565-efcf6fa1d20>
- Araya, K., & Torres, D. (2023, Junio). Educación STEM a través del modelado implementación de imsi3n 3D dentro de las áreas de biomédica e industrial. *Tecnología en Marcha*, 36, 35-39. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i6.6756>

- Area, M. (2009). *Introducción a la tecnología educativa*. Universidad de La Laguna.
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación*. ENFOQUES CONSULTING EIRL.
https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf
- Asamblea Nacional. (2011). Ley Orgánica de Donación y Transplante de Órganos, Tejidos y Células. Registro Oficial No. 398. http://www.donaciontrasplante.gob.ec/indot/wp-content/uploads/downloads/2013/11/ley_y_reglamento__a_la_ley_organica_de_donacion_y_trasplantes.pdf&ved
- Asamblea Consituyente. (2008). Consitución de la República de Ecuador.
<https://www.lexis.com.ec/biblioteca/constitucion-republia-ecuador&ved>
- Asamblea Nacional. (2006). Ley Orgánica de Salud. Registro Oficial.
<https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/LEY-ORG%25C3%2581NICA-DE-SALUD4.pdf&ved>
- Asamblea Nacional. (2015). Lay Orgánica de telecomunicaciones. Registro Oficial N° 439.
<https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/Ley-Organica-de-Comunicaci%25C3%25B3n.pdf&ved>
- Balderas, A., Cruz, C., Zapata, N., & Salazar, J. (2022). LA VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS COMO ESTRATEGIA PARA MEDIR LA CONFIABILIDAD DE UN INSTRUMENTO. *TECTZAPIC*, 8(1), 9-18.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9593530.pdf>
- Barajas, J. (2009). La clasificación de los medios tecnológicos en la educación a distancia. Un referente para su selección y uso. *Apertura*, 9(10), 120-129.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68812679011>
- Barrera, C., Salamanca, J., & González-Neira, S. (2016). Sistema de evaluación de habilidades psicomotrices en cirujanos de laparoscopia. *Revista de Ciencias de la Salud*, 14(Especial), 57-67. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.12804/revsalud14.especial.2016.04>

- Barret, K., Boitano, S., & Heddwen, B. (2009). *Ganong Fisiología médica*. McGraw Hill.
- Barruezo, P. (1993). La psicomotricidad: definición, conceptos básicos, objetivos y contenidos. *Psicomotricidad revista de estudios y experiencias*, 11, 111-150. <https://repositorio.uft.cl/items/92606-f33f5df0fbe6&ved>
- Beltrán, R., & Ikeda, M. (2004). Taxonomía de competencias en educación odontológica. *Revista de Estomatología Herediana*, 14(1-2), 107 - 111. <https://www.researchgate.net/publication/299407874/>
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. (3ra ed.). PEARSON EDUCACIÓN.
- Berruezo, P. (2000a). El contenido de la psicomotricidad. En P. Bottini, *Psicomotricidad: Prácticas y conceptos* (págs. 33-49). Madrid, España: Miño y Dávila.
- Berruezo, P. (2000b). Hacia un marco conceptual de la psicomotricidad a partir del desarrollo de su práctica en Europa y España. *Revista Universitaria de formación del profesorado*, 37(Abril), 21-33. <https://dialnet.uniroja.es/servlet/revista?codigo=1244>
- Bilbao, A., Figueroa, M., & Sogbe, R. (2021). Estrategias Psicoconductuales en la Consulta Odontopediátrica. *Revista de Odontopediatría Latinoamericana*. <https://doi.org/10.47990/aloplibest2021>
- Bolaños, R. (1999). Adaptación de la Tecnología CAD/CAM. *Revista Tecnología en Marcha*, 13(5), 152-165. <https://doi.org/10.18845/tm.vl3i0.2920>
- Bonilla, M., Cárdenas, J., Arellano, F., & Pérez, D. (2020, Septiembre). Estrategias metodológicas interactivas para la enseñanza y andizaje en la educación superior. *Revista Científica UIIsrael*, 7(3), 11-18. <https://doi.org/10.35290/rcui.v7n3.2020.282>
- Bravo, W., Palacios, A., & Regalado, J. (2021). Nuevos modelos de enseñanza en Odontología. El B-Learning en estudiantes del siglo XXI. (U. C. Cuenca, Ed.) *Revista OACTIVA UC Cuenca*, 6(3), 39- 44. <https://doi.org/10.31984/oactiva.v6i3.577>

- Briceño, M., & Dos Santos, V. (2023). *SISTEMAS CAD/CAM Y SUS IMPLICACIONES EN LA ODONTOLOGÍA. REVISIONES CRÍTICAS DEL ESTADO DEL CONOCIMIENTO*. Tesis de grado, Univerdidad José Antonio Páez, Carabobo. <https://riujap.ujap.edu.ve/bitstreams/a5813af1-ed12-4465-93de-ff879cc15205>
- Brown, M., Koroluk, L., Ching, K., Mengqi, C., Kingstong, T., & Hill, C. (2015). Effectiveness and efficiency of a CAD/CAM orthodontic bracket system. *American Association of Orthodontists, and the American Board of Orthodontics*, 148(6), 1067-1074. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ajpdo.2015.07.029>
- Calatrava, L. (2010). Educación por competencias en odontología. *Revisiones Bibliográficas*, 48(1). <http://ve.scielo.org/scielo.php%3Fscript%3Dsci-arttext%26pid%3DS0001-63652010000100016&ved>
- Caltrava, J. (2022). Adopción e implementación de nuevas tecnologías en la Odontología restaruradora latinoamericana. *RODYB*, 11(1), 15-21. <https://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2022/01/3-ODONTOLOGIA.pdf&ved>
- Cascante, M., Mesías, F., Villacís, I., Calderón, R., Cepeda, H., España, R., & Calahorrano, R. (2023). La aplicación del Mobile Learning y el Cad Cam como herramientas efectivas para el andizaje y evaluación del tallado de incrustaciones inlay en estudiantes de odontología. *OACTIVA UC Cuenca*, 8(3), 9-16. [https://www.researchgente.net/publication/377122358_La_aplicación_del Mobile_Learning_y_el_CAD_CAM_como_herramientas_efectivas_para_el_andizaje_y_evaluación_del_tallado_de_incrustaciones_inlay_en_estudiantes_de_odontología&ved](https://www.researchgente.net/publication/377122358_La_aplicación_del_Mobile_Learning_y_el_CAD_CAM_como_herramientas_efectivas_para_el_andizaje_y_evaluación_del_tallado_de_incrustaciones_inlay_en_estudiantes_de_odontología&ved)
- Catalina, J. M. (2015). *Aspectos legales y de bioseguridad en el uso de dientes humanos en la catedrá de morfología y endodoncia en la Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador*. Quito, Ecuador. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8036a635-bedb-466f-a1f7-3508db58a4a5/content>

- Cedeño , A. (2021). Percepciones de estudiantes de Odontología ecuatorianos sobre el efecto de la COVID-19 en la educación y práctica profesional odontológica. *EDUCERE*, 25(80), 2063-277. <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/educere/article/view/16478>>.
- Cedeño, L., Vintimilla, P., Plúas, C., & Conto, F. (2019). La enseñanza de la Odontología en el Ecuador, criterios de reformulación de la carrera en la Universidad de Guayaquil. *Revista Cubana de Educación Superior*, 38(2), 19-29. *Revista Cubana de Educación Superior*, 38(2), . Epub 01 de agosto de 2019. Recuperado en 03 http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142019000200020&lng=es&tlng=es
- Cejas , M., Rueda, J., Cayo, L., & Villa, L. (2018). Formación por competencias: Reto de la educación superior. *Revista de Ciencias Sociales*, 25(1), 1-9. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28059678009>
- CEPAL. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo sostenible: una oportunidad para America Latina y el Caribe*. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>
- Cerruto, M. (2022). La norma ISO 21001:2018 en el sistema de gestión de calidad de las instituciones educativas particulares. *Revista Científica Retos de la Ciencia*, 6(13). <https://doi.org/0.53877/rc.6.13.20220701.01>
- Charría, V., Sarsosa, K., Uribe, A., López, C., & Arenas, F. (2011). Definición y clasificación teórica de las competencias académicas, profesionales y laborales. Las competencias del psicólogo en Colombia. (U. d. Norte, Ed.) *Psicología desde el Caribe*, Julio-diciembre(28), 133-165. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21320758007>
- Chávez, R. (2023). Intervenciones didácticas para el desarrollo de la motricidad fina en la formación del odontólogo. *INCEPTUM*, 12(22), 5-25. <https://doi.org/10.33110/inceptum.v12i22.291>

- Cid, C. (2023). *Estudiantes de Odontología UC anden a través de Realidad Aumentada*. Centro de Desarrollo Docente UC, Santiago de Chile. <https://desarrollodocente.uc.cl/2023/06/16>
- Coronel, C. (2020). Forma correcta de sentar los datos y uso de McNemar en las intervenciones educativas. *Revista Archivo Médico de Camaguey*, 24(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552020000100002&lng=es&tlng=es.
- Coronel, C. (15 de Febrero de 2023). Las variables y su operacionalización. *Revista de Archivo Médico de Camagüey*, 27. <https://doi.org/http://orcid.org/0000-0003-4318-8640>
- Cruz, G., Mena, J., Solís, S., & Masaquiza, A. (2021). Importancia de los sistemas CAD-CAM para el desarrollo de proyecto de conformado de materiales. *Polo del conocimiento*, 6(11), 370-382. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i11.3276>
- Cuestas, A. (2019). *Gestión del talento humano y del conocimiento*. Madrid: ECOE Ediciones.
- Cuevas, A., & Silva, T. (2017). *DIAGNOSTICO DE HABILIDADES PSICOMOTORAS EN ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGIA DE LA UNIVESIDAD FINIS TERRAE*. Tesis de especialidad posgrado, Universidad Finis Terrae, FACULTAD DE ODONTOLOGIA, Santiago de Chile. <https://repositorio.uft.cl/items/92606fb3-956e-4cc3-b506-f33f5df0fbeg&ved>
- de Camargos, E., & Méndez, M. (2016). La importancia de la psicomotricidad en la educación de los niños. *Revista Científica Multidisciplinar Nucleo del Conocimiento*, 9(1), 254-275. <https://www.nucleodocohecimento.com.br/educación-es/psicomotor-en-la-educacion-y-el-nino&ved>
- de la Fuente, J., & Álvarez, M. (2011). Uso de nuevas tecnologías en odontología. *Revista Odontológica Mexicana*, 15(3), 157-162. <https://doi.org/http://www.medigraphic.com/facultadodontologiaunam>
- de la Garza, E. (2018). *La metodologías configuracionaista para la investigación*. (U. A. Metropolitana, Ed.) México: Gedisa.

- Duarte, E., Rodríguez, C., & Osuna, I. (2022). Evaluación de competencias por medio de una lista de cotejo en estudiantes de odontología. *Revista Iberoamericana de producción académica y gestión educativa*, 8(15), 102-127. <https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/898&ved>
- Espinoza, E., & Toscano, D. (2015). *Metodología de Investigación Educativa y Técnica*. Universidad Técnica de Machala.
- Fernández, E., Bessone, L., & Cabanillas, G. (2013). Aesthetic All-ceramic Restorations:CAD-CAM System. *International Journal of odontostomatology*, 7(1), 139-147. <https://doi.org/10.4067/S0718-381X2013000100022>
- Fernández, J., Saracho, A., Cifuentes, M., & Arguello, G. (2017). *Tecnología CAD-CAM en Odontología. Asignatura optativa a elegir a partir de cuarto año- semestre indistinto*. Facultad de Odontología. México: Universidad Nacional autónoma de México. <https://www.odonto.unam.mx/site/default/file/inline-files/Tecnolog%25C3%25ADa%2520CAD-CAM%2520en%2520Odontolog%25C3%25ADa%25202018-2019.pdf&ved>
- Fierro, O., Verdugo, A., & Barrientos, B. (2020). Técnica CAD/CAM comparado con técnica convencional en pacientes con indicación de restauración indirecta unitaria posterior. *International Journal of Interdisciplinary Dentistry*, 13(3), 207-211. <https://doi.org/10.4067/S2452-55882020000300207>
- Figuerroa, J. A., Arpi, L. M., Tigua, D., & Rosero, P. (2019). Innovación en salud bucodental: Imisión en 3D en la Unidad Odontológica Clinident. *Revista Científica Encentro de las Ciencias*, 5(4). <https://doi.org/10.23857/dc.v5i4.1028>
- Forcadell, X. (2015). La formación del docente en psicomotricidad. *Entrelíneas*, 35(julio), 5-13. https://app-psicomotricistas.net/wp-content/uploads/2022/04/EL_2015_35_5-12.pdf&ved
- Franco, A., & Ayala, L. (2011). Aportes de la motricidad en la enseñanza. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 7(2), 95-119.

- Frómeta, C., González, L., Castillo, J., Valdivia, R., Coca, M., & Marrero, M. (2021). Investigación pedagógica en el campo de las ciencias médicas. *Revista Cubana de Reumatología*, 23(3). <https://doi.org/930001/10.100023>
- Fukuhara, M., Chávez, P., Flores, R., Fernández, L., Castilla, M., Maldonado, M., & Loechle, O. (2023). Introducción de la tecnología CAD-CAM en la educación dental: una mirada desde los estudiantes y los docentes. *Estomatología Herediana*, 33(4), 372-376. <https://doi.org/10.20453/reh.v33i4.5123>
- García, E. (2015). Andando psicomotricidad en la universidad ¿Cómo es la formación inicial de los maestros de educación infantil? *Padres y maestros*, 2(364), 28-33. <https://doi.org/pym.i364.y2015.004>
- García, Y., & Torrado, M. (2022). *Diseño y validación de un modelo tridimensional digital educativo en modalidad virtual de la unidad dentogingival dirigido a estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad Santo Tomás*. Universidad de Santo Tomás. CRAIUSTA. <http://hdl.handle.net/11634/42749>
- Giesecke, M. (2020). Elaboración y pertinencia de la matriz de consistencia cualitativa para las investigaciones en ciencias sociales. *Desde el Sur*, 12(2), 397-417. <https://doi.org/10.21142/DES-1202-2020-0023>
- Gómez, A., & Gómez, K. (2019). *Muestreo estadístico para docentes y estudiantes*. Tacana American University. https://doi.org/https://tauniversity.org/sites/default/files/ebook_muestreo_estadistico_para_docentes_y_estudiantes._dr._angel_gomez_degraves_y_prof._karine_gomez_marquina.pdf
- Gómez, M., Danglot, C., & Vega, L. (2013). Cómo seleccionar una prueba estadística (II parte). *Revista mexicana de Pedriatría*, 80(2), 81-85. <http://www.medigraphic.com/rmp>
- González, K., Mortigo, A., & Berdugo, N. (2014). La configuración de perfiles profesionales en la educación superior y sus implicaciones en el currículo. *Revista Científica General José María Córdova*, 12(14), 165-182. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476247222010>

- Grandez, K. (2021). Simuladores en odontología y la formación de habilidades clínicas. *Odontología Sanmarquina*, 24(3), 261-263. <https://doi.org/10.15381/os.v24i3.20717>
- Guerrero, S., Sánchez, G., Bernardino, E., & Rodríguez, G. (2023). El empleo de eXelearning para desarrollar las competencias comunicacionales en séptimo año de educación básica. *Polo del Conocimiento*, 8(12), 519-547. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i12.6296>
- Guillén, R., Arteaga, S., & Figueroa, J. (2017). Las tecnologías de información y comunicación (TIC's) en odontología. *Polo del conocimiento*, 2(4), 120-128. <https://doi.org/10.23857/pc.v2i4.120>
- Gutiérrez, N. (2018). Sistemas CAD/CAM actuales: posibilidades y limitaciones del flujo Chair-Side. *Gaceta Dental*, 11(307), 90-98. https://www.gacetadental.com/wp-content/uploads/20218/11/307_DOSSIER_SistemasCADCAMActuales.pdf&ved
- Herazo, B., Hernández, G., Cuéllar, J., Gaidós, C., Atuesta, M., Castellanos, J., . . . Rubio, R. (2013). *PERFIL Y COMPETENCIAS PROFESIONALES DEL ODONTÓLOGO EN COLOMBIA*. Bogotá: Ministerio de Salu y protección social. <https://scholar.google.com/citations%3Fuse%3De3Tc5mwAAAAJ%26hl%3Den&ved>
- Hernández, A. M. (2021). *Aplicación del sistema CAD/CAM en el tratatmiento con prótesis total*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Odontología. Dirección general de bibliotecas de la UNAM. <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000811618/30811618.pdf&ved>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill / Interamericana Editores, S.A de C.V.
- Herrera, J., Calero, J., González, M., Collazo, M., & Travieso, Y. (2022). El método de consulta a expertos en tres niveles de validación. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 21(1), 1-11. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2022000100014&lng=es. Epub 10-Mar-2022.
- Herrero, J., & Carretero, M. (2023). *DESARROLLO DEL ANDIZAJE Y ENTRENAMIENTO DE LAS HABILIDADES PSICOMOTORAS ESPECÍFICAS DEL FUTURO ODONTÓLOGO*

MEDIANTE UN SISTEMA DE SIMULACIÓN DE LA VISIÓN INDIRECTA.
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Ayudas de la Universidad de Salamanca a Proyectos de Innovación Docente. <https://gredos.usal.es/handle/10366/158660&ved>

Hidalgo, H., Conto, F., Gaibor, A., & Pincay, J. (2017b). Visión 2030 de la odontología en el Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 3(2), 785-809. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.2.esp.785-809>

Hidalgo, H., Gaibor, A., Duran, R., & Hidalgo, L. (2017a). Factores determinantes para la formación de los nuevos odontólogos en el Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 3(2), 223-237. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v3i2.328>

In-Red. (2023). *Modelos docentes transformadores para un andizaje a lo largo de la vida.* Valencia: Editorial Universitat Politècnica de Valencia. <https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.17010>

Jofré, J., Fuentes, J., Conrady, Y., Michel, M., Quintana, P., & Asenjo-Lobos, C. (2019). Improving dental students fine motor skills by visualization and mental imagery: A pilot randomized clinical trial. *International Journal of Odontostomatology*, 13(1), 69-74. <https://www.scielo.cl/scielo.php%3Fpid%3DS0718-381X2019000100069%26script%3Dsci-abstract%26tIng%3Den&ved>

Kanakaraj, S., Kumar, H., & Ravichandran, R. (2021). An update on CAD/CAM removable complete dentures: A review on different techniques and available CAD/CAM denture systems. *International Journal of Applied Dental Sciences*, 7(1), 491-498. <https://doi.org/10.22271/oral.2021.v7.i1g.1175>

Khan, S., Inamdar, M., Munaga, S., Khare, N., & Farooq, M. (2020). Development of Psychomotor Skills in Dentistry Based on Motor Learning Principles: A Review. *World Journal of Dentistry*, 11(3), 247-251. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10015-1734>

Koetong, A. (2023). *La gestión pedagógica y los estilos de andizaje de los estudiantes de odontología de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna.* Universidad

- Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna.
<http://161.132.207.135/handle/20.500.12969/3049>
- Labrador, M. E., & Briceño, R. (2001). Habilidades psicomotoras y su relación con el desempeño clínico ocupacional. *ODOUS Revista Facultad de Odontología Universidad Carabobo*, 3(2), 30-39. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/odontología/revista/v3n2/3-2-2.pdf&ved>
- Leão, L. (9 de 7 de 2020). *CAD vs CAE vs CAM ¿Cuáles son las diferencias?* blog de ingeniería eléctrica moderna: <https://www.e3seriescentre.com/es/blog-de-ingenieria-electrica-moderna/cad-vs-cae-vs-cam-diferencias&ved>
- Legrá, A., & Silva, O. (2011). *La investigación científica. Conceptos y reflexiones*. La Habana: Félix Varela.
- Leiva, F., Melo, C., & Rojas, C. (2022). *CONTRIBUCIÓN DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS DE SIMULACIÓN CLÍNICA PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS PSICOMOTRICES EN ODONTOLOGÍA*. Tesis de posgrado, Universidad de Valparaíso. <https://repositoriobibliotecas.uv.cl/bitstreams/31c8b97b-6faa-4caa-8ce5-4cbaf5618b11/download&ved>
- León, A., Mora, A., & Tovar, L. (2021). Fomento del desarrollo integral a través de la psicomotricidad. *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v9i1.2861>
- López, & M. (2015). *La incidencia en el perfil profesional de la actual formación en odontología desde la valoración de los actores universitarios*. Montevideo: UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA . COMISIÓN SECTORIAL DE ENSEÑANZA. <https://www.researchgate.net/publication/275770717>
- López, A. (2022). Investigación cualitativa: Grupos focales y su aplicación en las Ciencias Sociales. *Cuadernos de Sociología*, 2(4), 66-84. revistascientificas.una.py/index.php/SC/article/download/4539/3636/12490
- López, R., Avello, R., Palmero, D., Sánchez, S., & Quintana, M. (2019). Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. *Revista*

Cubana de Medicina Militar, 48(2), 441-450.
<https://www.bing.com/ck/a?!&&p=d8b04132352e440aJmltdHM9MTcyODAwMDAwMCZpZ3VpZD0zNTgxZTQ4NC1iZjhhLTZlNDYtMDNjNy1mNjUwYmU5MDZmZGYmaW5zaWQ9NTIwNQ&pptn=3&ver=2&hsh=3&fclid=3581e484-bf8a-6e46-03c7-f650be906fdf&psq=Validaci%c3%b3n+de+instrumentos+como+garant%c3%a>

Luna, J., Cabrara, A., López, E., & Armas, A. (2022). *Historia de la odontología en el Ecuador*. Grupo Compás.

Macías, F. (15 de Abril de 2015). La Tecnología Cad Cam en la consulta dental. *Revista de Operatoria Dental y Biomateriales*, 4(1). <http://www.rodyb.com/la-tecnologia-cadcam>

Magomed, J., & Raisat, S. (2020). Essence, Structure and Classification of Educational Technologies. *VIII International Scientific and Practical Conference 'Current problems of social and labour relations*. 527. Moscú: Atlantis ss. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210333.133>

Marín, F., Pérez, J., Senior, A., & García, J. (2021). Validación del diseño de una red de cooperación científico-tecnológica utilizando el coeficiente K para la selección de expertos. *Información Tecnológica*, 32(2), 79-88. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000200079>

Martelo, R., Villabona, N., & Jiménez, I. (2017). Guía Metodológica para Definir el Perfil Profesional de Programas Académicos Mediante la Herramienta Ábaco de Régnier. *Formación Universitaria*, 10(1), 15-24. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062017000100003>

Martínez, E. (2013). *Tipo, Alcance y Diseño de la Investigación*. Juárez: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/maestria/documentos/LECT85.pdf

Martínez, R., & Cárdenas, R. (2006). Las Ventajas e Inconvenientes del CAD/CAM. *Culcyt/Sistemas Computacionales*, 3(16-17), 43-48.

- Mayán, G., Clavera, T., & Parejo, D. (2023). El impacto de la Revolución Científico-Técnica en Estomatología. *II Jornada Científica de Residentes Profesionales de la Salud*. La Habana: CENCOMED. <https://revdosdic.sld.cu/index.php/revdosdic/article/view/62>
- Mazzola, L., & Castro, Y. (2021). Ventajas,desventajas y perspectiva estudiantil de la tecnología CAD/CAM en el proceso de enseñanza anizaje de la educación dental. *Revista Cubana de investigaciones Biomédicas*, 40(3), 1-6. https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_artext&pid=S0864-03002021000400018&ing=es&ting=es
- Medeiros, V., De Oliveira, R., Barbosa, O., Izolani, O., & Díaz, S. (2017). Ventajas y desventajas del sistema Cad Cam. *Revista Brasileira de Cirugía e Investigación clínica BJSCR*, 18(1), 106-109. <https://doi.org/10/50097/02e/2017/eE0.ij>
- Medina, G., Aquino, S., & López, M. (2021). *La tecnología educativa en tiempos de pandemia*. Juárez, México: Gradus Editora.
- Mendiaras, J. (2008). La Psicomotricidad Educativa: un enfoque natural. *Revista universitaria del formación del profesorado*, 22(2), 199-220. <https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27414780012>
- Mendoza, M., & Pico, J. (2024). Use of clinical simulators and development of professional skills in dental students: systematic review. *Salud, Ciencia y Tecnología*, 4. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2024.554>
- Menéndez, I., Menéndez, A., & Díaz, P. (2024). Estrategias didácticas para el andizaje significativo y el desarrollo de habilidades prácticas en Operatoria dental, enestudiantes de Odontología. Revisión sistemática. *Revista Social Fronteriza*, 4(2), 1-32. <https://doi.org/10.59814/resofro>
- Miguel, M. (2024). Impacto de la simulación clínica en la educación en odontología: Una reflexión actualizada. 49(4), 74-77. <https://doi.org/https://doi.org/10.11565/arsmed.v49i4.2096>
- Miles, P., & True, G. (2003). Reiki-review of a biofield therapy history, theory, practice, and research. *Altern Ther Healt Med*, 9(2), 62-72.

https://dialnet.org/files/article.in_Miles%20rikini_review%25C3%20therapy_history&265Ale&ved

Ministerio de Educación. (2017). Reglamento del Régimen Académico Consejo de Educación Superior. Ecuador: Registro Oficial Especial 845. <https://www.ces.gob.ec/lotaip/2018/Enero/Anexos%20Procu/An-lit-a2-Reglamento%20de%20R%C3%A9gimen%20Acad%C3%A9mico.pdf>

Miranda, T. (2011). El modo de actuación profesional y su formación en las carreras pedagógicas. *Varona*, 10(53), 24-28. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360635575004>

Miyazaki, T., & Hotta, Y. (2011). Sistemas CAD/CAM disponibles para la fabricación de restauraciones de coronas y puentes. *Revista Dental Australiana*, 56(1), 97-106. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01300.x>

Morales, M. (2017). El rol del docente investigador en Odontología. *ODONTOLOGÍA SANMARQUINA*, 20(2), 89-93. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15381/os.v20i2.13939>

Morris, B. (2020). Por una ciencia para y con los sujetos. Reseña de: De la Garza Toledo, Enrique (2018). La metodología configuracionista para la investigación social. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana - Gedisa. (R. L. Sociales, Ed.) *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, 9(2), e064. <https://doi.org/10.24215/18537863e064>

Mouriño, G. (2021). Odontología digital en la clínica diaria. *Revista Ateneo Argentino de Odontología*, LXV(2), 49-57. <https://www.ateneo-odontologia.org.ar/articulos/lxv01/articulos06.pdf&ved>

Murillo, G. (2019). Competencias digitales y su integración con herramientas tecnológicas en educación superior. *Revista Cuadernos*, 6(1), 12-29. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762019000100013

Niño, N., Uceda Bazán, M., Fernandez Otoy, F., & García González, M. (2022, Dicmbre). Estratégias didácticas para promover el andizaje significativo dirigido a estudiantes Universitarios. *Mendive*, 20(4), 1297-1309.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-76962022000401297&lang=es

- Nocedo, I., Castellanos, B., García, G., Addine, F., González, C., Yort, M., . . . Valera, O. (2001). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN EDUCACIONAL*. Pueblo y Educación.
- Olarte, J., & Castro, S. (2021). Odontología digital. *CES Odontología*, 34(2), 1-2. <https://doi.org/10.21615/cesodon.6539>
- Oliveira, C., Fernandes, M., Jucielle, M., & Campos, K. (2022). Sistema Cad Cam:Herramienta digital en la odontología actual. *Revista Saúde em foco*, 9(2), 40-57. <http://www4.unifsa.com.br/revista/index.php/saudemfoco/article/view/2546&ved>
- Order, M., & Orhan, K. (2024). Digitalización de la educación odontológica: realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA). *Anales europeos de ciencias dentales*, 51(Supl. 1), 7-9. <https://doi.org/10.52037/eads.2024.0030>
- Orejuela, J., Aguinaga, A., & Llulluna, F. (2014). Desarrollo de interfaces de integración CAD-CAMa través del sistema de manufactura virtual para el andizaje asistido por computadora de la programación y manejo de controladores de máquinas CNC. *Revista Politécnica*, 34(1), 1-4. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=688773673012>
- Ormeño, A. (2016). *Uso de las tecnologías digitales en elandizaje formal, no formal e inforal en estudiantes de la carrera de Odontología de la Universidad de Los Andes*. Universitat de Barcelona. Facultad de Educación. <https://www.teisenred.net/handle/10803/402107&ved>
- Padros, R., Giner, L., Herrero, M., Falcao, C., Ríos, J., & Gil, F. (2020, Junio). Influencia de los sistemas CAD/CAM en lo marginal, cisión y propiedades mecánicas de las restauraciones. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, 17(12), 4276-4298. <https://doi.org/10.3390/ijerph171>
- Pal, K. (2013). *Educational Technologies*. Punjab, India: Lovely Professional University.
- Paredes, J., Granda, L., Peñaloza, N., & Miranda, K. (2023). Sistema CAD/CAM en la confección de prótesis totales dentales. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 42(e2847).

- Patil, S., Bhandi, S., Awan, K., Licari, F., Di Blasio, M., Ronsivalle, V., . . . Minervini, G. (2023). Effectiveness of haptic feedback devices in clinical training of dental students—a systematic review. *BMC Oral Health*. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03410-3>
- Pérez-Sayáns, M., & Gallas, M. (2020). Enseñar, aprender y evaluar competencias clínicas en el grado de Odontología: una propuesta innovadora. *Revista de Investigación Educativa Universitaria*, 3(1), 13-24. <https://dialnet.uniroja.es/servlet/extaut%3Fcodigo%3D919538&ved>
- Perodín, Y., Mesa, N., & Ruiz, E. (2021). Interrelación disciplina Estomatología Integral y modos de actuación profesional. Carrera Estomatología. *Correo Científico Médico*, 25(2). <https://www.mediagraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi%3FIDARTICULO%3D106679&ved>
- Queyrie, G., & Alonzo, K. (2024). Herramientas Virtuales para Aumentar la cisión en el Entrenamiento de Alumnos de Endodoncia. *International Journal of Odontostomatology*, 18(4), 470-475. https://ijodontostomatology.com/wp-content/uploads/2025/01/2024_v18n4_013.pdf
- Quispe, M., & Herrera, A. (2021). *Detección temprana de las habilidades psicomotoras clínicas odontológicas de los estudiantes de la Escuela Profesional de Estomatología de la Universidad Andina del Cusco, 2020-I*. Universidad Andina. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/4514>
- Raguanta, M., & Martínez, O. (2014). Operacionalizacion de concepto de variable. *Repositorio Universidad de Barcelona*. <https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/57883/1/Indicadores-Repositorio.pdf>
- Rainu, M., Linke, B., Heo, G., Kebbe, M., Berlin-Broner, Y., Amin, M., & Garcia, A. (2025). Habilidades psicomotoras de estudiantes de odontología con formación nacional e internacional en educación odontológica clínica. *Revista Europea de Educación Dental*, 29(2), 315-321. <https://doi.org/10.1111/eje.13071>

- Ramírez, L., Moreno, M., Gardner, L., Gómez, L., Calderón, M., Sáenz, X., . . . Jaramillo, J. (2008). Modelo de enseñanza de las habilidades psicomotoras básicas en anestesia para estudiantes de ciencias de la salud: sistematización de una experiencia. *Revista colombiana de anestesiología*, 36(1), 85-92. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-anestesiologia-341-articulo-modelo-enseñanza-habilidades-psicomotoras-basicas-S0120334708620080&ved>
- Ramos, C. A. (2015). Los paradigmas de investigación científica. *Revista de Psicología*, 23(1), 9-17. https://www.unife.edu.pe/publicaciones/revistas/psicologia/2015_1/Carlos_Ramos.pdf
- Reinoso, N. (Enero-Abril de 2023). Historia de la Carrera de Odontología,. (U. C. Cuenca, Ed.) *Odontología Activa*, 8(1), 1-2. https://www.researchgate.net/publication/370743148_Historia_de_la_Carrera_de_Odontologia_Matriz_Cuenca_de_la_Universidad_Catolica_de_Cuenca&ved=2ahUKEwje18irrKiIAxWpTDABHQD3IaAQFnoECBYQAQ&usg=AOvVaw3DL54H495xoVQ403eWimuw
- Rematozo, M., & Morris, B. (2022). El configuracionismo latinoamericano como programa de investigación en la obra de Enrique de la Garza. *Cinta de moebio*, 1(74), 95-108. <https://doi.org/10.4067/S0717-554X2022000200095>
- Ríos, C. (2024). Investigación cualitativa en el contexto de la Salud Pública: actualización de conceptos. *Revista de salud pública de Paraguay*. <http://scielo.iics.una.py/pdf/rspp/v14n1/2307-3349-rspp-14-01-51.pdf>
- Rivera , A., Zamarripa, E., Ancona, A., Grazioldi, G., & Cuevas, C. (2021). La tecnología de imsión 3D utilizada en odontología. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud*, 9(18), 196-198. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/issue/archive>
- Rivera, C., Aguirre Parra , E., Medrano Bautista, J., & Rojas Gomez, P. (2017, Marzo). Tecnología Cad Cam en la consulta dental. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 3(2), 799-821. URL:<http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>

- Rivero, I., Gómez, M., & Abrego, R. (2013). Tecnologías educativas y estrategias didácticas: criterios de selección. *Revista Educación y Tecnología*, 1(3), 190-206. <https://dialnet.uniroja.es/descarga/articulo/4620616.pdf&ved>
- Rocha, S., Tiossi, R., Sartori, M., & Thome, G. (2012). Tecnología CAD/CAM aplicada a prótesis e implantes dentales. *Periódico ILAPEO*, 6(1), 17-30. https://researchgate.net/profile/Sergio_Rocha_Bernadez/Publication/237064150_Tecnología_CAD_CAM_aplicada_a_prótesis_e_implantes_dentales
- Rojas, O., & Salas, J. (1999). Producción automatizada. Sistemas CAD/CAE/CAM. *Revista de investigación UNMSM*, 2(1), 38-47. <https://www.revistasinvestigacion.unmsm.edu.per>
- Rojas, R. (1999). *Metodología de la Investigación científica*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Saavedra, R., & Chamorro, C. (2021). *Diseño e Implementación de un Escáner 3D para modelado geométrico de Objetos didácticos para la cátedra de Anatomía Práctica de la Carrera de Odontología de la Universidad Internacional Tres Fronteras*. Congreso Latinoamericano de software Libre y Tecnologías Abiertas. <https://doi.org/10.5753/latinoware.2021.19927>
- Salas, R., & Salas, A. (2014). Los modos de actuación profesional y su papel en la formación del médico. *Edumecentro*, 6(2), 6-30.
- Salas, W. (2005). FORMACIÓN POR COMPETENCIAS EN EDUCACIÓN SUPERIOR. UNA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL A PROPÓSITO DEL CASO COLOMBIANO. (U. d. Antioquia, Ed.) *Revista Iberoamericana de Educación*, 32(9), 1-11. <https://doi.org/https://doi.org/10.35362/rie36922765>
- Sánchez, G., & Cisterna, F. (2014). La evaluación de los andizajes orientada al desarrollo de competencias en Odontología. *Educación Médica Superior*, 28(1). https://doi.org/https://doi.org/0300021/lac.04e.vij/0684_2141/nlef0
- Sánchez, H., Reyes, C., & Mejía Sáenz, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanista*. Perú. <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/lib-ro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>

- Sánchez, I., Castillo, R., Sánchez, A., & García, M. (2007). Métodos CAD/CAM en prótesis. *Gaceta dental*, 178, 88-105.
- Sánchez, M., García, j., Steffens, E., & Hernández, H. (2019). Estrategias pedagógicas en procesos de enseñanza y andizaje en la Educación Superior incluyendo Tecnologías de Información y las Comunicaciones. *Información Tecnológica*, 30(3), 277-286. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300277>
- Santos, C., & Días, C. (2021). Nota sobre las propiedades del coeficiente de variación. *Revista Electrónica Brasileña de Matemáticas*, 2(4), 101–111. <https://doi.org/10.14393/bejom-v2-n4-2021-58062>
- Sarmiento, P., Accauallpa, R., & Ávila, M. (2022). Motrocidad fina y técnicas grafoplásticas en estudiantes de la carrera de Odontología. *Episteme Koinonia. Revsita Electrónica de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, 5(1), 4-21. <https://doi.org/Https://dx.doi.org/10.35381/e.k.v5i1.1974>
- Siyoko, L. (2010). Contextual Challenges of implementing. The Case of the Problem-solving Approach in Uganda. *Cambridge Journal of Education*, 40(3), 247-263. https://www.researchgate.net/article/handle_5t/The_Case_of_the_Problem-solving_Approach_in_Uganda,
- Smith, D., & Burgess, E. (2001, Mayo). El uso de la tecnología CAD/CAM en prótesis y ortesis. Modelos clínicos actuales y una mirada al futuro. *Revista de invenstigación y Desarrollo en rehabilitación*, 38(3), 327-334. <https://www.rehab.research.va.gov/jour/01/38/3/pdf/Smith.pdf&ved>
- Soto-Faúndez, N., Orsini, C., Rojas, J., Núñez, J., & Henriquez, M. (2023). Desarrollo de la psicomotricidad en estudiantes de odontología durante el confinamiento por Covid-19. *International Journal of Odontostomatology*, 17(4), 400-408.
- Tapia, C. (2020). Tipologías de uso educativo de las Tecnologías de la Información y Comunicación: una revisión sistemática de la literatura. *EDUTEC. Revista Electrónica de*

- Tecnología Educativa*, Enero-marzo 2020(71), 16-34.
<https://doi.org/10.21556/edutec.2020.71.1489>
- Terreros, M. A., Zumba Mancay, R., Salazar, J., & Toala, A. (2021, Julio). Aspectos bioéticos en el uso de dientes humanos como estrategia pedagógica. *Revista científica de "Especialidades Odontológicas UG"*, 4(2), 15-21.
<https://doi.org/https://doi.org/10.53591/eoug.v4i2.5>
- Thomas, M. (2016). *Competencias docentes del profesorado de las Escuelas de Odontología de Santo Domingo*. Universidad de Murcia. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11388.13443>
- Tingo, F. (2022). Desafíos de la política de educación inicial en el Ecuador: análisis desde la pedagogía crítica. *Revista ecuatoriana de investigación educativa*, 2(1), 15-22.
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/investigacion-educativa/article/view/2904/2299>
- Toapanta, K., & Calvache, J. (2020). Aplicación de la Norma ISO 9001:2015 en Instituciones de Educación Superior (IES). Caso de estudio, Instituto Superior Tecnológico ISMAC. *Digital Publisher*, 5(2), 150-163.
<https://doi.org/doi.or/00730202.039112/nintj/2011.uis01v>
- Torres, P., & Cobo, J. (2017). Tecnología educativa y su papel en el logro de los fines de la educación. (U. d. Andes, Ed.) *Educere. Revista Venezolanda de Educación*, 21(68), 31-40.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35652744004>
- UIIX. (7 de 5 de 2024). *Líneas de investigación. Doctorado en educación e Innovación*.
<https://doi.org/uiix.educ.mx>
- Universidad Los Hemisferios. (12 de 3 de 2021). *Modelo Educativo Universidad Hemisferios*.
https://www.uhemisferios.edu.ec/wp/content/uploads/2021/03/modelo_educativo
- Vallejo, H., & Villar, N. (2024). sencia de la psicomotricidad en carreras de grado de educación y salud en Chile. *Ciencia Latina*, 8(3), 4800-4831. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3
- Vasquez, F. C. (2022). Innovaciones tecnológicas en odontología. *Revista Odontológica Mexicana*, 26(1), 6-7. www.mediagraphic.com/facultadodontologiaunam

- Vázquez, , N., & Couto, C. (2006). PARADIGMAS DE LA PRÁCTICA ODONTOLÓGICA. *ODUS Científica*, 7(1), 14-22. <https://www.elsevier.org/nuts%35C3/006/june/22/e%45/77mdjhaAA>
- Vázquez, F. C. (2022). Innovaciones tecnológicas en odontología. (F. d. Odontología, Ed.) *Revista Odontológica Mexicana*, 26(1), 6-7. <https://www.mediagraphic.com/pdfs/odon/uo-2022/uo221a.pdf&ved>
- Vega, E. (2024). *Guía didáctica para elaborar matriz de consistencia*. ESNA. Lima: Acta Académica. <https://n2t.net/ark:/13683/pZHR/1qR>
- Velásquez , T., Flórez, L., & Castro, H. (2021). Pedagogías emergentes y educación 4.0: hacia un modelo de enseñanza holístico. *Boletín Redipe*, 11(1), 551-565. https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1662&ved=2ahUKEwj-08SU8tiOAxV-SjABHZouliwQFnoECBoQAQ&usg=AOvVaw0Ncq6Gnd3PF1ChwIoGuf_
- Véliz, V. (2018). Calidad en la Educación Superior. Caso Ecuador. *Atenas*, 1(41), 165-180. https://doi.org/https://doi.org/03900201_70322/ljb9in%r4
- Villavicencio, E. (2021). Odontología digital al alcance de todos. *Revista de Odontología Activa UC Cuenca*, 6(2). <https://oactiva/ucacue.edu.ec/index.php/oactiva/article/view/634&ved>
- Villavicencio, J. (2015). Perfil profesional del odontólogo latinoamericano. *Revista Estomatología*, 23(1), 5-7. <https://doi.org/10.25100/re.v23i1.2963>
- Viscarro, I., Antón, M., & Cañabate, D. (2012). Perfil y formación de los profesionales que realizan la práctica psicomotriz en la etapa de educación infantil. El caso de las comarcas de Tarragona. *Educación*, 48(2), 321-344. <https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=342130839008>
- Xavier, F., & Maia, P. (2024). *Tecnología CAD CAM aplicada a la implantología*. Tesis de especialidad de posgrado. <https://facultadedefacsete.edu.br/monografia/item/show/1870>

- Yépez, G. (2020). *EJERCICIOS DE PSICOMOTRICIDAD EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES MANUALES PARA LA PRÁCTICA ODONTOLÓGICA*. FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO. <http://daspace.unach.edu.ec/handle/51000/6440&ved>
- Yueyi, T., Chunxu, C., Xiaotong, X., Jiayin, W., Xingyu, H., & Kelun, L. (2021, 07 17). *Una revisión de la imsi3D en odontología. Tecnologías que afectan factores y aplicaciones*. National Center for Biotechnology Information. Shandong: National Library of Medicine. <https://doi.org/10.1155/2021/9950131>
- Zartha, J., Montes, J., Toro, I., & Villada, H. (2014). Método Delphi - Propuesta para el cálculo del número de expertos en un estudio Delphi sobre empaques biodegradables al 2032. *Espacios*, 35(13). <https://www.google.com/url?sa=t&source=https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html%3Fid%3D5620ffb35e9d9789978b4586%26assetKey%3DAS%253A285178191728644%25401445003187777&ved>
- Zúñiga, M., Ferri, G., & Baltera, C. (2018). Evaluación de la motivación académica tras implementar simulación háptica en estudiantes de primer año de la Universidad San Sebastián, en Santiago de Chile. *Fundación de Educación Médica*, 21(3), 137-141. www.fundacioneducacionmedica.org

Anexos

Anexo 1. Batería de ejercicios de psicomotricidad con CAD/CAM.

Módulo	Objetivos del módulo	Descripción del ejercicio	Cierre de la actividad
Postura corporal	Entrenar ergonomía asociada a la práctica odontológica Ejecutar ejercicios de salud ocupacional aplicados al finalizar sesiones de clínica	Los estudiantes seleccionan una actividad manual de su preferencia (tejer, modelar plastilina, dibujar, etc). Se les solicita adoptar la postura habitual por un tiempo determinado. Posteriormente, se les solicita adoptar la postura ergonómica utilizada durante la clínica (Brazos al nivel de los codos, espalda apoyada en un respaldo, piernas en 90° levemente separadas con los pies apoyados completamente en el piso, cabeza levemente inclinada)	Se les pide conversar respecto a las principales diferencias percibidas por ellos adoptando ambas posturas.
		Los alumnos continúan realizando una actividad manual de su preferencia (la misma o distinta a la sesión anterior), después de un tiempo de dedicación a esta actividad, se les aplica una rutina de higiene postural, constituida por ejercicios de movilidad de torso, extremidad superior, muñeca y dedo.	Se les pidió aplicar la rutina en dos momentos donde requirieran estar en una posición estática por mucho tiempo.
Psicomotricidad	Entrenar procesos de percepción táctil y motrices relacionados con la manipulación de los componentes del CAD/CAP Favorecer componentes biomecánicos de la mano como rango, fuerza y resistencia	Se emplea un objeto con una estructura parecida al scanner. Se les indica realizar rotaciones en ambos sentidos y alternar las manos en este movimiento. Empleando una maqueta se les indica realizar la simulación del escaneo con movimientos concéntricos, alternando igualmente alternando ambas manos. 	Se les solicitó realizar los ejercicios durante varios minutos. Se les indica entrenar el movimiento de forma individual utilizando un objeto apropiado.

Coordinación viso motora	Potenciar componentes de visión, percepción, coordinación, lateralidad y cisió necesarios para el ejercicio profesional	Para este ejercicio se emplea el CAD/CAM y una maqueta. Se le orienta al estudiante realizar el escaneo observando el monitor. En cada caso deberán rectificar el escaneo para cubrir los espacios vacíos. La idea es asegurar que con los movimientos del scanner se cubra completamente la cavidad bucal. (El sistema devuelve en otra coloración los espacios no escaneados). El entrenamiento debe permitir que el alumno logre desarrollar el ejercicio combinando los movimientos con los resultados de la imagen escaneada. 	Se conversa sobre las sensaciones al realizar la tarea específica.
Control del escaneo	Autoevaluar la calidad del ejercicio	Se les pide a los estudiantes revisar las imágenes producidas por el escaneo y señalar las deficiencias que detectan.	
Diseño digital de la prótesis mediante un software en 3D	Modelar en formato digital la solución terapéutica en correspondencia con la patología identificada	En esta sesión los alumnos se familiarizan con la interfaz del software. Con empleo del teclado y el mouse manipulan digitalmente la imagen tridimensional y determinan las posibles soluciones terapéuticas. Al concluir remiten la imagen a la fresadora	Se les indica a los estudiantes descargar de internet el manual de usuario del software.
Supervisión del fresado	Apreciar los procedimientos de talla que realiza la fresadora	Esta actividad consiste en que los alumnos perciban en qué medida el modelo construido se corresponde con el diseño realizado.	Se les indica estudiar posibles deficiencias en el proceso de fresado que puedan afectar la calidad del modelo.
Acabado y montaje	Realizar el acabado y montaje del modelo protésico	En esta fase el estudiante revisa el modelo construido en la impresora 3D y corrige detalles. Realiza el montaje del modelo protésico (empleando una maqueta), proceso en el cual corrige la perfección del ensamble. En esta etapa el estudiante se auxilia de las pinzas y el espejo.	Se les pide a los estudiantes que compartan sus percepciones respecto a la calidad del procedimiento.

Reflexión final	Reflexionar sobre el impacto de los ejercicios realizados como parte de la formación de competencias psicomotoras	En esta etapa se explora la dimensión subjetiva del proceso (autovaloración, motivación, interés, percepciones, sentimientos, etc.) El propósito es complementar el procedimiento profesional con los aspectos personológicos del desempeño. Se solicita a los estudiantes que realicen una valoración sobre cómo se sintieron, qué dificultades advirtieron, cómo impactaron los ejercicios en su desarrollo psicomotor, qué les gustó y qué no, así como las recomendaciones que harían a los docentes y otros estudiantes.
-----------------	---	---

Nota: Adaptado de Soto-Faúndez (2023), Abraham y Chávez (2023) y Yépez (2020).

Anexo 2. Lista de cotejo cuantitativa de ejecución técnica

Objetivo: Evaluar el cumplimiento de criterios técnicos observables durante la ejecución de procedimientos odontológicos.

Observador: _____ Fecha: _____

Lugar: _____ Hora: _____

Nombre o código del participante: _____

Dimensión	Indicador	0	1	2
Precisión manual	Exactitud en cortes/preparación	☐	☐	☐
Precisión manual	Control de errores técnicos	☐	☐	☐
Coordinación motora	Manejo correcto de instrumental	☐	☐	☐
Coordinación motora	Secuencia motora adecuada	☐	☐	☐
Calidad final	Ajuste anatómico	☐	☐	☐
Calidad final	Acabado y criterios clínicos	☐	☐	☐

Criterios de valoración

- 0 = No cumple.
- 1 = Cumplimiento parcial.
- 2 = Cumple adecuadamente.

Puntaje máximo: 12 puntos.

Anexo 3. Rúbrica psicomotora cuantitativa

Objetivo: Evaluar la calidad del desempeño psicomotor durante la ejecución de procedimientos odontológicos.

Dimensión	Indicador	1	2	3	4	5
Precisión manual	Control fino del movimiento	☐	☐	☐	☐	☐
Precisión manual	Estabilidad en la ejecución	☐	☐	☐	☐	☐
Coordinación motora	Integración óculo-manual	☐	☐	☐	☐	☐
Coordinación motora	Sincronización de acciones	☐	☐	☐	☐	☐
Tiempo operatorio	Fluidez del procedimiento	☐	☐	☐	☐	☐
Tiempo operatorio	Eficiencia en la ejecución	☐	☐	☐	☐	☐
Calidad final	Producto clínico adecuado	☐	☐	☐	☐	☐
Calidad final	Nivel técnico del resultado	☐	☐	☐	☐	☐

Escala

- 1 = Muy deficiente.
- 2 = Deficiente.
- 3 = Aceptable.
- 4 = Bueno.
- 5 = Excelente.

Puntaje máximo: 40 puntos.

Anexo 4. Evaluación práctica estandarizada

Objetivo: Valorar el desempeño práctico integral del estudiante en una actividad odontológica estandarizada.

Procedimiento evaluado:

(Describir la actividad práctica utilizada en Pre test y postest).

Dimensión	Criterio	Puntaje máximo	Puntaje obtenido
Precisión manual	Exactitud técnica	25	
Coordinación motora	Control instrumental	25	
Tiempo operatorio	Tiempo de ejecución	20	
Calidad final	Resultado clínico	30	

Puntaje total: 100 puntos.

Anexo 5. Instrumento para la validación de contenido de los instrumentos de investigación

Datos del experto

Información	Descripción
Código del experto	
Título académico	
Especialidad	
Institución	
Años de experiencia	
Área de experticia	Educación odontológica () Evaluación clínica () Tecnología educativa () Metodología de investigación ()

Objetivo de la validación

Valorar la pertinencia, claridad y coherencia de los indicadores que conforman los instrumentos destinados a evaluar las competencias psicomotoras de estudiantes de Odontología.

Instrucciones

Se solicita valorar cada indicador utilizando la siguiente escala:

Valor	Interpretación
1	Muy deficiente
2	Deficiente
3	Aceptable
4	Bueno
5	Excelente

La valoración debe realizarse para cada uno de los siguientes criterios:

Pertinencia

Grado en que el indicador representa adecuadamente la dimensión que pretende medir.

Claridad

Nivel de comprensión y precisión de la redacción del indicador.

Coherencia

Correspondencia lógica entre el indicador, la dimensión y el objetivo de la investigación.

Instrumento 1. Lista de cotejo cuantitativa de ejecución técnica

Dimensión: Precisión manual

Indicador	Pertinencia	Claridad	Coherencia
Exactitud en cortes/preparación	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Control de errores técnicos	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Dimensión: Coordinación motora

Indicador	Pertinencia	Claridad	Coherencia
Manejo correcto de instrumental	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Secuencia motora adecuada	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Dimensión: Calidad final

Indicador	Pertinencia	Claridad	Coherencia
Ajuste anatómico	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Acabado y criterios clínicos	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Instrumento 2. Rúbrica psicomotora cuantitativa

Dimensión: Precisión manual

Indicador	Pertinencia	Claridad	Coherencia
Control fino del movimiento	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Estabilidad en la ejecución	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Dimensión: Coordinación motora

Indicador	Pertinencia	Claridad	Coherencia
Integración óculo-manual	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Sincronización de acciones	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Dimensión: Tiempo operatorio

Indicador	Pertinencia	Claridad	Coherencia
Fluidez del procedimiento	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Eficiencia en la ejecución	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Dimensión: Calidad final

Indicador	Pertinencia	Claridad	Coherencia
Producto clínico adecuado	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Nivel técnico del resultado	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Instrumento 3. Evaluación práctica estandarizada

Criterio	Pertinencia	Claridad	Coherencia
Exactitud técnica	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Control instrumental	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Tiempo de ejecución	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Resultado clínico	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Valoración global del instrumento

Criterio	Valoración
Pertinencia global	1 2 3 4 5
Claridad global	1 2 3 4 5
Coherencia global	1 2 3 4 5
Aplicabilidad	1 2 3 4 5
Factibilidad	1 2 3 4 5

Observaciones y recomendaciones del experto

Fortalezas identificadas

Aspectos susceptibles de mejora

Recomendaciones

Dictamen final

☐Aprobado sin modificaciones

☐ Aprobado con modificaciones menores

☐ Requiere modificaciones sustanciales

☐ No recomendado para aplicación

Firma del experto: _____

Fecha: _____

Medios, métodos y técnicas de enseñanza									
Evaluación del aprendizaje									

En la siguiente tabla usted verá los componentes de la metodología sobre los que requerimos sus criterios. Al pronunciarse, considere el 5 como el valor más alto o favorable. En cuanto al parámetro de comprensibilidad, tenga en cuenta la claridad de las ideas, la coherencia y relación entre los demás aspectos. La pertinencia se refiere a la utilidad y conveniencia de llevar a la práctica estos elementos de la metodología. La aplicabilidad alude a la existencia de condiciones reales para implementar los elementos de la metodología.

Componentes		Comprensibilidad					Pertinencia					Aplicabilidad				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Aspectos formales	Presentación															
	Estructura y organización															
Fundamentos	Rigor de la argumentación															
	Claridad de los objetivos															
Contenidos	Etapas															
	Acciones															
	Medios															
	Indicadores de calidad															

En las siguientes líneas puede expresar sus consideraciones sobre la propuesta, es decir, observaciones, señalamientos y recomendaciones.

¡Muchas gracias!

Anexo 7. Resumen de la descripción de los docentes que validaron el cuestionario

Asignatura	Edad	Sexo	Exp. (años)	Posgrado	Categoría
Morfología dental	42	F	15	Mg.	B
Morfología dental	38	F	12	Mg.	C
Bioseguridad y laboratorio	45	F	18	Mg.	B
Materiales dentarios	50	M	22	PhD	A
Anestesiología y emergencia	39	F	14	Especialista	C
Anestesiología y emergencia	47	F	20	Mg.	B
Oclusión	44	F	16	Mg.	C
Oclusión	51	M	25	PhD	A
Imagenología	36	F	10	Mg.	D
Imagenología	43	F	15	Mg.	C
Simulación de clínicas	48	F	19	Mg.	B
Periodoncia	41	F	13	Mg.	C
Endodoncia	37	F	11	Mg.	D
Endodoncia	52	M	26	PhD	A
Dentística restauradora	46	F	17	Mg.	B
Dentística restauradora	40	F	14	Mg.	C
Dentística restauradora	49	M	23	PhD	A
Odontología embarazada/lactante	42	F	15	Mg.	C
Patología estomatológica	45	F	18	Mg.	B
Rehabilitación oral	39	F	12	Mg.	D
Rehabilitación oral	53	M	27	PhD	A
Odontopediatría	44	F	16	Mg.	C
Cirugía bucal	47	F	20	Mg.	B
Cirugía bucal	41	F	13	Mg.	C
Cirugía bucal	50	M	24	PhD	A
Clínica integral	38	F	11	Mg.	D
Clínica integral	46	F	19	Mg.	B
Orthopedics & orthodontics	43	F	15	Mg.	C
Odontología geriátrica	46	F	17	Mg.	B
Implantología	51	M	25	PhD	A
Implantología	40	F	14	Mg.	C
Implantología	48	F	21	Mg.	B

Anexo 8 Cronograma de las actividades del trabajo de campo

Actividades	Fecha plazo	o Participantes	Recursos	Otros aseguramientos
Elaboración de los instrumentos (plan de entrenamiento, guía de observación, cuestionario, guía entrevista focal, instrumento evaluación de expertos)	marzo	Investigadora	PC, impresora, papel	Consulta con la tutora
Solicitud de autorización a la universidad	marzo	Investigadora	Carta al decano	
Sesiones de trabajo con docentes (validación de cuestionario)	abril	Investigadora, docentes de la facultad	Instrumento	
Reproducción (imisión) de materiales	abril	Investigador	PC, impresora, hojas, carpetas	
preparación de observadores	abril	Investigadora	Guías de observación	
Sesiones de trabajo con estudiantes	mayo	Investigadora, estudiantes, docentes	presentación digital, folletos	
Entrenamiento con estudiantes	mayo	Investigadora, estudiantes, docentes (observadores)	CAD/CAM, modelos fantoma, guías de observación, hojas	Asesoría de especialista de informático
Aplicación de cuestionario a estudiantes	mayo	Investigadora, estudiantes	Cuestionarios	
Procesamiento de resultados de la observación	mayo	Investigadora	PC	Software de análisis cualitativo
Procesamiento de resultados de la encuesta	mayo	Investigadora	PC	
Sesión de trabajo con alumnos de posgrado	junio	Investigadora, alumnos de posgrado	presentación digital, folletos	
Aplicación de grupo focal	junio	Investigadora, alumnos de posgrado	Guía de entrevista grupo focal	
Procesamiento de resultados de grupo focal	junio	Investigadora	PC	Software de análisis cualitativo

Elaboración de la propuesta	julio	Investigadora	PC	Consulta con la tutora
Selección de expertos	julio	Investigadora, candidatos a expertos	Instrumento de selección	
Trabajo con expertos	julio	Investigadora, expertos seleccionados	Folleto con síntesis de la propuesta, Instrumento de evaluación	
Procesamiento de resultado de trabajo con expertos	julio	Investigadora	PC	
Documentación del trabajo de campo	julio	Investigadora	PC	Consulta con la tutora