



INFLUENCIA DE LOS SOFTWARES DE DISEÑO EN LA ADAPTACIÓN MARGINAL E INTERNA DE CORONAS CERÁMICAS DE DISILICATO DE LITIO

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRA EN
ESTOMATOLOGÍA

MONICA SUSAN FERNANDEZ ATHO

LIMA – PERÚ

2025

ASESOR

MG. LEYLA DELGADO COTRINA

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

MG. LILIAN DENISSE DAMIAN NAVARRO

PRESIDENTE

MG. PABLO ARMANDO CHAVEZ ALAYO

VOCAL

MG. NATALI CHAVEZ VEREAU

SECRETARIA

DEDICATORIA.

A quienes con su ejemplo me enseñaron el valor del
esfuerzo y la dedicación.

AGRADECIMIENTOS.

Gracias a quienes, desde la docencia, contribuyeron con
su conocimiento y apoyo constante.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Trabajo de investigación Autofinanciado

TURNITIN

DECLARACIÓN DE AUTOR			
FECHA	14	OCTUBRE	2025
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO	FERNANDEZ ATHO MONICA SUSAN		
PROGRAMA DE POSGRADO	MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA		
AÑO DE INICIO DE LOS ESTUDIOS	2002		
TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO	“INFLUENCIA DE LOS SOFTWARES DE DISEÑO EN LA ADAPTACIÓN MARGINAL E INTERNA DE CORONAS DE DISILICATO DE LITIO ”		
MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO	PORTAFOLIO		
Declaración del Autor El presente Trabajo de Grado es original y no es el resultado de un trabajo en colaboración con otros, excepto cuando así está citado explícitamente en el texto. No ha sido ni enviado ni sometido a evaluación para la obtención de otro grado o diploma que no sea el presente.			
Teléfono de contacto (fijo / móvil)	968746545		
E-mail	monica.fernandez@alumni-upch.edu.pe		


 Firma del Egresado
 DNI 07641612

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	DESARROLLO DE LOS TRABAJOS.....	2
II.1.	Docencia universitaria estomatológica.....	2
II.2.	Análisis crítico de la literatura estomatológica	12
II.3.	Proyecto de investigación en Estomatología.....	33
III.	CONCLUSIONES	61
IV.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
V.	ANEXOS	69

RESUMEN

Introducción: Con el avance de la tecnología digital en odontología, se han desarrollado diversos softwares para el diseño y fabricación de coronas, por lo que resulta crucial evaluar su impacto en parámetros clínicos críticos, como la adaptación marginal e interna. Conocer cómo operan y medir su influencia en la adaptación de coronas de disilicato de litio establece la finalidad del presente portafolio. **Desarrollo temático:** El portafolio se estructura en tres módulos que tratan de manera integral el tema planteado. El primer módulo aborda la docencia universitaria en estomatología relacionada a la capacitación en “Diseño digital de coronas libres de metal”. El segundo módulo se centra en el análisis crítico de la literatura. Por último, el tercer módulo presenta un proyecto de investigación.

Conclusiones: Respecto al primer módulo, se elaboró el sílabo de un curso sobre “Diseño digital de coronas libres de metal”, cuyo propósito es desarrollar competencias y habilidades en los profesionales de estomatología para este tipo de coronas y el uso de softwares en flujos digitales. En el segundo módulo, se logró evaluar la calidad de la evidencia, identificar sesgos y valorar la aplicabilidad de los hallazgos sobre las variaciones del ajuste marginal y la adaptación interna, comparando tecnología CAD-CAM y métodos convencionales. Finalmente, en el tercer módulo, se propone evaluar comparativamente cuatro softwares de diseño digital, en relación con la adaptación marginal e interna de coronas de disilicato de litio, aportando evidencia útil para la práctica clínica en odontología protésica.

PALABRAS CLAVES

ADAPTACIÓN MARGINAL DENTAL, CAD-CAM, CERÁMICA, PRÓTESIS DENTAL, SOFTWARE

ABSTRACT

Introduction: With the advancement of digital technology in dentistry, various software has been developed for the design and fabrication of crowns, therefore, it is crucial to evaluate its impact on critical clinical parameters, such as marginal and internal adaptation. Knowing how they work and measuring their influence on the adaptation of lithium disilicate crowns establishes the purpose of this portfolio.

Thematic development: The portfolio is structured into three modules that comprehensively address the proposed topic. The first module addresses university teaching in stomatology related to training in ‘Digital design of metal-free crowns’.

The second module focuses on critical analysis of literature. Finally, the third module presents a research project.

Conclusions: Regarding the first module, a syllabus was developed for a course on ‘Digital design of metal-free crowns’, the purpose of which is to develop skills and abilities in dentistry professionals for this type of crown and the use of software in digital workflows. In the second module, the quality of the evidence was evaluated, biases were identified, and the applicability of the findings on marginal fit and internal adaptation variations was assessed, comparing CAD-CAM technology and conventional methods. Finally, in the third module, it is proposed to comparatively evaluate four digital design software programmes in relation to the marginal and internal adaptation of lithium disilicate crowns, providing useful evidence for clinical practice in prosthetic dentistry.

KEYWORDS

DENTAL MARGINAL ADAPTATION, CAD-CAM, CERAMICS, DENTAL PROSTHESIS, SOFTWARE

I. INTRODUCCIÓN

El diseño digital de coronas a través de tecnologías CAD-CAM ha evolucionado la odontología protésica, convirtiéndose en una herramienta crucial para optimizar y personalizar estas restauraciones. Las coronas cerámicas se han convertido en una opción ideal para las restauraciones, debido a su capacidad para recuperar la estética y la función masticatoria de forma duradera. La precisión de su adaptación en el diente es fundamental para evitar problemas como filtraciones o caries secundarias. En este marco, el presente portafolio presenta el sílabo del curso “Diseño digital de coronas libres de metal”, orientado a los fundamentos y lineamientos del diseño digital (CAD-CAM) de este tipo de coronas.

Actualmente, las investigaciones sobre coronas cerámicas y su adaptación dental han aumentado con el avance de las técnicas digitales. Por ello, en este portafolio, se incluye un análisis crítico del artículo “Comparative Analysis of the Marginal Fit and Internal Adaptation of CAD-CAM-Fabricated Versus Conventionally Fabricated Ceramic Crowns: A Systematic Review” (2024) de Mohammed Ibrahim Mathar, utilizando PRISMA 2020 para evaluar la calidad del reporte y CASPe para la calidad metodológica.

Por último, el portafolio contiene el planteamiento de un proyecto de investigación experimental in vitro, orientado a evaluar la influencia de los softwares en la adaptación marginal e interna de coronas cerámicas de disilicato de litio. Para ello, se considera la evaluación de cuatro softwares de alta y mediana gama.

II. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

II.1. Docencia universitaria estomatológica

 UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
UNIDAD DE POSGRADO Y ESPECIALIZACIÓN
EDUCACIÓN CONTINUA
SÍLABO

I. DATOS GENERALES		
1.1	Nombre del curso	Diseño digital de coronas libres de metal
1.2	Dirigido a	Profesionales de Estomatología
1.3	Créditos	1 HC
1.4	Horas	Horas Teóricas: 10 horas Horas Prácticas: 12 horas
1.5	Modalidad	Semipresencial
1.6	Duración	Inicio: 10 de enero de 2026 Fin: 28 de febrero de 2026
1.7	Profesor coordinador	C.D. Mónica Susan Fernández Athó monica.fernandez@alumni-upch.edu.pe

II. SUMILLA
El curso de Diseño digital de coronas libres de metal es de índole teórico-práctico y corresponde al área de educación continua. Tiene como propósito general aprestar al profesional de Estomatología en las competencias y habilidades del diseño de coronas libres de metal, mediante el uso de softwares de la metodología CAD-CAM. Comprende los siguientes contenidos: (1) Introducción al diseño digital de coronas libres de metal, (2) Tecnología CAD-CAM para el diseño digital de coronas libres de metal, (3) Diseño digital de coronas libres de metal y (4) Fabricación de coronas libres de metal con tecnología CAD-CAM. El curso culmina con la presentación de un producto (corona cerámica realizada con CAD-CAM) y un examen final de conocimiento.

III.RESULTADOS DE APRENDIZAJE

El estudiante será capaz de:

- Explicar los fundamentos y conceptos vinculados al diseño digital de coronas libres de metal en el campo del diseño digital.
- Identificar y comparar las principales plataformas de software CAD-CAM utilizadas en odontología digital (Exocad DentalCAD, 3Shape Dental System y Ceramill Mind), reconociendo sus funcionalidades y ventajas.
- Aplicar herramientas digitales de diseño en entornos CAD-CAM para la creación de coronas libres de metal, respetando los principios de anatomía y función dental.
- Diseñar y validar restauraciones coronarias libres de metal en escenarios clínicos simulados, integrando criterios estéticos, funcionales y tecnológicos.

IV.CONTENIDOS

UNIDAD 1: Introducción al diseño digital de coronas libres de metal

- a) Introducción a la odontología digital y sus ventajas.
- b) Conceptos preliminares vinculados al diseño digital de coronas libres de metal (línea de terminación, espacio para el cemento, GAP, adaptación marginal).
- c) Requisitos de la preparación del diente (convergencia axial, línea de terminación nítida, ausencia de socavados y reducción oclusal adecuada)
- d) Tipo de preparación para coronas libres de metal (zirconia, disilicato, cerámicas y resinas).

UNIDAD 2: Tecnología CAD-CAM para el diseño digital de coronas libres de metal

- a) Proceso de diseño digital de coronas libres de metal (escaneo, diseño, revisión, exportación para su fabricación, y fresado).
- b) Tecnología CAD-CAM, herramientas y softwares más empleados en estomatología (Exocad DentalCAD, 3Shape Dental System y Ceramill Mind) para diseño digital de coronas libres de metal.

UNIDAD 3: Diseño digital de coronas libres de metal

- a) Empleo de escáneres intraorales o extraorales para la personalización del diseño de coronas libres de metal.
- b) Interfaz y herramientas del software Exocad DentalCAD para el diseño digital de coronas libres de metal.
- c) Práctica guiada en software Exocad DentalCAD

- d) Diseño de coronas libres de metal, simples y complejas, en Exocad DentalCAD (coronas simples, coronas con preparación, coronas sobre implantes y estructuras complejas)

UNIDAD 4: Fabricación de coronas libres de metal con tecnología CAD-CAM

- a) Revisión y ajustes para la exportación del archivo digital de las coronas libres de metal
- b) Familiarización con el software CAM para el fresado de coronas libres de metal
- c) Fresado y acabado de coronas libres de metal
- d) Evaluación de la adaptación marginal e interna de las coronas libres de metal y consideraciones clínicas finales sobre coronas libres de metal realizadas con tecnología CAD-CAM

V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

La asignatura desarrolla sesiones de aprendizaje presenciales y no presenciales, haciendo uso del Entorno Virtual para el Aprendizaje (EVA), herramienta de videoconferencia Zoom y los recursos tecnológicos. El curso se dictará con un máximo de 10 alumnos, a fin de garantizar una atención personalizada y un adecuado acompañamiento académico

Las metodologías para las sesiones de aprendizaje son:

- **Sesiones teóricas o Clases magistrales:** Presentación en videoconferencia Zoom, con PPT u otros recursos, en tiempos cortos de exposición intercalados con preguntas directas de los estudiantes o por el chat.
- **Prácticas de laboratorio:** Se hará uso de recursos digitales (escáner, computadoras, softwares y otras herramientas), los cuales serán proporcionados por la universidad. Para el desarrollo de las prácticas de fresado, cada participante deberá proporcionar su propio material o bloque para el fresado de la corona digital (según las especificaciones técnicas indicadas por el docente). El profesional será instruido por el docente en lo referido al uso de las herramientas tecnológicas para los fines del curso.

VI.EVALUACIÓN

Las evaluaciones se desarrollan en modalidad presencial y no presencial.

Las evaluaciones en modalidad no presencial se realizan a través del Entorno Virtual para el Aprendizaje (EVA), herramienta de videoconferencia Zoom y los recursos tecnológicos.

El docente considera actividades para la evaluación formativa y sumativa con la retroalimentación efectiva de cada evaluación.

Las actividades prácticas del curso culminan con la elaboración de un producto final: una corona libre de metal diseñada y fresada por el participante. Este producto constituye evidencia del dominio de las competencias en diseño y fabricación digital.

Actividad o producto de aprendizaje	Peso
Examen de conocimiento (Unidad 1)	10%
Examen de conocimiento (Unidad 2)	10%
Producto Unidad 3 (Diseño digital)	20%
Producto Unidad 4 (Corona fresada)	20%
Evaluación práctica del uso del software	15%
Examen final de conocimiento (Todas las unidades)	25%
TOTAL	100%

El aprendizaje de los profesionales se evaluará a través de cinco actividades o productos de aprendizaje. La evaluación del curso comprende las evidencias de conocimiento (teoría) de manera virtual y las evidencias de producto (prácticas) de forma presencial.

Si el profesional no rinde una de las cinco evaluaciones de manera justificada, la nota registrada será cero (0), tanto en lo práctico como en lo teórico.

La nota final se mide en una escala vigesimal (0 – 20) sin redondeos y el estudiante deberá alcanzar una nota final como mínimo de once (11) para aprobar el curso.

La normativa que rige la evaluación y calificación se encuentra disponible en el Reglamento de la Actividad Académica de Posgrado: https://posgrado.cayetano.edu.pe/wp-content/uploads/sites/13/2023/08/Reglamento-de-la-Actividad-Academica-119-UPCH_V.02.01_19-04-2023.pdf (Artículos del 65 al 68)

Importante: En los casos que la evaluación aplique en la modalidad no presencial donde se pierda la conectividad deberá enviar su justificación al coordinador del curso con copia a la Secretaría Académica de la Unidad de Posgrado y Especialización de la Facultad de Estomatología.

VII. CERTIFICACIÓN

Certificación del Curso y Crédito Académico: Cuando el participante haya aprobado satisfactoriamente el curso con nota igual o mayor a 11.00 (no aplica redondeo en la nota promedio final), habiendo cumplido con la asistencia mínima requerida del 70% de actividades académicas.

Constancia por Participación del Curso: Cuando el participante ha asistido y cumplido con el 70% de las actividades programadas y no ha alcanzado la calificación mínima requerida para aprobar el CURSO.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Básica o Texto de la asignatura

1. Alghauli MA, Aljohani W, Almutairi S, Aljohani R, Alqutaibi AY. Advancements in digital data acquisition and CAD technology in Dentistry: Innovation, clinical Impact, and promising integration of artificial intelligence. Clinical eHealth. 2025;8: 32-52.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.ceh.2025.03.001>
2. Culqui WP, Robles JW, Ramos MA. Utilidad de la tecnología CAD/CAM en la fabricación de prótesis dentales. Medisur. 2023; 21(6): 1305-1311.
URL: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2023000601305
3. Flores-Mas R, Fukuhara-Nakama M, Chávez-Alayo P, Fernández-Jacinto L. Eficacia de dos escáneres intraorales: percepción de estudiantes de posgrado de una universidad privada de Lima. Revista Estomatológica Herediana. 2024; 34(4): 343-8.
URL: <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/REH/article/view/5968>
4. Palomino-Granados RC, Solar C, Mas J. Impresiones digitales dentales con escáneres intraorales: una revisión de la literatura. Revista Estomatológica Herediana. 2024; 34(1): 69-75.
URL: <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/REH/article/view/5332>

Complementaria:

1. Ávila S, García R, Portelles N. El flujo digital en las especialidades en la odontología. Contacto Científico. 2025; 5(1): 38-49.
URL: <https://doi.org/10.48204/2710-7825.6927>
2. Dudley J, Farook TH. Marginal gap measurement of ceramic single crowns before cementation: A systematic review. J Prosthet Dent. 2025;133(5):1145-1156.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2025.01.007>
3. Ille C-E, Jivănescu A, Pop D, Stoica ET, Flueraș R, Talpoș-Niculescu, I-C, et al. Exploring the Properties and Indications of Chairside CAD/CAM Materials in Restorative Dentistry. J. Funct. Biomater. 2025; 16(2):46.

URL: https://doi.org/10.3390/jfb16020046 4. Molina MT, de Oliveira JC. Adaptación marginal de prótesis fijas obtenidas mediante flujo trabajo convencional versus digital. Revisión sistemática. Rev Cien CMDLT. 2025; 18. URL: https://doi.org/10.55361/cmdlt.v18i.467 5. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literatura. BMC Oral Health. 2017; 17:149. URL: http://dx.doi.org/10.1186/s12903-017-0442-x
Enlaces de interés: 1. Exocad. https://exocad.com/es/productos/dentalcad

IX. PROFESORES DEL CURSO E INVITADOS

Grado o Título	Nombre	Apellidos	Condición	Correo electrónico
C.D.	Monica Susan	Fernandez Atho	Contratado	monica.fernandez@alumni-upch.edu.pe

X. PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

N° de Sesión	Fecha	Horario	Contenido	Actividades de aprendizaje	Docente
1	10 de enero	9:00 am - 11:00 am	Unidad 1: Introducción al diseño digital de coronas libres de metal a) Introducción a la odontología digital y sus ventajas. ▪ Presentación del curso ▪ Introducción al flujo digital completo: escaneo, diseño, fresado. ▪ Terminología actual en la odontología digital ▪ Manejo de la tecnología digital (Tipos de escáneres intraorales o extraorales y su funcionamiento, técnica de escaneo correcto y comúnmente errores, escaneo completo y parcial) b) Conceptos preliminares vinculados al diseño de coronas libres de metal ▪ Principios biomecánicos retención, resistencia y durabilidad de los materiales ▪ Definición de líneas de terminación ▪ Definición de adaptación marginal ▪ Definición de espacio de cemento ▪ Definición de convergencia axial ▪ Definición de GAP	Clase magistral - VIRTUAL	C.D. Monica Susan Fernandez Atho
2	17 de enero	9:00 am - 11:00 am	Unidad 1: Introducción al diseño digital de coronas libres de metal c) Requisitos de la preparación del diente (convergencia axial, línea de terminación nítida, ausencia de socavados y reducción oclusal adecuada)	Clase magistral - VIRTUAL	C.D. Monica Susan Fernandez Atho

			▪ Diferencias entre preparaciones para técnicas convencionales y técnicas digitales. ▪ Medidas estandarizadas para el espacio de cemento, el grosor mínimo de la restauración y la adaptación marginal. ▪ Convergencia axial adecuada. ▪ Terminaciones claras y continuas. ▪ Ausencia de socavados. ▪ Reducción oclusal mínima requerida. d) Tipo de preparación para coronas libres de metal (zirconia, disilicato, cerámicas y resinas). ▪ Tipos de materiales para coronas libres de metal ▪ Principios biomecánicos: retención, resistencia y durabilidad. ▪ Tipos de líneas de terminación: chaflán, hombro, biselado. ▪ Selección del tipo de preparación según el material		
3	24 de enero	9:00 am - 11:00 am	Unidad 2: Tecnología CAD-CAM para el diseño digital de coronas libres de metal a) Proceso de diseño digital de coronas libres de metal (escaneo, diseño, revisión, exportación para su fabricación, y fresado). ▪ Explicación detallada del flujo digital	Clase magistral - VIRTUAL	C.D. Monica Susan Fernandez Atho
4	31 de enero	9:00 am - 11:00 am	Unidad 2: Tecnología CAD-CAM para el diseño digital de coronas libres de metal b) Tecnología CAD-CAM, herramientas y softwares más empleados en estomatología (Exocad DentalCAD, 3Shape Dental System y Ceramill Mind) para diseño digital de coronas libres de metal. ▪ Softwares CAI ▪ Softwares CAD ▪ Softwares CAM	Clase magistral - VIRTUAL	C.D. Monica Susan Fernandez Atho

5	7 de febrero	9:00 am - 1:00 pm	Unidad 3: Diseño digital de coronas libres de metal a) Empleo de escáneres intraorales o extraorales para la personalización del diseño de coronas libres de metal. ▪ Importancia del control de tejidos blandos para escaneo ▪ Factores que dificultan el escaneo (ángulos agudos, márgenes imprecisos, sangrado, humedad) ▪ Errores comunes en el escaneo (captura incompleta del margen, artefactos por humedad o movilidad) ▪ Métodos de corrección y repetición del escaneo b) Interfaz y herramientas del software Exocad DentalCAD para el diseño digital de coronas libres de metal. ▪ Manejo del software Exocad DentalCAD (importación de archivos, herramientas y otros)	Práctica de laboratorio - PRESENCIAL	C.D. Monica Susan Fernandez Atho
6	14 de febrero	9:00 am - 1:00 pm	Unidad 3: Diseño digital de coronas libres de metal c) Práctica guiada en software Exocad DentalCAD ▪ Seleccionar un caso escaneado. ▪ Detectar margen de preparación. ▪ Configurar el espacio para cemento. ▪ Ajustar contactos proximales y oclusales. ▪ Personalizar anatomía. ▪ Simular la corona final con ajuste funcional d) Diseño de coronas libres de metal, simples y complejas, en Exocad DentalCAD ▪ Diseño de coronas unitarias simples ▪ Diseño de coronas para prótesis combinadas ▪ Diseño de coronas con requerimientos funcionales y estéticos complejos	Práctica de laboratorio - PRESENCIAL	C.D. Monica Susan Fernandez Atho

			Unidad 4: Fabricación de coronas libres de metal con tecnología CAD-CAM a) Revisión y ajustes para la exportación del archivo digital de las coronas libres de metal ▪ Calibración de parámetros digitales críticos: espacio para el cemento y espacio marginal. ▪ Exportación del archivo digital STL al CAM b) Familiarización con el software CAM para el fresado de coronas libres de metal ▪ Manejo del software CAM		
7	21 de febrero	9:00 am - 1:00 pm	Unidad 4: Fabricación de coronas libres de metal con tecnología CAD-CAM c) Fresado y acabado de coronas libres de metal ▪ Elección del CAM y sus implementos según el material elegido ▪ Manejo de los sistemas de pulido según el material elegido d) Evaluación de la adaptación marginal e interna de las coronas libres de metal y consideraciones clínicas finales sobre coronas libres de metal realizadas con tecnología CAD-CAM ▪ Control de calidad de las coronas libres de metal radiográficamente y/o impresiones de pruebas con siliconas ▪ Conclusiones y recomendaciones	Práctica de laboratorio - PRESENCIAL	C.D. Monica Susan Fernandez Atho
8	28 de febrero	9:00 am - 11:00 am	Examen final	Evaluación VIRTUAL	C.D. Monica Susan Fernandez Atho

II.2. Análisis crítico de la literatura estomatológica

II.2.1. Información general

Información	Descripción
Título	Comparative Analysis of the Marginal Fit and Internal Adaptation of CAD-CAM-Fabricated Versus Conventionally Fabricated Ceramic Crowns: A Systematic Review
Autor	Mohammed Ibrahim Mathar
Revista	Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences (Q2)
Año de Publicación	2024
País	India
Tipo de estudio	Revisión sistemática
Objetivo:	
Comparar el ajuste marginal y la adaptación interna de coronas cerámicas y prótesis dentales fijas (PDF) fabricadas con tecnología CAD-CAM frente a métodos convencionales.	
Metodología:	
Revisión sistemática basada en las pautas PRISMA (Ítems de informe preferidos para revisiones sistemáticas y metanálisis) y en el enfoque PICO(S) (P: En pacientes programados para recibir coronas de cerámica, I: tecnología de fabricación CAD-CAM, C: técnicas convencionales, O: ajuste marginal y adaptación interna). Se consideraron artículos científicos en inglés y publicados desde el año 2020 hasta 2024, los cuales fueron obtenidos de Medline/PubMed, Cochrane Library y Embase. La evaluación de los datos se basó en el análisis de diferencia de medias estandarizadas (DME) con intervalos de confianza del 95%, para lo cual se emplearon modelos fijos y aleatorios, según heterogeneidad, la cual se estimó con la prueba Cochran y el estadístico I^2 . Se evaluó también el sesgo de publicación con el gráfico de embudo de Begg. El software empleado fue RevMan 5.3.	
Resultados:	
Se revisaron 3 artículos relevantes con textos completos disponibles. Tras el proceso de revisión y análisis estadístico para comparar, se halló que las	

coronas fabricadas con CAD-CAM presentaron menores discrepancias marginales (DME: 2.15; IC al 95%: -0.98 a 5.29) y una mejor adaptación interna (DME=1.37; IC al 95%: -3.58 a 6.32), aunque las diferencias, para ambos casos, no fueron estadísticamente significativas ($p>0.005$). Los hallazgos sugieren que la tecnología CAD-CAM puede mejorar el ajuste de las coronas de cerámica y las prótesis dentales fijas, pero las variaciones en los resultados del estudio resaltan el impacto de factores como la elección del material y los métodos de fabricación.

Conclusiones:

La tecnología CAD-CAM demuestra ventajas respecto al ajuste marginal e interno superior para coronas provisionales y prótesis dentales fijas.

II.2.2. Calidad del Reporte: Declaración PRISMA 2020. Guía para la publicación de Revisiones sistemáticas

Sección/ Tema	Ítem	Recomendación	Descripción	Página
Título				
Título	1	Identifica la publicación como una revisión sistemática.	Cumple. Se especifica que es una revisión sistemática en el título.	S3086
Resumen				
Resumen estructurado	2	Vea la lista de verificación para resúmenes estructurados de la declaración.	Cumple parcialmente. El resumen incluye fondo, objetivo, métodos, resultados y conclusiones de forma ordenada, pero no estructurada de forma explícita con etiqueta o encabezados para cada sección.	S3086
Introducción				

Justificación	3	Describe la justificación de la revisión en el contexto del conocimiento existente.	Cumple. Se describe el estado del conocimiento actual sobre el tema y su importancia. Se aborda el ajuste marginal y las tecnologías CAD-CAM vs convencionales.	S3086
Objetivos	4	Proporciona una declaración explícita de los objetivos o las preguntas que aborda la revisión.	Cumple. Se presenta explícitamente el objetivo del estudio: “Esta revisión sistemática compara la adaptación interna y el ajuste marginal de las coronas de cerámica fabricadas mediante CAD-CAM frente a las fabricadas de manera convencional”. Asimismo, presenta elementos PICO definidos: pacientes con coronas cerámicas, intervención CAD-CAM frente a convencional, desenlaces (ajuste marginal/adaptación interna).	S3086
Métodos				
Criterios de elegibilidad	5	Especifica los criterios de inclusión y exclusión de la revisión y cómo se agruparon los estudios para la síntesis.	Cumple. Se especifica como criterio de inclusión cuatro grupos de estudios (los que compararon la fabricación de coronas cerámicas	S3086

			con CAD-CAM y de manera convencional, los que evaluaron cuantitativamente el ajuste de la adaptación marginal y/o interno, fueron in vivo o in vitro y los que fueron publicados en inglés). Asimismo, los que pertenecieran al periodo del 2000 al 2024.	
Fuentes de información	6	Especifique todas las bases de datos, registros, sitios web, organizaciones, listas de referencias y otros recursos de búsqueda o consulta para identificar los estudios. Especifique la fecha en la que cada recurso se buscó o consultó por última vez.	Cumple. Se mencionan las bases de datos bibliográficas utilizadas (Medline/PubMed, Cochrane Library, Embase).	S3086
Estrategia de búsqueda	7	Presenta las estrategias de búsqueda completas de todas las bases de datos, registros y sitios web, incluyendo cualquier filtro y los límites utilizados.	Cumple parcialmente. Se especifican los filtros de la búsqueda (textos en inglés y publicadas entre el 2000 y 2024), así como las palabras claves y términos MeSH útiles para la búsqueda (“CAD-CAM,” “ceramic	S3086

			crowns,” “marginal fit,” and “internal adaptation”). No aparecen las cadenas de búsqueda completas (booleanas exactas) ni si hubo búsqueda en literatura gris.	
Proceso de selección de los estudios	8	Especifica los métodos utilizados para decidir si un estudio cumple con los criterios de inclusión de la revisión, incluyendo cuántos autores de la revisión cribaron cada registro y cada publicación recuperada, si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	Cumple. Se especifica que la selección de datos la realizan 2 investigadores de forma independiente. Ellos revisan los títulos y resúmenes, pero analizan a detalle (texto completo) de los estudios potencialmente elegibles. Se menciona también que las discrepancias se resuelven a través del debate.	S3087
Proceso de extracción de los datos	9	Indique los métodos utilizados para extraer los datos de los informes o publicaciones, incluyendo cuántos revisores recopilaron datos de cada publicación, si trabajaron de manera	Cumple. Se especifica el instrumento (formulario estandarizado) y lo datos que incluía este (nombres de los autores, año de publicación, tipo de estudio, tamaño de la muestra, tipo de	S3087

		independiente, los procesos para obtener o confirmar los datos por parte de los investigadores del estudio y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	corona, sistema CAD-CAM, técnica convencional, métodos de medición y resultados cuantitativos).	
Lista de datos	10a	Enumere y defina todos los desenlaces para los que se buscaron los datos. Especifique si se buscaron todos los resultados compatibles con cada dominio del desenlace (por ejemplo, para todas las escalas de medida, puntos temporales, análisis) y, de no ser así, los métodos utilizados para decidir los resultados que se debían recoger.	No se enumera ni define los desenlaces para los que se buscaron los datos. Se centra en los desenlaces principales (ajuste marginal, adaptación interna), pero no enumera con toda claridad todos los desenlaces posibles.	-
	10b	Enumere y defina todas las demás variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, características de los participantes y de la	Cumple. Los investigadores recopilaron datos sobre el informe (nombres de los autores, año de publicación), el estudio (tipo de estudio), los participantes	S3087

		intervención, fuentes de financiación). Describa todos los supuestos formulados sobre cualquier información ausente (missing) o incierta.	(tamaño de la muestra) y el diseño y características de la investigación (métodos de medición y resultados cuantitativos). (Tabla 1)	
Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales	11	Especifique los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo de los estudios incluidos, incluyendo detalles de las herramientas utilizadas, cuántos autores de la revisión evaluaron cada estudio y si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	Cumple parcialmente. Se especifica que la evaluación del sesgo de publicación mediante gráfico de embudo de Begg en RevMan 5.3 ($p < 0.05$). No se describe con detalle si usaron herramientas estandarizadas (por ejemplo, Cochrane risk-of-bias) ni cuántos evaluadores independientes.	S3087
Medidas del efecto	12	Especifique, para cada desenlace, las medidas del efecto (por ejemplo, razón de riesgos, diferencia de medias) utilizadas en la síntesis o	Cumple. Se especifica que la medida de efecto es la diferencia de medias estandarizadas, utilizando un modelo de efectos fijos para baja heterogeneidad ($p > 0.05$ o $I^2 \leq 24\%$) y un modelo de efectos	S3087

		presentación de los resultados.	aleatorios en caso contrario.	
Métodos de síntesis	13a	Describa el proceso utilizado para decidir que estudios eran elegibles para cada síntesis (por ejemplo, tabulando las características de los estudios de intervención y comparándolas con los grupos previstos para cada síntesis (ítem n.85).	Cumple. Se agrupan los estudios que reportan cada desenlace (marginal / interno) para síntesis.	S3088
	13b	Describa cualquier método requerido para preparar los datos para su presentación o síntesis, tales como el manejo de los datos perdidos en los estadísticos de resumen o las conversiones de datos.	Cumple. Mencionan conversión a SMD, uso de RevMan.	S3087
	13c	Describa los métodos utilizados para tabular o presentar visualmente los resultados de los estudios individuales y su síntesis.	Cumple. Presentan tablas (Tabla 1) y figuras (diagramas de flujo, forest plots).	S3087 y S3088
	13d	Describa los métodos utilizados para sintetizar los	Cumple. Se describe el método utilizado para sintetizar los resultados. Se	S3087

		resultados y justifique sus elecciones. Si se ha realizado un metaanálisis, describa los modelos, los métodos para identificar la presencia y el alcance de la heterogeneidad estadística, y los programas informáticos utilizados.	emplearon modelos para efectos fijos y efectos aleatorios. Para la heterogeneidad se empleó la prueba de Cochran y el estadístico I^2 . El programa estadístico empleado fue RevMan 5.3.	
	13e	Describa los métodos utilizados para explorar las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios (por ejemplo, análisis de subgrupos, metarregresión).	No explicitan análisis de subgrupos, metarregresión u otros métodos para investigar causas de heterogeneidad.	-
	13f	Describa los análisis de sensibilidad que se hayan realizado para evaluar la robustez de los resultados de la síntesis.	No se reportan análisis de sensibilidad para probar la robustez de los resultados.	-
Evaluación del sesgo en la publicación	14	Describa los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo debido a resultados faltantes en una síntesis (derivados de los	Cumple. Se especifica que se realiza una evaluación de sesgo con gráfico de embudo Begg en RevMan 5.3.	S3087

		sesgos en las publicaciones).		
Evaluación de la certeza de la evidencia	15	Describe los métodos utilizados para evaluar la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace.	Aunque se considera un nivel de confianza del 95% y una evaluación de sesgo, no utilizan herramientas como GRADE para evaluar la certeza global de la evidencia.	S3087
Resultados				
Selección de los estudios	16a	Describe los resultados de los procesos de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión, idealmente utilizando un diagrama de flujo.	Cumple. Se menciona el número de registros total inicial (360 artículos). Tras eliminar duplicados y resúmenes irrelevantes, se excluyeron 200 artículos de revisión, quedando 5 artículos originales. Dos se excluyeron por no disponer de sus textos completos, lo que resultó en 3 estudios en la revisión. Se presenta un diagrama de flujo sobre la selección de datos (Figura 1).	S3087
	16b	Cita los estudios que aparentemente cumplían con los criterios de inclusión, pero que fueron excluidos, y explique por qué fueron excluidos.	Cumple. Se menciona la cantidad de artículos considerados inicialmente y los motivos por los que fueron excluidos (duplicados, irrelevancia y por no contar con texto completo)	S3087

Características de los estudios	17	Cita cada estudio incluido y presente sus características.	Cumple. Se citan los estudios incluidos y se presentan sus características (Tabla 1).	S3088
Riesgo de sesgo de los estudios individuales	18	Las evaluaciones del riesgo de sesgo para cada uno de los estudios incluidos.	Cumple parcialmente. Se precisa que el gráfico de embudo de Begg no mostró un sesgo de publicación significativo. Mencionan evaluación de sesgo de publicación, pero no detallan riesgo de sesgo interno de los estudios (por ejemplo, sesgo de selección, cegamiento, aleatorización).	S3087
Resultados de los estudios individuales	19	Presenta, para todos los desenlaces y para cada estudio: a) los estadísticos de resumen para cada grupo (si procede) y b) la estimación del efecto y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza), idealmente utilizando tablas estructuradas o gráficos.	Cumple. Se presentan los estadísticos para cada grupo y también se muestra la estimación del efecto y su precisión en figuras 2 y 3.	S3087 y S3088
Resultados de la síntesis	20a	Para cada síntesis, resume brevemente las características y	Cumple. Para el metaanálisis de la primera síntesis (ajuste marginal) se	S3087

		el riesgo de sesgo entre los estudios contribuyentes.	incluyeron 3 estudios que compararon los datos de coronas y PDF de 60 pacientes (30 CAD-CAM, 30 convencionales). Para el metaanálisis de la segunda síntesis (ajuste interno) se incluyeron 2 estudios que compararon los datos de coronas y PDF de 44 pacientes (22 CAD-CAM, 22 convencionales).	
20b	Presenta los resultados de todas las síntesis estadísticas realizadas. Si se ha realizado un metanálisis, presente para cada uno de ellos el estimador de resumen y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza) y las medidas de heterogeneidad estadística. Si se comparan grupos, describa la dirección del efecto.	Cumple. Se presentan los resultados para todas las síntesis (ajuste marginal y ajuste interno). El estimador del resultado fue la diferencia de medias estandarizada para un nivel de confianza del 95%: ajuste marginal, 2.15 (−0.98 a 5.29); ajuste interno, 1.37 (−3.58 a 6.32). También se reportaron las medidas de heterogeneidad estadística para las dos síntesis: ajuste marginal (Tau2=6.97; Chi2=37.57; df=1 (p<0.00001); I2=95%); ajuste interno, (Tau2=12.37; Chi2=32.28; df=1	S3087 y S3088	

			($p < 0.00001$); I ² =97%).	
	20c	Presenta los resultados de todas las investigaciones sobre las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios.	No se reporta razones de heterogeneidad, por lo tanto, tampoco razones para ello.	-
	20d	Presenta los resultados de todos los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la robustez de los resultados sintetizados.	No se reportan resultados de análisis de sensibilidad.	-
Sesgos en la publicación	21	Presenta las evaluaciones del riesgo de sesgo debido a resultados faltantes (derivados de los sesgos de en las publicaciones) para cada síntesis evaluada.	Cumple. Se presenta la evaluación del sesgo para cada síntesis (Figura 2 y Figura 3).	S3087 y S3088
Certeza de la evidencia	22	Presenta las evaluaciones de la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace evaluado.	Aunque se presenta la evaluación de confianza en los resultados para cada desenlace evaluado: un nivel de confianza del 95%. (Figura 2 y Figura 3). No se realiza una evaluación global del grado de certeza (como GRADE).	S3087 y S3088

Discusión				
Discusión	23a	Proporciona una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias.	Cumple. Se presenta una interpretación de los resultados y se comparan con los resultados o evidencias de otros autores.	S3087 y S3088
	23b	Argumenta las limitaciones de la evidencia incluida en la revisión.	Cumple. Se menciona que la revisión es sobre la comparación de la adaptación marginal y el ajuste interno en coronas cerámicas provisionales y prótesis dentales fijas, hechas con CAD-CAM y de la forma convencional.	S3087
	23c	Argumenta las limitaciones de los procesos de revisión utilizados.	En la discusión no se expresan limitaciones en la revisión de los estudios utilizados (sesgo de búsqueda, exclusión de textos no disponibles, sesgo de publicación).	-
	23d	Argumenta las implicaciones de los resultados para la práctica, las políticas y las futuras investigaciones.	Cumple. Se menciona que la metodología CAD-CAM presenta ventaja frente a los métodos convencionales y se explican otros factores que influyen en los resultados del ajuste (material).	S3087
Otra información				

Registro y Protocolo	24a	Proporciona la información del registro de la revisión, incluyendo el nombre y el número de registro, o declare que la revisión no ha sido registrada.	Esta revisión sistemática no indica haber sido registrada.	-
	24b	Indica dónde se puede acceder al protocolo, o declare que no se ha redactado ningún protocolo.	No se precisa ninguna información sobre protocolos.	-
	24c	Describe y explique cualquier enmienda a la información proporcionada en el registro o en el protocolo.	No se describe ninguna enmienda a la información brindada.	-
Financiación	25	Describe las fuentes de apoyo financiero o no financiero para la revisión y el papel de los financiadores o patrocinadores en la revisión.	Cumple. Se precisa que no existe fuente de financiamiento externo o patrocinadores.	S3088
Conflicto de intereses	26	Declare los conflictos de intereses de los autores de la revisión.	Cumple. Se precisa que no existe conflicto de intereses.	S3088
Disponibilidad de datos, códigos y otros materiales	27	Especifique qué elementos de los que se indican a continuación están disponibles al público y dónde se pueden	Cumple parcialmente. Se incluye el listado de fuentes empleadas en la revisión. Sin embargo, no se detalla si los datos usados en análisis	S3088

		encontrar: plantillas de formularios de extracción de datos, datos extraídos de los estudios incluidos, datos utilizados para todos los análisis, código de análisis, cualquier otro material utilizado en la revisión.	(como datos de extracción) están disponibles públicamente ni dónde.	
--	--	---	---	--

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71 For more information, visit: <http://www.prisma-statement.org/>

II.2.3. Calidad metodológica del estudio: CASPe para revisiones sistemáticas

Preguntas	Sí	No	No sé	¿Por qué?	Página
A/ ¿Los resultados de la revisión son válidos?					
1. ¿Se hizo la revisión sobre un tema claramente definido? PISTA: Un tema debe ser definido en términos de: - La población de estudio. - La intervención realizada. - Los resultados ("outcomes") considerados.	X			Porque el tema de la revisión sistemática sigue el enfoque PICO(S), es decir, define claramente los siguientes puntos: la población (pacientes programados para recibir coronas de cerámica), la intervención (tecnología CAD-CAM), la comparación con otras intervenciones (metodología convencional) y los resultados esperados	S3086

				(ajuste marginal y adaptación interna).	
2. ¿Buscaron los autores el tipo de artículos adecuado? PISTA: El mejor "tipo de estudio" es el que: - Se dirige a la pregunta objeto de la revisión. - Tiene un diseño apropiado para la pregunta.	X			Porque los artículos buscados y seleccionados estuvieron orientados a la pregunta en la que se basa la revisión (¿La tecnología de fabricación CAD-CAM en comparación con las técnicas convencionales da como resultado un mejor ajuste marginal y adaptación interna?); por lo cual se usaron como criterios de búsqueda palabras clave y términos MeSH como «CADCAM», «coronas de cerámica», «ajuste marginal» y «adaptación interna». Asimismo, estos artículos tuvieron un diseño apropiado pues tenían resultados in vivo o in vitro, tanto para el ajuste marginal como para la adaptación interna de coronas con ambas metodologías de fabricación.	S3086 y S3087
3. ¿Crees que estaban incluidos los estudios importantes y pertinentes? PISTA: Busca: - Qué bases de datos bibliográficas se han usado.	X			Porque se emplearon 3 bases de datos relevantes en el ámbito médico para la búsqueda de artículos: Medline/PubMed, Cochrane Library y Embase.	S3086

- Seguimiento de las referencias. - Contacto personal con expertos. - Búsqueda de estudios no publicados. - Búsqueda de estudios en idiomas distintos del inglés.					
4. ¿Crees que los autores de la revisión han hecho suficiente esfuerzo para valorar la calidad de los estudios incluidos? PISTA: Los autores necesitan considerar el rigor de los estudios que han identificado. La falta de rigor puede afectar al resultado de los estudios ("No es oro todo lo que reluce" El Mercader de Venecia. Acto II)	X			Porque la estrategia de búsqueda implicó independencia de los dos investigadores y las discrepancias se resolvieron mediante la discusión o debate. Los artículos seleccionados inicialmente (360) pasaron una filtración adicional, de manera que se descartaron los que no tenían resúmenes relevantes ni textos completos. Asimismo, se realizó una evaluación de sesgo de publicación con el gráfico de embudo de Begg, se calcularon las diferencias de medias estandarizadas con modelos fijos y modelos aleatorios, se evaluó la heterogeneidad con la prueba Cochran y el estadístico I^2 y se empleó el programa RevMan 5.3.	S3087
5. Si los resultados de los diferentes estudios han sido mezclados para obtener un resultado "combinado",	X			Porque las características de los estudios revisados se presentan ordenadamente en una tabla, según sus características (Tabla	S3087 y S3088

¿era razonable hacer eso? PISTA: Considera si - Los resultados de los estudios eran similares entre sí. - Los resultados de todos los estudios incluidos están claramente presentados. - Están discutidos los motivos de cualquier variación de los resultados.				1). Se consideraron 2 estudios in vitro y 1 in vivo. Los estudios se basaron en coronas provisionales y prótesis dentales fijas. Uno de los estudios precisaba el material (zirconia y metal-cerámico). Las dos técnicas de fabricación consideradas fueron el CAD-CAM y como técnicas convencionales se consideran (patrones de cera y coronas termoprensadas).	
B/ ¿Cuáles son los resultados?					
6. ¿Cuál es el resultado global de la revisión? PISTA: Considera - Si tienes claro los resultados últimos de la revisión. - ¿Cuáles son? (numéricamente, si es apropiado). - ¿Cómo están expresados los resultados? (NNT, odds ratio, etc.).	X			Porque los resultados se expresan de forma clara y comprensible, según lo especificado en la metodología. Se evaluaron las diferencias de medias estandarizadas (DME) y la significancia. Por lo tanto, los resultados se expresan en valores de media con sus intervalos de confianza al 95%, así como en la significancia con el valor de p. En el caso del ajuste marginal, se obtuvo una DME de 2.15 (−0.98 a 5.29) y se demostró que no existe una diferencia estadísticamente significativa ($p>0.05$). Mientras que para la adaptación interna se obtuvo una DME de 1.37 (−3.58 a 6.32) y se demostró que no existe una diferencia	S3087

				estadísticamente significativa ($p>0.05$).	
7. ¿Cuál es la precisión del resultado/s? PISTA: Busca los intervalos de confianza de los estimadores.	X			Porque los resultados muestran los valores de las medidas utilizadas (las DME) y sus intervalos de confianza al 95%. Para el ajuste marginal se obtuvo una DME de 2.15 (-0.98 a 5.29) y se demostró que no existe una diferencia estadísticamente significativa ($p>0.05$). Mientras que para la adaptación interna se obtuvo una DME de 1.37 (-3.58 a 6.32) y se demostró que no existe una diferencia estadísticamente significativa ($p>0.05$).	S3087 y S3088
C/¿Son los resultados aplicables en tu medio?					
8. ¿Se pueden aplicar los resultados en tu medio? PISTA: Considera si - Los pacientes cubiertos por la revisión pueden ser suficientemente diferentes de los de tu área. - Tu medio parece ser muy diferente al del estudio.	X			Porque la población son pacientes programados para recibir coronas de cerámica, los cuales también se presentan en mi área. Asimismo, las metodologías empleadas para la comparación (CAD-CAM y convencionales) se realizan en el medio. Los materiales de las coronas estudiadas también son empleados en mi medio.	S3086
9. ¿Se han considerado todos los resultados importantes para tomar la decisión?	X			Porque se analizaron todas las variables propuestas y los resultados se basaron en los dos desenlaces	S3087 y S3088

				apropiados para responder a la pregunta base de la investigación: el ajuste marginal y la adaptación interna.	
10. ¿Los beneficios merecen la pena frente a los perjuicios y costes? Aunque no esté planteado explícitamente en la revisión, ¿qué opinas?	X			Porque se han obtenido resultados que respaldan el uso de la metodología CAD-CAM basado en sus ventajas respecto al ajuste marginal y la adaptación interna, medidas que son fundamentales para la eficiencia y eficacia de las restauraciones como las coronas y prótesis dentales fijas. Asimismo, se brinda un acercamiento a otros factores que pueden influir como el material de dichas restauraciones.	S3088

II.3. Proyecto de investigación en Estomatología

TÍTULO

Influencia de los softwares de diseño en la adaptación marginal e interna de coronas cerámicas de disilicato de litio

RESUMEN

Introducción: Las coronas de disilicato de litio se emplean ampliamente en la práctica clínica estomatológica como una solución restauradora eficaz, gracias a su resistencia mecánica y excelente estética. Su elaboración a través de sistemas CAD-CAM ha permitido optimizar la precisión y eficiencia en los procesos de fabricación. Sin embargo, la adaptación marginal e interna de estas coronas pueden variar según el software empleado. **Objetivo:** Evaluar la influencia de los softwares de diseño en la adaptación marginal e interna de coronas cerámicas de disilicato de litio.

Materiales y métodos: La investigación será experimental in vitro. Se evaluarán cuatro grupos, cada uno correspondiente a cada software de diseño diferente: Ceramill Mind, CEREC SW, 3Shape Dental System y Exocad DentalCAD. El flujo de trabajo iniciará con la preparación del modelo maestro diseñado con el software Ceramill Mind y fabricado mediante impresión tridimensional de fusión selectiva por láser. A continuación, dicho modelo será escaneado mediante un sistema de escaneo extraoral, con la finalidad de realizar el diseño y fabricación de las coronas empleando los cuatro sistemas CAD-CAM. La adaptación marginal e interna de las coronas será evaluada mediante la técnica de réplica con silicona. Los datos obtenidos serán procesados en el software estadístico

Jamovi con la prueba Anova/Tukey o Krustal Wallis Dunn, según condición de normalidad, para un nivel de confianza del 95%.

Palabras clave: Adaptación Marginal Dental, CAD-CAM, Prostodoncia, Silicatos

INTRODUCCIÓN

Las coronas dentales tienen una finalidad restauradora en odontología y benefician significativamente la salud bucal de los pacientes con afecciones subyacentes. No obstante, en la práctica clínica, un desajuste de la adaptación marginal e interna de la corona puede comprometer su estabilidad y retención, así como perjudicar la salud periodontal del paciente. Tradicionalmente, las coronas han sido fabricadas con materiales metal-cerámicos. Sin embargo, las coronas cerámicas libres de metal han ganado protagonismo en la odontología restauradora moderna, gracias a sus propiedades, principalmente, estéticas^{1,2}. Un material cerámico destacado es el disilicato de litio, ya que se destaca por su resistencia a la fractura y a sus propiedades adhesivas³. En este contexto, el diseño óptimo de las coronas cerámicas como las de disilicato de litio es un aspecto crucial dentro del proceso restaurador.

El funcionamiento y la durabilidad de las coronas dentales están en función de su capacidad de resistencia, así como de sus características superficiales⁴. Del mismo modo, el éxito clínico de estas coronas está estrechamente relacionado con el material utilizado y, sobre todo, con una adecuada adaptación marginal e interna^{5,6}. Una adaptación marginal deficiente puede ocasionar disolución del cemento, daños en el diente pilar y los tejidos periodontales adyacentes, además de facilitar la acumulación bacteriana y, con ello, favorecer la aparición de caries e irritación gingival; por su parte, una adaptación interna inadecuada podría perjudicar el asentamiento correcto de la corona y afectar negativamente su retención y resistencia^{7,8}.

Por ello, se debe priorizar un ajuste preciso, especialmente en restauraciones con disilicato de litio, cuya eficiencia clínica y mecánica depende en gran medida de su correcta adaptación marginal e interna.

En la evaluación de la adaptación marginal e interna de las coronas, resulta vital considerar valores clínicamente aceptables. En cuanto al espacio marginal, si bien no existe un consenso o valor único en la literatura, se considera un intervalo aceptable de 50 a 120 μm ^{9,10}. Por su parte, el espacio interno, esencial para permitir una adecuada distribución del cemento, tampoco cuenta con una medida única consensuada, pero de acuerdo a algunos estudios se considera aceptable un intervalo de 50 a 100 μm ^{11,12}. Dichos espacios deben ser controlados para permitir un cuidado apropiado de los tejidos de las encías y la pulpa dental, así como permitir una buena cementación.

En la actualidad, la tecnología de Diseño y Fabricación Asistidos por Computadora (CAD-CAM) se emplea con mayor frecuencia en el ámbito odontológico. Esta tecnología se basa en softwares que permiten diseñar y fabricar elementos de restauración dental de forma personalizada y más precisa^{13,14}. La precisión de las restauraciones obtenidas con CAD-CAM se considera superior, en parte porque se eliminan etapas susceptibles a errores, como el encerado, el revestimiento y el colado⁸. Es preciso mencionar que, respecto a métodos convencionales, se ha demostrado que la impresión tridimensional reduce los errores de ajuste¹⁵. Además, esta tecnología brinda ventajas adicionales, como la estandarización de los procesos de

fabricación, la disminución de gastos y la reducción del tiempo invertido⁷. Entre los softwares más utilizados en la odontología digital destacan Ceramill Mind, CEREC SW, 3Shape Dental System y Exocad DentalCAD.

Algunos autores han estudiado sobre la adaptación marginal e interna de coronas de disilicato de litio realizadas digitalmente y han aportado evidencia científica relevante al respecto. Mota Ferrairo *et al.*¹⁶ demostraron que el diseño de coronas de disilicato de litio con diferentes sistemas CAD-CAM permite obtener ajustes marginales e internos clínicamente aceptables, aunque se presenta variabilidad entre la precisión de estos sistemas. Por su lado, Nassar¹⁷ resaltó la importancia del escaneo digital para optimizar la adaptación marginal de coronas de disilicato de litio elaboradas mediante CAD-CAM, pues este protocolo de impresión presentó brechas marginales significativamente menores en comparación con métodos tradicionales de impresión.

No obstante, la información actual respecto a la adaptación marginal e interna de las coronas de disilicato de litio realizadas digitalmente es limitada, dado que se trata de una tecnología en constante evolución. Por esta razón, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la diferencia en la adaptación marginal e interna de coronas cerámicas de disilicato de litio fabricadas mediante el uso de softwares de diseño?

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la influencia de los softwares de diseño en la adaptación marginal e interna de coronas cerámicas de disilicato de litio.

Objetivos específicos

1. Comparar la adaptación marginal de coronas cerámicas de disilicato de litio con los softwares Ceramill Mind, CEREC SW, 3Shape Dental System y Exocad DentalCAD.
2. Comparar la adaptación interna de coronas cerámicas de disilicato de litio con los softwares Ceramill Mind, CEREC SW, 3Shape Dental System y Exocad DentalCAD.

METODOLOGÍA

Tipo y diseño de estudio

El estudio será de tipo experimental in vitro.

Muestra

La muestra estará compuesta por coronas cerámicas de disilicato IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) diseñadas digitalmente en base a un modelo maestro previamente escaneado.

Para la determinación del tamaño de la muestra, se llevará a cabo un estudio piloto, cuyos resultados servirán para determinar estadísticamente el tamaño muestral por comparación de medias. Para ello, se emplearán 3 muestras por cada grupo por ser un estudio in vitro. El cálculo del tamaño muestral se realizará con el programa OriginPro 2021 versión 9.8. Se establecerá un nivel de confianza del 95% y una potencia estadística del 80%, con la finalidad de garantizar validez y robustez de los resultados.

Debido a que se estudiarán cuatro softwares, la muestra se dividirá en cuatro grupos, según se expone en la siguiente tabla:

Grupo	Software
Grupo 1	Coronas cerámicas de disilicato de litio IPS e.max CAD diseñadas con Ceramill Mind versión 3.5 (Amann Girrbach, Mäder, Austria)
Grupo 2	Coronas cerámicas de disilicato de litio IPS e.max CAD diseñadas con CEREC SW versión 5.2.10 (Dentsply Sirona Inc., Bensheim, Alemania)
Grupo 3	Coronas cerámicas de disilicato de litio IPS e.max CAD diseñadas con 3Shape Dental System versión 24.1.3. (3Shape, Copenhagen, Dinamarca)
Grupo 4	Coronas de disilicato de litio IPS e.max CAD diseñadas con Exocad DentalCAD versión 3.2 (Exocad GmbH, Darmstadt, Alemania).

Criterios de selección

- Coronas en base a una impresión digital nítida de la preparación.
- Coronas sin error de fresado (fracturas, desprendimientos, deformaciones o problemas con la fresa) para no alterar la precisión del ajuste marginal o interno.
- Silicona sin desgarros o burbujas

Variables

Softwares de diseño: Un software se define como un conjunto integrado de aplicaciones, directrices y normas de computación que permiten llevar a cabo determinadas funciones en un ordenador¹⁸. Operacionalmente, los softwares son instrumentos informáticos para trabajar digitalmente restauraciones con precisión. Se evaluarán cuatro softwares, los más reconocidos y ampliamente utilizados en el ámbito de las restauraciones dentales. Se trata de una variable cualitativa nominal politómica y tendrá como categorías los softwares: Ceramill Mind, CEREC SW, 3Shape Dental System y Exocad DentalCAD.

Adaptación: Es la precisión del ajuste mecánico de una estructura protésica en su estructura de soporte. Esta adaptación se estima mediante la medición de espacios marginales e internos, los cuales determinan el éxito de estas¹⁹. Es así como presenta dos dimensiones:

Marginal: Ajuste idóneo del espacio marginal. El espacio marginal es la separación perpendicular que existe entre la cara interna de la prótesis y el margen de la preparación dental²⁰. Variable cuantitativa de razón que tendrá como resultado un valor en micrómetros (μm).

Interna: Ajuste idóneo del espacio interno. El espacio interno es la separación perpendicular que existe entre la superficie interna de la prótesis y la pared axial de la preparación del diente²⁰. Variable cuantitativa de razón que tendrá como resultado un valor en micrómetros (μm).

Procedimientos y técnicas

Preparación del modelo maestro

La preparación del modelo maestro corresponderá a un estudio in vitro, es decir, realizado bajo condiciones controladas de laboratorio, pero que simulan un entorno clínico real. Este enfoque permite controlar variables como la geometría, el tipo de material y la exactitud dimensional, garantizando la reproducibilidad y la estandarización del experimento. No obstante, es importante destacar que, en un procedimiento in vivo (con pacientes) desarrollado en un entorno clínico o biológico real, intervienen múltiples factores que pueden influir en los resultados y que no son fáciles de controlar. Entre estos factores se incluyen el movimiento del paciente, la presencia de saliva y humedad, la retracción gingival, así como la propia experiencia clínica.

Considerando estas condiciones controladas propias del entorno in vitro, se realizará la preparación del modelo maestro de un primer molar mandibular izquierdo que sirva como objeto de prueba digital. Este diente maestro será confeccionado en material metálico (Co-Cr), a través de diseño digital en un software CAD (Ceramill Mind, versión 3.5; Amann Girrbach, Mäder, Austria). Posteriormente, se llevará a cabo su fabricación física a través de impresión tridimensional, para lo cual se empleará una impresora con tecnología de fusión selectiva por láser (HBD-150D Dual Laser; Guangdong Hanbang 3D Tech Co. Ltd., Zhongshan, China). Luego de la impresión, se realizará un trabajo de pulido para eliminar imperfecciones superficiales, con la ayuda de un disco de goma abrasivo tipo caucho de grano medio-fino 320–400 (Praxis TDV Discos; TDV,

Brasil). A continuación, el modelo maestro se limpiará con alcohol isopropílico al 99% y paños de microfibra (K&F Concept; Kent Faith International Limited, Shenzhen, China) previo a ser colocados en un soporte acrílico de autopolimerización color cristal (Veracril; New Stetic S.A., Antioquia, Colombia) con lo cual se identificará mediante marcas las caras mesial, distal, vestibular y palatina del modelo.

La preparación del modelo maestro se realizará a partir de un modelo ANA-4 ZE Standard Replacement Teeth (Frasaco GmbH, Tett nang, Alemania) del primer molar mandibular izquierdo. Se considerará una línea de terminación tipo chamfer de 1.2 mm, puesto que permite un mejor ajuste de las coronas de material cerámico con un borde redondeado y suave. Asimismo, se realizará una reducción oclusal de 2 mm y se tendrá en cuenta una convergencia axial de 6° para aportar una mejor adaptación y estabilidad. En cuanto al ángulo de convergencia oclusal total (ACT), se tomará en cuenta un valor de 12°, valor ideal para las piezas mandibulares, ya que aporta una buena retención global de la preparación. Estos valores, se basaron en el estudio de Bankoğlu Güngör *et al.*¹⁹ (Anexo 2).

Escaneo extraoral

El modelo maestro preparado será sometido a un proceso de escaneo extraoral con la finalidad de obtener un modelo digital tridimensional exacto y de alta resolución, esto último para garantizar la fidelidad en la reproducción anatómica y el éxito de la fabricación posterior. Para ello, el modelo deberá estar limpio, seco y libre de cualquier residuo, para evitar problemas como reflejos que puedan interferir en la captura digital de la anatomía completa, por lo que también se controlará la

iluminación del espacio donde se realizará el escaneo. Asimismo, se garantizará que el lente del escáner esté limpio bajo las recomendaciones del manual de fábrica.

Se empleará un escáner extraoral Ceramill Map 400+ (Amann Girrbach, Mäder, Austria), cuyo funcionamiento se basa en el uso de tecnología de luz estructurada con una precisión menor a 20 µm y sensores ópticos desarrollados que capturan con fidelidad las características morfológicas del modelo, permitiendo así generar una representación digital precisa. El escáner extraoral será calibrado previamente, y se registrarán tanto la fecha de escaneo como los parámetros operativos del escáner.

El resultado del proceso de escaneo será obtener un archivo en formato de lenguaje de teselación estándar (STL, por sus siglas en inglés de Standard Tessellation Language), el cual será exportado e importado directamente al software CAD correspondiente.

Diseño de coronas con sistema CAD

Se procederá a diseñar las coronas unitarias de disilicato de litio (IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein), repartidas equitativamente en cuatro grupos, cada grupo será diseñado en un software distinto. Se emplearán cuatro softwares: dos de gama alta, Ceramill Mind 3.5 (Amann Girrbach, Mäder, Austria) y CEREC SW 5.2.10 (Dentsply Sirona Inc., Bensheim, Alemania); y dos de gama media, 3Shape Dental System 24.1.3 (3Shape, Copenhague, Dinamarca) y Exocad DentalCAD 3.2 (Exocad GmbH, Darmstadt, Alemania). Todas las coronas serán realizadas en función del mismo modelo maestro preparado, el cual previamente fue escaneado y registrado digitalmente en un archivo STL.

En cada software CAD se importará dicho archivo STL, y se procederá a configurar de manera estandarizada los siguientes parámetros, según el estudio de Gómez Alarco²¹: una separación del cemento dental de 30/40 µm tanto en los márgenes (los bordes donde la corona contacta con el diente) como en las demás regiones. El objetivo de esta estandarización será eliminar factores externos y asegurar que cualquier variación en los resultados sea atribuible únicamente a las propiedades de cada software CAD utilizado.

Fabricación o fresado de las coronas con sistema CAM

Una vez que el diseño de las coronas haya sido revisado en el sistema CAD, se procederá a la generación de un nuevo archivo STL, el cual será la base para realizar el fresado con el sistema CAM. Para asegurar la uniformidad en el procesamiento, todas las coronas serán procesadas con un mismo software CAM independiente y abierto que sea compatible con los cuatro softwares en estudio, el software Ceramill Motion (Amann Girrbach, Mäder, Austria). De igual manera, todas las coronas serán fabricadas con una misma fresadora Ceramill Motion 3 (Amann Girrbach, Mäder, Austria) y fresas (Amann Girrbach, Mäder, Austria) para disilicato IPS e.max CAD que son compatibles con dicho software CAM.

En el software CAM se ingresarán datos del material a emplear (cerámica de disilicato de litio), el tipo de bloque o disco (bloque de disilicato de litio IPS e.max CAD, tamaño C14), la estrategia de fresado (desbaste-refinado-acabado) y las herramientas de corte (fresas con recubrimiento diamantado de 1 mm de precisión).

Previo al fresado, se tendrá en cuenta aspectos de limpieza, calibración y una prueba de fresado de la máquina fresadora, este último para detectar cualquier anomalía

inicial de la herramienta y prevenir futuros errores. Posterior al fresado de las coronas, inicialmente, estas se extraerán cuidadosamente, se inspeccionarán visualmente y se harán correcciones manuales de ser necesarias. A continuación, se ejecutará la cristalización u horneado de las coronas en un horno Programat (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) adecuado para el material disilicato IPS e.max CAD por un tiempo de aproximadamente 30 minutos y a una temperatura de 850 °C (± 10 °C). El enfriamiento dentro del horno, antes de abrir la cámara, será controlado y solo se retirarán las coronas cuando se haya alcanzado una temperatura inferior a 100°C para evitar choques térmicos. Luego de la cristalización, se realizará un proceso de pulido de las coronas para mejorar el acabado de la superficie, con la ayuda de un disco de goma abrasivo tipo caucho de grano medio-fino 320–400 (Praxis TDV Discos; TDV, Brasil).

Con el fin de estandarizar el procedimiento y controlar las variables que podrían influir en la adaptación marginal e interna, todas las coronas serán cementadas de manera simulada sobre el modelo maestro empleando un cemento Variolink Esthetic DC (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein). Este tipo de cemento fue seleccionado por su compatibilidad con el disilicato de litio, alta resistencia y durabilidad, estética, versatilidad y capacidad de formar una película delgada uniforme, características que permiten reproducir clínicamente el espacio de cementado bajo condiciones in vitro. El espesor de la capa cementante será entre 20-30 μm , controlado mediante una fuerza de asentamiento constante de 50 N durante 1 minuto.

Medición del ajuste marginal y adaptación interna

La adaptación marginal e interna de las coronas de disilicato de litio IPS e.max CAD será evaluada a través de la técnica de réplica con silicona. El procedimiento de esta técnica consiste en llenar totalmente las coronas con una silicona de impresión ligera (Elite HD+ Light Body; Zhermack S.p.A., Badia Polesine, Italia) a una temperatura de 20°C. Posteriormente, las coronas rellenas de silicona se colocarán sobre el troquel metálico (modelo maestro) con una fuerza constante de 50N por un minuto en una máquina de ensayo universal Instron 3345 (Instron, Norwood, Estados Unidos). De dicho modo, la silicona simulará el espacio que existe entre el diente y la corona. Una vez que la silicona haya polimerizado (5 minutos, según indicaciones del fabricante), las coronas se removerán cuidadosamente y se cubrirán por encima con una capa de silicona de impresión de mayor densidad (Elite HD+ Putty Soft; Zhermack S.p.A.; Badia Polesine, Italia) con la finalidad de aportarles firmeza. Se esperarán otros 5 minutos para su polimerización completa, conforme a lo indicado por el fabricante.

El siguiente paso consistirá en seccionar las réplicas obtenidas mediante cinco cortes (Anexo 3), empleando un bisturí fino N°15 (Biolife; BIOPLAST S.A., Bogotá D.C., Colombia) para garantizar seccionamientos precisos. A continuación, se describe cada corte que se realizará.

Corte 1: Mesio bucal hacia fosa central

Corte 2: Disto bucal hacia fosa central

Corte 3: Mesio lingual hacia fosa central

Corte 4: Disto lingual hacia fosa central

Corte 5: Mesial a Distal

En los primeros cuatro cortes se marcarán cuatro puntos de referencia: dos correspondientes al ajuste marginal (área marginal y área marginal-interna) y dos relacionados con la adaptación interna (área axial y área oclusal) (a en Anexo 4). Mientras que en el corte 5 se marcarán ocho puntos de referencia, los mismos cuatro descritos anteriormente, pero ubicados simétricamente a lo largo de todo el borde del corte seccional de la réplica del diente (b en Anexo 4). Para ello, se utilizará un microscopio estereoscópico de alta precisión de 40x (Leica S8 APO; Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Alemania) y el software Leica Application Suite LA versión 3.4 (Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Alemania) que será útil para el análisis detallado y cuantitativo de imágenes microscópicas.

Consideraciones éticas

Para el estudio, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones éticas:

- El proyecto será enviado a la Unidad de Investigación de las Facultades Integradas de Medicina, Estomatología y Enfermería para su registro y aprobación.
- El proyecto será enviado para aprobación en la Dirección Universitaria de asuntos Regulatorios en Investigación (DUARI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Se solicitarán los permisos necesarios para el uso de los Laboratorios de Materiales Dentales y Patología Oral para el uso de los equipos necesarios.

Plan de análisis

El procesamiento estadístico de los datos se llevará a cabo con el software Jamovi versión 2.7.6. En primer lugar, los datos obtenidos serán organizados y sometidos a una prueba de normalidad, en este caso, la prueba Kolmogorov-Smirnov, válida para muestras con tamaño mayor a 50 unidades ($n > 50$). En segundo lugar, en función de los resultados de la prueba de normalidad, se determinará el análisis estadístico más adecuado para comparar grupos. En el caso de que los datos cumplan con los supuestos de normalidad se realizará un análisis ANOVA, complementado con la prueba post hoc Tukey para determinar las diferencias significativas entre pares de grupos. Por el contrario, si los datos no cumplen con el supuesto de normalidad, se realizará la prueba Kruskal Wallis y la prueba post hoc Dunn. Para la toma de decisiones inferenciales entre los grupos estudiados, se considerará un nivel de significancia estadística de 5% que corresponde a un nivel de confianza de 95%.

PRESUPUESTO

Presupuesto

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unidad (S/.)	Precio total (S/.)
Bienes				
Bloques cerámicos de disilicato de litio (IPS e.max CAD C14)	unidad	52	595.00	30940
Polvo metálico LaserForm Co-Cr (B)	kilo	1	450.00	450.00
Disco de goma abrasivo tipo caucho de grano medio-fino 320–400 Praxis TDV Discos.	kit	1	100.00	100.00
Fresas para disilicato Amann Girrbach (Motion 3) de 1 mm de precisión	unidad	4	400.00	1600.00
Silicona ligera para réplicas Zhermack Elite HD+	cartucho	4	250.00	1000.00
Silicona pesada Zhermack Elite HD+ Putty Soft	kit	2	300.00	600.00
Soporte acrílico Veracril color cristal de 500g	frasco	1	70.00	70.00
Variolink Esthetic DC	unidad	2	587.00	1 174.00
Alcohol isopropílico de 99%	litro	2	29.00	58.00
Paños de microfibra K&F Concept	kit	1	70.00	70.00
Espátulas	unidad	6	40.00	240.00
Hoja bisturí de laboratorio N°15 Biolife	caja	1	100.00	100.00

Mango de bisturí #4	unidad	2	35.00	70.00
Guantes de látex	caja	5	65.00	325.00
Mandil de protección descartable	unidad	10	5.00	50.00
Otros EPPs	global	1	200.00	200.00
Materiales de escritorio	global	1	400.00	400.00
Computadora i7 32GB, 6 GB VRAM, 15"	unidad	1	6000.00	6000.00
Servicios				
Asistente técnico	global	1	600.00	600.00
Uso de laboratorio dental (escaneado, impresión de modelo 3D, fresado, horneado, pulido)	global	1	6000.00	6000.00
Acceso a softwares CAD-CAM (Ceramill Mind, CEREC SW, Exocad Dental CAD y 3Shape Dental System)	unidad	4	500.00	2000.00
Alquiler de microscopio óptico de 50 aumentos (universidad u otra entidad)	global	1	500.00	500.00
Transporte	global	1	400.00	400.00
Impresión del informe	global	1	200.00	200.00
Asistencia estadística	global	1	500.00	500.00
Total				53 647.00

Cronograma

Actividad	2025			2026		
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Revisión de la literatura	X					
Planteamiento del proyecto de investigación	X					
Aprobación del proyecto de investigación		X				
Etapas experimental in vitro (diseño de coronas)		X	X			
Análisis de los datos				X		
Elaboración del informe final				X	X	
Sustentación de la investigación						X

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Streit G, Sykes L. Overview of Lithium Disilicate as a restorative material in dentistry. *South Afr Dent J*. 2022;77(08):495-9.
2. Cuzic C, Rominu M, Pricop A, Urechescu H, Pricop MO, Rotar R, et al. Clinician's Guide to Material Selection for All-Ceramics in Modern Digital Dentistry. *Materials*. 2025;18(10):2235.
3. Malament KA, Margvelashvili-Malament M, Natto ZS, Thompson V, Rekow D, Att W. Comparison of 16.9-year survival of pressed acid etched e.max lithium disilicate glass-ceramic complete and partial coverage restorations in posterior teeth: Performance and outcomes as a function of tooth position, age, sex, and thickness of ceramic material. *J Prosthet Dent*. 2021;126(4):533-45
4. Alzahrani KM. Comparative In vitro Analysis of Characteristics Between CAD-CAM Fabricated Ceramic Crowns and 3D-Printed Resin-Based Dental Crowns. *J Pioneer Med Sci*. 2025;14:362-5.
5. Molina Rangel MTM, De Oliveira Paco JC. Adaptación marginal de prótesis fijas obtenidas mediante flujo de trabajo convencional versus digital. *Rev Científica CMDLT [Internet]*. 2024 [citado 2025 oct 5];18: e-244467. Disponible en: <https://doi.org/10.55361/cmdlt.v18i.467>
6. Fakhr MWZF, Alansary H, Hassanien EEY. Internal fit and marginal adaptation of all-ceramic implant-supported hybrid abutment crowns with custom-milled screw-channels on Titanium-base: in-vitro study. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):1073.

7. Paul N, Raghavendra Swamy KN, Dhakshaini MR, Sowmya S, Ravi MB. Marginal and internal fit evaluation of conventional metal-ceramic versus zirconia CAD/CAM crowns. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(1):e31-7.
8. Temizkan Nizaroglu R, Küçük C. Evaluation of Marginal and Internal Adaptation of Crowns Fabricated with Three Different Zirconia CAD/CAM Materials. *Niger J Clin Pract*. 2024;27(1):54.
9. Grzebieluch W, Kowalewski P, Grygier D, Rutkowska-Gorczyca M, Kozakiewicz M, Jurczyszyn K. Printable and Machinable Dental Restorative Composites for CAD/CAM Application—Comparison of Mechanical Properties, Fractographic, Texture and Fractal Dimension Analysis. *Materials*. 2021;14(17):4919.
10. Hasanzade M, Moharrami M, Alikhasi M. How adjustment could affect internal and marginal adaptation of CAD/CAM crowns made with different materials. *J Adv Prosthodont*. 2020;12(6):344-50.
11. Moura Martins L, Lorenzoni FC, Oliveira de Melo A, Mendonça da Silva L, G. de Oliveira JL, Garcia de OLIVEIRA PC, et al. Internal fit of two all-ceramic systems and metal-ceramic crowns. *J Appl Oral Sci*. 2012;20(2):235-40.
12. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J*. 1971;131(3):107-11.
13. Maiti N, Mahapatra N, Patel D, Chanchad J, Saurabhbhai Shah A, Mahboob Rahaman S, et al. Application of CAD-CAM in Dentistry. *Bioinformation*. 2024;20(5):547-50.

14. Alghauli MA, Aljohani W, Almutairi S, Aljohani R, Alqutaibi AY. Advancements in digital data acquisition and CAD technology in Dentistry: Innovation, clinical Impact, and promising integration of artificial intelligence. Clin EHealth. 2025;8:32-52.
15. Rençber Kızılkaya A, Kara A. Impact of different CAD software programs on marginal and internal fit of provisional crowns: An in vitro study. Heliyon. 2024;10(2):e24205.
16. Mota Ferrairo B, Furtado Piras F, Lima F, Ferruzzi Honório HM, Hungaro Duarte MA, Sanches Borges AF, et al. Comparison of marginal adaptation and internal fit of monolithic lithium disilicate crowns produced by 4 different CAD/CAM systems. Clin Oral Investig. 2021;25(4):2029-36.
17. Nassar H. Internal fit and marginal adaptation of CAD/CAM lithium disilicate endocrowns fabricated with conventional impression and digital scanning protocols. An in-vitro study. Egypt Dent J. 2022;68(4):3793-808.
18. Real Academia Española [RAE]. Diccionario de la lengua española. Voz "software" [Internet]. 23.^a ed. Madrid: RAE; 2014 [citado 2025 Oct 11]. Disponible en: <https://dle.rae.es/software>
19. Bankoğlu Güngör M, Doğan A, Turhan Bal B, Karakoca Nemli S. Hastabaşı CAD/CAM sistemi ile üretilen posterior tam seramik kronların marjinal ve internal adaptasyonlarının değerlendirilmesi: in vitro çalışma. Acta Odontol Turc. 2017;35(1):1-8.
20. Tapie L, Chiche N, Boitelle P, Morenton P, Attal JP, Schmitt N, et al. Adaptation Measurement of CAD/CAM Dental Crowns with X-Ray Micro-

CT: Metrological Chain Standardization and 3D Gap Size Distribution. Adv Mater Sci Eng. 2016;2016(1):7963928.

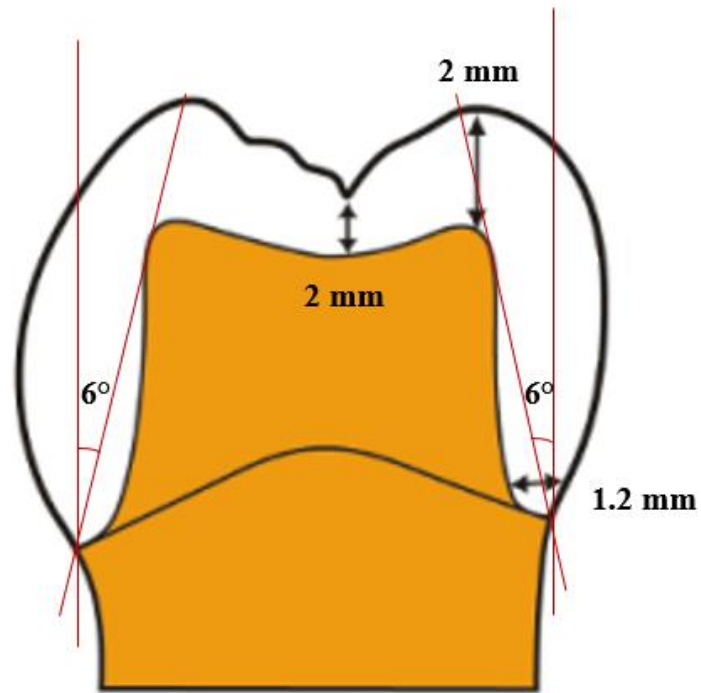
21. Gómez Alarco JM. Evaluación in vitro de la adaptación de cofias metálicas fabricadas con la técnica fusión selectiva por láser en función del ángulo de convergencia total y el espacio para el cemento [Tesis de maestría]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2018, 79 p. [citado 2025 oct 8]. Disponible en: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/3556>

ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de operacionalización de variables

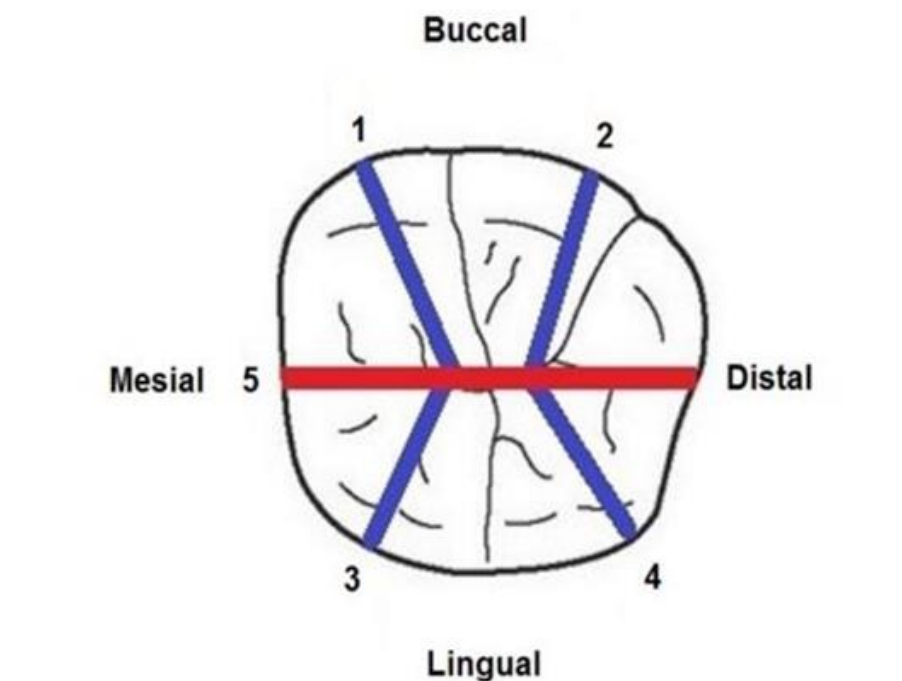
Variable	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo	Escala de medición	Valores y categorías
Softwares de diseño de coronas cerámicas	Softwares de diseño de coronas cerámicas	Un software se define como un conjunto integrado de aplicaciones, directrices y normas de computación que permiten llevar a cabo determinadas funciones en un ordenador. ¹⁸	Instrumentos informáticos para trabajar digitalmente restauraciones con precisión. Se evaluarán cuatro softwares, los más reconocidos y ampliamente empleados en el ámbito de las restauraciones dentales.	Marca comercial del software	Cualitativa	Nominal politómica	• Ceramill Mind • CEREC SW • 3Shape Dental System • Exocad DentalCAD
Adaptación	Marginal	Es la precisión del ajuste mecánico de una estructura protésica en su estructura de soporte. Esta adaptación se estima mediante la medición de espacios marginales e internos, los cuales determinan el éxito de estas. ¹⁹	La adaptación de las coronas que considera lo marginal e interno se estimará mediante la medición de espacios con la técnica de réplica con silicona.	Espacio vertical y horizontal, medidos con réplicas de silicona.	Cuantitativa	De razón	Micrómetros (µm)
	Interna			Espacio axial y oclusal, medidos con réplicas de silicona.			

Anexo 2. Medidas de la preparación dentaria del modelo maestro



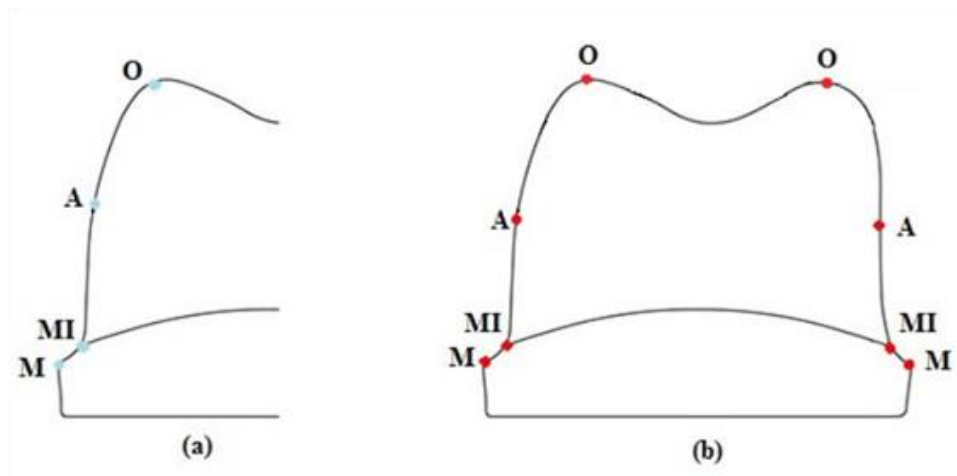
Nota. La imagen muestra las condiciones de preparación del modelo maestro: línea de terminación tipo chamfer de 1.2 mm, reducción oclusal de 2 mm y convergencia axial de 6°.

Anexo 3. Secciones realizadas en las réplicas de silicona para la medición de la adaptación marginal e interna



Nota. La imagen muestra las cinco secciones realizadas a la réplica de silicona: (1) Mesio bucal hacia fosa central, (2) Disto bucal hacia fosa central, (3) Mesio lingual hacia fosa central, (4) Disto lingual hacia fosa central y (5) Mesial a Distal. Fue tomada de “Evaluation of marginal and internal adaptations of posterior all-ceramic crowns fabricated with chair-side CAD/CAM system: an in vitro study” y elaborado por Bankoğlu Güngör.¹⁹

Anexo 4. Puntos de referencia marcados en las réplicas de silicona para la medición de la adaptación marginal e interna



Nota. La imagen muestra los puntos de referencia (M: marginal, MI: marginal interno, A: axial, O: oclusal) marcados en cada sección. (a) Puntos de referencia de los cortes 1, 2, 3 y 4 de la sección bucolingual, (b) Puntos de referencia del corte 5 de la sección mesiodistal. Fue tomada de “Evaluation of marginal and internal adaptations of posterior all-ceramic crowns fabricated with chair-side CAD/CAM system: an in vitro study” y elaborado por Bankoğlu Güngör.¹⁹

III. CONCLUSIONES

Del desarrollo del portafolio se puede concluir:

1. En lo que concierne al primer módulo, docencia universitaria, el sílabo elaborado para un curso de educación continua sobre “Diseño digital de coronas libres de metal” tiene como propósito capacitar a los profesionales de estomatología, brindándoles el conocimiento y herramientas necesarias para la comprensión de los fundamentos teóricos y tecnológicos del diseño digital de restauraciones dentales.

En un entorno clínico en constante evolución, resulta fundamental que los profesionales estomatólogos se mantengan actualizados en el uso de tecnologías digitales, a fin de responder a las demandas y estándares actuales de la práctica profesional.

La estructuración del sílabo permitió integrar enfoques pedagógicos actuales, es decir, la enseñanza teórica complementada con la práctica en laboratorio, mediante recursos digitales. Esta modalidad garantiza un aprendizaje significativo, enfocado en el estudiante, pues este podrá aplicar los conocimientos adquiridos en entornos tanto simulados como clínicos.

Finalmente, la formulación del sílabo fortalece la capacidad de diseñar y brindar propuestas formativas sostenibles, realistas y alineadas a los estándares de calidad educativa del nivel de posgrado, contribuyendo así a la mejora de la oferta académica de la educación continua de la Facultad de Estomatología.

2. En lo que concierne al segundo módulo, análisis crítico de la literatura, se enfatiza la relevancia de evaluar la producción científica, como las revisiones sistemáticas, a través del pensamiento crítico y la interpretación adecuada de resultados. Esta competencia permite reconocer la calidad, validez y relevancia del contenido, así como la solidez metodológica, lo cual fortalece otras capacidades como la comunicación científica efectiva. Como profesional de estomatología, el fomento de la investigación continua y la elección de la evidencia científica promueve la práctica y la toma de decisiones basada en fundamento fiable.

En el caso específico del artículo revisado, los resultados del PRISMA 2020 evidenciaron que existen algunos aspectos que no se cumplen con totalidad (7 ítems) o no se presentan (7 ítems), por lo que, si bien el estudio presenta una estructura metodológica aceptable y cumple con varios criterios de transparencia y reporte, existen deficiencias en aspectos clave como lista de datos, métodos de síntesis, resultados de la síntesis, discusión, así como en el registro y protocolo. Dicho cumplimiento parcial u ausencia de algunos aspectos afectan el rigor científico del estudio, pues podría limitar su reproducibilidad y confiabilidad.

En cuanto al análisis CASPe, los resultados evidenciaron un cumplimiento positivo en todas las interrogantes que se presentan. Estos resultados evidencian una alta calidad metodológica, validez interna, relevancia clínica y aplicabilidad en la práctica profesional.

3. En lo que concierne al tercer módulo, el proyecto de investigación en estomatología desarrollado permite indagar en las necesidades y oportunidades actuales de la práctica clínica. Debido al rápido avance de la tecnología digital en odontología restauradora, se planteó evaluar la influencia de distintos softwares de diseño en dos factores críticos para el éxito clínico de las coronas dentales: la adaptación marginal y la adaptación interna. Este enfoque busca aportar al mundo científico y, al mismo tiempo, busca mejorar los procedimientos clínicos y protésicos.

El proyecto de investigación está orientado a demostrar que existe una influencia de los softwares de diseño en la adaptación marginal y la adaptación interna. De encontrarse una variación estadística y significativa, se demostraría la importancia de la elección del programa para garantizar un ajuste exacto de las restauraciones dentales.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alghauli MA, Aljohani W, Almutairi S, Aljohani R, Alqutaibi AY. Advancements in digital data acquisition and CAD technology in Dentistry: Innovation, clinical Impact, and promising integration of artificial intelligence. Clin EHealth. 2025;8:32-52.
2. Ávila S, García R, Portelles N. El flujo digital en las especialidades en la odontología. Contacto Científico. 2025; 5(1): 38-49.
3. Alzahrani KM. Comparative In vitro Analysis of Characteristics Between CAD-CAM Fabricated Ceramic Crowns and 3D-Printed Resin-Based Dental Crowns. J Pioneer Med Sci. 2025;14:362-5
4. Bankoğlu Güngör M, Doğan A, Turhan Bal B, Karakoca Nemli S. Hastabaşı CAD/CAM sistemi ile üretilen posterior tam seramik kronların marjinal ve internal adaptasyonlarının değerlendirilmesi: in vitro çalışma. Acta Odontol Turc. 2017;35(1):1-8.
5. Culqui WP, Robles JW, Ramos MA. Utilidad de la tecnología CAD/CAM en la fabricación de prótesis dentales. Medisur. 2023; 21(6): 1305-1311.
6. Cuzic C, Rominu M, Pricop A, Urechescu H, Pricop MO, Rotar R, et al. Clinician's Guide to Material Selection for All-Ceramics in Modern Digital Dentistry. Materials. 2025;18(10):2235.
7. Dudley J, Farook TH. Marginal gap measurement of ceramic single crowns before cementation: A systematic review. J Prosthet Dent. 2025;133(5):1145-1156.

8. Fakhr MWZF, Alansary H, Hassanien EEY. Internal fit and marginal adaptation of all-ceramic implant-supported hybrid abutment crowns with custom-milled screw-channels on Titanium-base: in-vitro study. BMC Oral Health. 2024;24(1):1073.
9. Flores-Mas R, Fukuhara-Nakama M, Chávez-Alayo P, Fernández-Jacinto L. Eficacia de dos escáneres intraorales: percepción de estudiantes de posgrado de una universidad privada de Lima. Revista Estomatológica Herediana. 2024; 34(4): 343-8.
10. Gómez Alarco JM. Evaluación in vitro de la adaptación de cofias metálicas fabricadas con la técnica fusión selectiva por láser en función del ángulo de convergencia total y el espacio para el cemento [Tesis de maestría]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2018, 79 p. [citado 2025 oct 8]. Disponible en: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/3556>
11. González Espinosa CL, Hernández Cortés LS, Jiménez Barbosa Ingrid A. Aplicación de lectura crítica de artículos en el área de ciencias de la visión. Svo [Internet]. 2018 [citado 2025 Sept 20];16(2):69-78. Disponible en: <https://saludvisual.lasalle.edu.co/article/view/1464>
12. Grzebieluch W, Kowalewski P, Grygier D, Rutkowska-Gorczyca M, Kozakiewicz M, Jurczyszyn K. Printable and Machinable Dental Restorative Composites for CAD/CAM Application—Comparison of Mechanical Properties, Fractographic, Texture and Fractal Dimension Analysis. Materials. 2021;14(17):4919.

13. Hasanzade M, Moharrami M, Alikhasi M. How adjustment could affect internal and marginal adaptation of CAD/CAM crowns made with different materials. *J Adv Prosthodont.* 2020;12(6):344-50.
14. Ille C-E, Jivănescu A, Pop D, Stoica ET, Flueraș R, Talpoș-Niculescu, I-C, et al. Exploring the Properties and Indications of Chairside CAD/CAM Materials in Restorative Dentistry. *J. Funct. Biomater.* 2025; 16(2):46.
15. Maiti N, Mahapatra N, Patel D, Chanchad J, Saurabhshah A, Mahboob Rahaman S, et al. Application of CAD-CAM in Dentistry. *Bioinformation.* 2024;20(5):547-50.
16. Malament KA, Margvelashvili-Malament M, Natto ZS, Thompson V, Rekow D, Att W. Comparison of 16.9-year survival of pressed acid etched e.max lithium disilicate glass-ceramic complete and partial coverage restorations in posterior teeth: Performance and outcomes as a function of tooth position, age, sex, and thickness of ceramic material. *J Prosthet Dent.* 2021;126(4):533-45.
17. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literatura. *BMC Oral Health.* 2017; 17:149.
18. Mathar MI. Análisis comparativo del ajuste marginal y la adaptación interna de coronas de cerámica fabricadas con CAD-CAM frente a las fabricadas de forma convencional: una revisión sistemática. *J Pharm Bioallied Sci.* 2024; 16(Supl.4):S3086-S3088.
19. McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J.* 1971;131(3):107-11.

20. Molina MT, de Oliveira JC. Adaptación marginal de prótesis fijas obtenidas mediante flujo trabajo convencional versus digital. Revisión sistemática. Rev Cien CMDLT. 2025; 18.
21. Molina Rangel MTM, De Oliveira Paco JC. Adaptación marginal de protésis fijas obtenidas mediante flujo de trabajo convencional versus digital. Rev Científica CMDLT [Internet]. 2024 [citado 2025 oct 5];18: e-244467. Disponible en: <https://doi.org/10.55361/cmdlt.v18i.467>
22. Mota Ferrairo B, Furtado Piras F, Lima F, Ferruzzi Honório HM, Hungaro Duarte MA, Sanches Borges AF, et al. Comparison of marginal adaptation and internal fit of monolithic lithium disilicate crowns produced by 4 different CAD/CAM systems. Clin Oral Investig. 2021;25(4):2029-36.
23. Moura Martins L, Lorenzoni FC, Oliveira de Melo A, Mendonça da Silva L, G. de Oliveira JL, Garcia de OLIVEIRA PC, et al. Internal fit of two all-ceramic systems and metal-ceramic crowns. J Appl Oral Sci. 2012;20(2):235-40.
24. Nassar H. Internal fit and marginal adaptation of CAD/CAM lithium disilicate endocrowns fabricated with conventional impression and digital scanning protocols. An in-vitro study. Egypt Dent J. 2022;68(4):3793-808.
25. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ 2021;372:n71.
26. Palomino-Granados RC, Solar C, Mas J. Impresiones digitales dentales con escáneres intraorales: una revisión de la literatura. Revista Estomatológica Herediana. 2024; 34(1): 69-75.

27. Paul N, Raghavendra Swamy KN, Dhakshaini MR, Sowmya S, Ravi MB. Marginal and internal fit evaluation of conventional metal-ceramic versus zirconia CAD/CAM crowns. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(1):e31-7.
28. Real Academia Española [RAE]. Diccionario de la lengua española. Voz "software" [Internet]. 23.^a ed. Madrid: RAE; 2014 [citado 2025 Oct 11]. Disponible en: <https://dle.rae.es/software>
29. Rençber Kızılkaya A, Kara A. Impact of different CAD software programs on marginal and internal fit of provisional crowns: An in vitro study. *Heliyon*. 2024;10(2):e24205.
30. Streit G, Sykes L. Overview of Lithium Disilicate as a restorative material in dentistry. *South Afr Dent J*. 2022;77(08):495-9.
31. Tapie L, Chiche N, Boitelle P, Morenton P, Attal JP, Schmitt N, et al. Adaptation Measurement of CAD/CAM Dental Crowns with X-Ray Micro-CT: Metrological Chain Standardization and 3D Gap Size Distribution. *Adv Mater Sci Eng*. 2016;2016(1):7963928.
32. Temizkan Nizaroglu R, Küçük C. Evaluation of Marginal and Internal Adaptation of Crowns Fabricated with Three Different Zirconia CAD/CAM Materials. *Niger J Clin Pract*. 2024;27(1):54.

V. ANEXOS

Anexo 01. Artículo científico para el análisis crítico de la literatura

Systematic Review

Comparative Analysis of the Marginal Fit and Internal Adaptation of CAD-CAM-Fabricated Versus Conventionally Fabricated Ceramic Crowns: A Systematic Review

Mohammed Ibrahim Mathar

Department of Prosthetic
Dental Sciences, College
of Dentistry, Qassim
University, Qassim,
Kingdom of Saudi Arabia

Submitted: 24-Aug-2024
Revised: 01-Sep-2024
Accepted: 10-Sep-2024
Published: 29-Nov-2024

ABSTRACT This systematic review compared the marginal fit and internal adaptation of ceramic crowns and fixed dental prostheses (FDPs) fabricated using CAD-CAM technology versus conventional methods. A literature search from 2000 to 2024, following PRISMA guidelines, identified relevant studies. Three studies with a total of 60 patients were included, evaluating both marginal fit and internal adaptation of crowns made using CAD-CAM and conventional techniques. Overall, CAD-CAM-fabricated crowns exhibited smaller marginal discrepancies and better internal adaptation, although the differences were not statistically significant. The findings suggest that CAD-CAM technology may improve the fit of ceramic crowns and FDPs, but variations in study outcomes emphasize the impact of factors like material choice and fabrication methods.

KEYWORDS: CAD-CAM technology, internal adaptation, marginal fit

INTRODUCTION

Provisional crowns and FDPs are essential in prosthodontics, ensuring aesthetics, pulp protection, gingival management, and tooth position maintenance.^[1,2] These restorations, often used in complex rehabilitations, traditionally utilize polymethyl methacrylate and bis-acrylic resins, though they have drawbacks like high shrinkage and poor stain resistance.^[3,4] Recent CAD-CAM advancements have improved restoration efficiency, particularly with chairside methods using lithium disilicate or nanoceramic resin blocks.^[5,6] However, optimal milling parameters for marginal and internal fit are still debated, and the technology has limitations and costs.^[6,7] This systematic review compares the internal adaptation and marginal fit of CAD-CAM-fabricated versus conventionally fabricated ceramic crowns.

METHODOLOGY

Study design

This systematic review followed PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses) guidelines and utilized the PICO(S) approach.^[8,9]

PICO Question

The primary PICO question was: In patients (P) scheduled to receive ceramic crowns, does CAD-CAM fabrication technology (I) compared with conventional techniques (C) result in better marginal fit and internal adaptation (O)?

Search strategy

Two researchers independently conducted a comprehensive search of English-language literature published from 2000 to 2024 in Medline/PubMed, Cochrane Library, and Embase. The search included keywords and MeSH terms such as “CAD-CAM,” “ceramic crowns,” “marginal fit,” and “internal adaptation.”

Inclusion criteria

Included studies: (1) compared CAD-CAM with conventional fabrication of ceramic crowns; (2) quantitatively assessed marginal fit and/or internal

Address for correspondence: Dr. Mohammed Ibrahim Mathar,
Department of Prosthetic Dental Sciences, College of Dentistry,
Qassim University, KSA.
E-mail: m.mathar@qu.edu.sa

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 License, which allows others to remix, tweak, and build upon the work non-commercially, as long as the author is credited and the new creations are licensed under the identical terms.

For reprints contact: WJOLRPMedknow_reprints@wolterskluwer.com

How to cite this article: Mathar MI. Comparative analysis of the marginal fit and internal adaptation of CAD-CAM-fabricated versus conventionally fabricated ceramic crowns: A systematic review. J Pharm Bioall Sci 2024;16:S3086-8.

Access this article online

Quick Response Code:


Website: <https://journals.lww.com/jpbs>

DOI: 10.4103/jpbs.jpbs_1109_24

adaptation; (3) were *in vivo* or *in vitro*; and (4) were published in English.

Study selection

Titles and abstracts were screened independently by both researchers. Full texts of potentially eligible studies were reviewed, and disagreements were resolved by discussion.

Data extraction

Data were extracted using a standardized form, including author names, publication year, study type, sample size, crown type, CAD-CAM system, conventional technique, measurement methods, and quantitative results.

Statistical analysis

Standardized mean differences (SMD) with 95% confidence intervals were calculated, using a fixed effects model for low heterogeneity ($P > 0.05$ or $I^2 \leq 24\%$) and a random effects model otherwise. Statistical analyses were conducted with RevMan 5.3 ($P < 0.05$), assessing heterogeneity with Cochran's test and I^2 statistic, and evaluating publication bias with Begg's funnel plot.

RESULTS

An initial search identified 360 articles (350 from PubMed and 10 from Google Scholar). After removing duplicates and irrelevant abstracts, 200 review articles were excluded, leaving 5 original articles. Two were excluded due to unavailable full texts, resulting in 3 studies in this review [Figure 1].

The review included three studies examining marginal and internal fit in provisional crowns and FDPs. Paul *et al.*^[10]

compared zirconia CAD-CAM crowns to conventional metal-ceramic crowns *in vivo*. Vojdani *et al.*^[11] compared CAD-CAM wax patterns to conventional wax patterns *in vitro*. Mously *et al.*^[12] assessed CAD-CAM versus heat-pressed crowns [Table 1].

Analysis of 60 patients (30 CAD-CAM, 30 conventional) showed an SMD of 2.15 (−0.98 to 5.29) favoring CAD-CAM for marginal fit, though not statistically significant ($P > 0.05$). Paul *et al.*^[10] had the highest study weight, and the funnel plot showed no significant publication bias [Figure 2].

Data from 44 patients (22 per group) indicated an SMD of 1.37 (−3.58 to 6.32) favoring CAD-CAM for internal adaptation, but this was not statistically significant ($P > 0.05$). Paul *et al.*^[10] had the highest study weight, with no significant publication bias indicated [Figure 3].

DISCUSSION

This systematic review compared the internal adaptation and marginal fit of provisional crowns and FDPs fabricated using CAD-CAM milling versus conventional methods. CAD-CAM technology consistently demonstrated finer marginal discrepancies and more precise internal adaptations. Paul *et al.*^[10] reported superior fit with CAD-CAM crowns, with a marginal fit of $77.42 \pm 39.5 \mu\text{m}$ and internal adaptation of $87.24 \pm 21.7 \mu\text{m}$, emphasizing the benefits of digital design and automated milling in reducing human error and enhancing reproducibility.^[10] However, variability was noted across studies. Vojdani *et al.*^[11] conventional wax patterns had a better marginal fit ($88.08 \pm 10.67 \mu\text{m}$) than CAD-CAM patterns ($254.46 \pm 25.10 \mu\text{m}$). Similarly, Mously *et al.*^[12] observed that while CAD-CAM crowns had better marginal fits ($46.65\text{--}55.18 \mu\text{m}$), internal adaptation varied.

Factors influencing fit outcomes include the type of material and fabrication processes. Ceramic materials like CAD are favored for their strength and esthetics, but the crystallization process can impact adaptation, with studies showing increased marginal discrepancy (MD) post-crystallization.^[13,14] Kim *et al.*^[14] observed stable internal adaptation but increased MD values after crystallization. Similarly, Yildirim *et al.*^[15] found higher

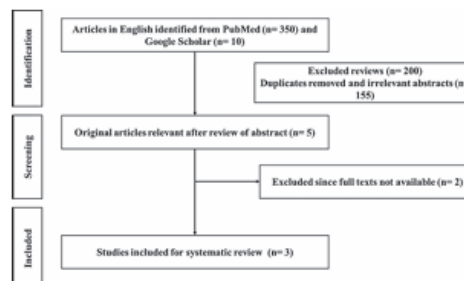


Figure 1: Flowchart depicting study selection

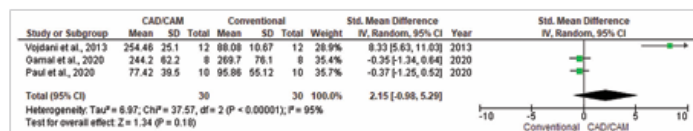


Figure 2: Comparison of marginal fit

Table 1: Study Characteristics

Study	Study Design	Sample size	Intervention	Control	Outcome	Marginal Fit (μm)		Internal Adaptation (μm)	
						CAD-CAM	Conventional	CAD-CAM	Conventional
Paul <i>et al.</i> ^[10] 2020	<i>In vivo</i>	10 participants, 20 crowns (10 zirconia CAD-CAM, 10 metal-ceramic)	Zirconia CAD-CAM	Metal-ceramic crowns	Marginal fit, internal fit	77.42 $\pm$ 39.5	95.86 $\pm$ 55.12	87.24 $\pm$ 21.7	132.91 $\pm$ 50.63
Vojdani <i>et al.</i> ^[11] 2013	<i>In vitro</i>	24 dies, 24 copings (12 CAD-CAM, 12 conventional)	CAD-CAM wax patterns	Wax patterns	Marginal fit, internal fit	254.46 $\pm$ 25.10	88.08 $\pm$ 10.67	110.77 $\pm$ 5.92	76.90 $\pm$ 10.17
Mously <i>et al.</i> ^[12] 2014	<i>In vitro</i>	40 crowns (30 CAD-CAM, 10 heat-pressed)	CAD-CAM	Heat-pressed crowns	Marginal adaptation, internal adaptation	CAD-CAM-30: 55.18, CAD-CAM-60: 49.35, CAD-CAM-100: 46.65	30.80	CAD-CAM-30: 90.04, CAD-CAM-60: 127.68, CAD-CAM-100: 147.71	74.03

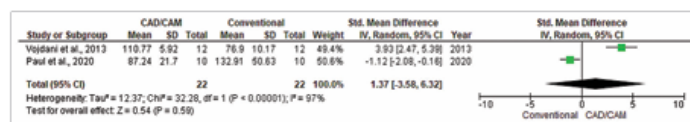


Figure 3: Comparison of internal adaptation

absolute marginal discrepancy and MD values in CAD crowns compared to composite resins.

In conclusion, CAD-CAM technology demonstrates clear advantages in achieving superior marginal and internal fit for provisional crowns and FDPs.

Financial support and sponsorship

Nil.

Conflicts of interest

There are no conflicts of interest.

REFERENCES

- Taylor PD, Georgakis G, Niggli J. An investigation into the integrity of fit of provisional crowns using current proprietary temporary crown materials. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2016;24:50-7.
- Peng CC, Chung KH, Ramos V Jr. Assessment of the adaptation of interim crowns using different measurement techniques. *J Prosthodont*. 2020;29:87-93.
- Sampaio CS, Niemann KD, Schweitzer DD, Hirata R, Atria PJ. Microcomputed tomography evaluation of cement film thickness of veneers and crowns made with conventional and 3D printed provisional materials. *J Esthet Restor Dent* 2021;33:487-95.
- Schwartz JK, Oliveira-Ogliari A, Meeres CT, Leal FB, Ogliari FA, Moraes RR. Characterization of bis-acryl composite resins for provisional restorations. *Braz Dent J* 2017;28:354-61.
- Tabata LF, de Lima Silva TA, de Paula Silveira AC, Ribeiro APD. Marginal and internal fit of CAD-CAM composite resin and ceramic crowns before and after internal adjustment. *J Prosthet Dent* 2020;123:500-5.
- Peng C-C, Chung K-H, Yau H-T. Assessment of the internal fit and marginal integrity of interim crowns made by different manufacturing methods. *J Prosthet Dent* 2020;123:514-22.
- Sakrana AA. *In vitro* evaluation of the marginal and internal discrepancies of different esthetic restorations. *J Appl Oral Sci* 2013;21:575-80.
- Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gotzsche PC, Ioannidis JPA, *et al.* The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *Ann Intern Med* 2009;151:W-65-94.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Altman D, Antes G, *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement (Chinese edition). *J Integr Med* 2009;7:889-96.
- Paul N, Raghavendra Swamy KN, Dhakshaini MR, Sowmya S, Ravi MB. Marginal and internal fit evaluation of conventional metal-ceramic versus zirconia CAD/CAM crowns. *J Clin Exp Dent* 2020;12:e31-7.
- Vojdani M, Torabi K, Farjood E, Khaledi A. Comparison the marginal and internal fit of metal copings cast from wax patterns fabricated by cad/cam and conventional wax up techniques. *J Dent (Shiraz)* 2013;14:118-29.
- Mously HA, Finkelman M, Zandparsa R, Hirayama H. Marginal and internal adaptation of ceramic crown restorations fabricated with CAD/CAM technology and the heat-press technique. *J Prosthet Dent* 2014;112:249-56.
- Contrepolis M, Soenen A, Bartala M, Laviolo O. Marginal adaptation of ceramic crowns: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2013;110:447-54.e10.
- Kim J-H, Oh S, Uhm S-H. Effect of the crystallization process on the marginal and internal gaps of lithium disilicate CAD/CAM crowns. *Biomed Res Int* 2016;2016:8635483.
- Yildirim G, Uzun IH, Keles A. Evaluation of marginal and internal adaptation of hybrid and nanoceramic systems with microcomputed tomography: An *in vitro* study. *J Prosthet Dent* 2017;118:200-7.