

**Grado en ODONTOLOGÍA**

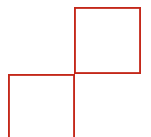
**Trabajo Fin de Grado**

**Curso 2022-23**

**PRECISIÓN Y EXACTITUD DE  
CORONAS PROVISIONALES  
FRESADAS VS IMPRESAS:  
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA.**

**Presentado por: Génesis Jamilet Bonelli Acebo  
Coronel**

**Tutor: Dra. Cristina Rech Ortega**





## **AGRADECIMIENTOS:**

Antes de todo, me gustaría agradecer a mi tutora Dra. Cristina Rech Ortega y mi profesora Dra. Amparo Aloy Prosper por la ayuda que me han dado en la realización de este trabajo y la paciencia que han tenido conmigo durante todos estos meses.

Agradezco a mi profesora de CUO Dra Lali por haberme transmitido el amor y la pasión por la Odontología y por haber confiado en mí desde el primer día, permitiendo que pudiese adquirir confianza en mí misma y en lo que estaba aprendiendo día a día. De la misma manera me gustaría agradecer a dos profesores que han sido fundamental para mí en este camino: Dr. Joao Firmino y Dr. Santiago Arias Herrera.

A mia nonna, che per sei lunghissimi anni non abbiamo potuto fare l'albero insieme l'8 dicembre, la mia nonnina che non mi ha mai fatta sentire sola, ha sofferto ad ogni esame con me e non mi ha mai lasciato la mano.

Ai miei zii Chicca e Luca e mia cugina Bea, i miei angeli custodi in questo percorso, hanno saputo tirarmi su nei peggiori momenti e hanno saputo festeggiare e celebrare con me quelli migliori.

Alle mie sorelle, Martina e Margherita che con le lacrime agli occhi hanno sempre aspettato il mio ritorno, che mi hanno sempre fatta sentire amata e non mi hanno mai fatta sentire sbagliata.

A mio padre Marco e mia madre Pilar, che hanno lottato ogni giorno per sei anni perché questo sogno possa diventare realtà. Con il loro amore, la loro fatica e il loro sostegno quotidiano mi hanno aiutato ad affrontare ogni difficoltà. A te papà che nonostante le delusioni non mi hai mai lasciata sola e hai fatto sì che con il tuo amore, il tuo sforzo e il tuo sudore io possa diventare qualcuno. A te mamma che hai dato la vita per me, questo traguardo lo devo a te. A tutte le notti che hai pianto per me. A quel 1 Settembre del 1997 in cui hai deciso di darmi la vita, sacrificando la tua vita. Questa è la nostra vittoria.

A te, mio dolce e tenero Baloo che sei stato la mia vita! Ce l'ho fatta amore, quante chiacchierate ci siamo fatti immaginandoci questo momento, tu che mi dovevi portare la corona d'alloro e dovevamo tornare finalmente a casa insieme! Ti mando un bacino amore mio, che ti arrivi su in cielo perché io ti penso ogni giorno da quando non sei più con me.

Alle mie compagne di viaggio più fedeli Sarah e Flavia: siete state il regalo più bello che Valencia potesse farmi, grazie per ogni singolo momento vissuto insieme.

A mis amigas locas Desi y Adri, hay que suerte haberlas tenido en mi vida. Me habéis enseñado a ver la vida de manera diferente, enseñadome que en la vida uno no tiene nunca que rendirse, me habéis dado un ejemplo de vida viendo vuestros sacrificios y me habéis hecho sentir una bebe amada y valorada.

Al ángel que me he encontrado por el camino Diane, con tu sensibilidad y tu cariño me has siempre hecho sentir amada y valorada. Gracias por haber creído siempre en mi.

Alla mia Giuli, compagna di sofferenze, amica e ottima indovina per le domande aperte.

Al mio terrone prefe Salvuccio, che mi ha sempre fatto sentire la sua vicinanza e soprattutto me l'ha sempre dimostrata standomi vicino nei momenti più importanti.

A te, Yobbi che nonostante la distanza, nonostante tutto, rimarrai sempre la mia METÀ DI RINGO.

E soprattutto a te Valencia, che mi hai vista per la prima volta debole ed impaurita, mi hai cresciuta, mi hai messo davanti a mille difficoltà e mi hai fatta uscire FORTE, SICURA e soprattutto FIERA della persona che sono.



# ÍNDICE:

<b>1. LISTADO DE SÍMBOLOS Y SIGLAS</b>	<b>1</b>
<b>2. LISTADO DE PALABRAS CLAVES</b>	<b>3</b>
<b>3. RESUMEN</b>	<b>4</b>
<b>4. ABSTRACT</b>	<b>5</b>
<b>5. INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
5.1. GENERALIDADES	6
5.2. FABRICACIÓN ASISTIDA POR ORDENADOR (CAM)	7
5.2.1 IMPRESORAS 3D	7
5.2.1.1 GENERALIDADES	7
5.2.1.2 TIPOS DE IMPRESORAS	8
5.2.1.3 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS IMPRESORAS 3D	11
5.2.1.4 MATERIALES UTILIZADOS	12
5.2.2 FRESADORAS	13
5.2.2.1 GENERALIDADES	12
5.2.2.2 TIPOS DE FRESADORAS	12
5.2.2.3 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS FRESADORAS	13
5.2.2.4 MATERIALES UTILIZADOS	14
<b>6. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS</b>	<b>15</b>
6.1 JUSTIFICACIÓN	15
6.2 HIPÓTESIS	16
<b>7. OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
7.1 OBJETIVO PRINCIPAL	16
6.2 OBJETIVO SECUNDARIO	16
<b>8. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>17</b>
8.1 IDENTIFICACIÓN DE LA PREGUNTA PICO	17
8.2 CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD	17
8.3 FUENTES DE INFORMACIÓN Y ESTRATEGIAS DE LA BÚSQUEDA DE DATOS	18
8.4 PROCESO DE SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS	21
8.5 EXTRACCIÓN DE DATOS	21
8.6 VALORACIÓN DE LA CALIDAD	22
8.7 SÍNTESIS DE DATOS	23
<b>9. RESULTADOS</b>	<b>24</b>
9.1 SELECCIÓN DE ESTUDIOS. FLOW CHART	24
9.2 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS REVISADOS	26
9.3 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD METODOLÓGICA Y RIESGOS DE SESGO	27
9.4 SÍNTESIS DE RESULTADOS	29
<b>10. DISCUSIÓN</b>	<b>34</b>

10.1 EXACTITUD Y PRECISIÓN: DISCREPANCIA AJUSTE INTERNO	34
10.2 EXACTITUD Y PRECISIÓN: DISCREPANCIA ADAPTACIÓN MARGINAL	36
10.3 SISTEMA DE FRESADO Y IMPRESIÓN 3D: MÉTODO Y PROCESAMIENTO DE TRABAJO	38
10.4 LIMITACIONES DEL ESTUDIO	38
<b>11. CONCLUSIONES</b>	<b>39</b>
<b>12. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>40</b>
<b>13. ANEXOS</b>	<b>45</b>





## 1. LISTADO DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

Abreviatura	Significado en inglés y español
CAD	Computer aided designed – diseño asistido por computadora
CAM	Computer aided manufacturing – Fabricación asistida por computadora
FDM (IMPRESORA DE FILAMENTO)	Fused deposition modeling - Modelado por deposición fundida
PLA (TIPO DE FILAMENTO)	Polylactic acid - Ácido poliláctico
PP (TIPO DE FILAMENTO)	Polypropylène - Polipropileno
ABS (TIPO DE FILAMENTO)	Acrylonitrile Butadiene Styrene Acrilonitrilo butadieno estireno
PA (TIPO DE FILAMENTO)	Polyamide - Poliamida
PC (TIPO DE FILAMENTOS)	Polycarbonate - Policarbonato

HPP (TIPO DE FILAMENTO)	High Pressure Processing Procesamiento de alta presión
SLA (IMPRESORA DE RESINA)	Stereolithography - Método de estereolitografía
DLP (IMPRESORA DE RESINA)	Digital Light Processing Método de procesamiento de luz digital
MJ (IMPRESORA DE RESINA)	Material Jetting - Inyección de material
SLS (FUSIÓN DE POLVO DE POLÍMEROS)	Sinterización selectiva por láser - Selective laser sintering
DMLM/SLM (FUSIÓN DE POLVO DE METALES)	Direct metal laser melting/ Fusión directa de metal por láser  Selective Laser Melting/ Fusión Láser Selectiva

## **2. LISTADO DE PALABRAS CLAVES**

- I. Coronas Provisionales.
- II. Restauración Dental.
- III. Prótesis Dentales Fijas Provisionales.
- IV. Coronas Provisionales Impresas.
- V. Impresoras 3D.
- VI. Coronas Provisionales Fresadas.
- VII. Fresadoras.
- VIII. CAD
- IX. CAM
- X. CAD/CAM.
- XI. Odontología Digital.
- XII. Precisión de coronas provisionales
- XIII. Precisión Oclusal.
- XIV. Exactitud coronas provisionales.
- XV. Exactitud coronas provisionales fresadas.

### 3. RESUMEN

**Introducción:** El flujo digital en Odontología ha ganado importancia gracias a las herramientas CAD/CAM que permiten el diseño y fabricación de prótesis dentales. El proceso consta de digitalización, diseño por ordenador y tecnología de producción. La fabricación asistida por ordenador (CAM) se realiza mediante impresoras 3D o fresadoras, cada una con sus ventajas e inconvenientes. Los materiales más utilizados son resinas y polímeros. El objetivo principal del presente estudio es comparar y evaluar la precisión y exactitud de coronas provisionales fabricadas mediante fresado y sistema de impresión 3D.

**Material y método:** Se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos PubMed, Scopus y Web Of Science sobre precisión y exactitud de coronas provisionales impresas frente fresadas hasta noviembre de 2022.

**Resultados:** De los 149 artículos analizados, solo 5 cumplieron los criterios de inclusión y evaluaron la precisión y exactitud en la fabricación de coronas provisionales. Se compararon las discrepancias en el ajuste interno y la adaptación marginal en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ). Las impresoras 3D (SLA y DLP) y las fresadoras de 5 ejes mostraron mayor precisión y exactitud a la hora de confeccionar coronas provisionales. Hubo una diferencia estadística en cuanto a la discrepancia del ajuste interno mientras que la diferencia fue mínima para la adaptación marginal.

**Conclusión:** Las impresoras 3D mostraron mayor precisión en la fabricación de coronas provisionales en comparación con las fresadoras. Los métodos más utilizados en las impresoras 3D fueron SLA y DLP, mientras que las fresadoras de 5 ejes ofrecieron mayor precisión y exactitud en la técnica de fresado.

## 4. ABSTRACT

**Introduction:** The digital flow in dentistry has gained importance thanks to CAD/CAM tools, which enable the design and fabrication of dental prostheses. The process consists of digitisation, computer design and production technology. Computer-aided manufacturing (CAM) is carried out using 3D printers or milling machines, each with their own advantages and disadvantages. The most commonly used materials are resins and polymers. The main objective of the present study is to compare and evaluate the precision and accuracy of temporary crowns manufactured by milling and 3D printing systems.

**Material and Methods:** An electronic search of PubMed, Scopus and Web Of Science databases on precision and accuracy of printed versus milled temporary crowns was carried out until November 2022.

**Results:** Of the 149 articles reviewed, only 5 met the inclusion criteria and evaluated precision and accuracy in the fabrication of temporary crowns. Discrepancies in internal fit and marginal adaptation were compared in micrometres ( $\mu\text{m}$ ). 3D printers (SLA and DLP) and 5-axis milling machines showed higher precision and accuracy in making temporary crowns. There was a statistical difference in terms of internal fit discrepancy while the difference was minimal for marginal fit.

**Conclusion:** 3D printers showed higher accuracy in the fabrication of temporary crowns compared to milling machines. The most commonly used methods in 3D printers were SLA and DLP, while 5-axis milling machines offered higher precision and accuracy in milling technique.

## 5. INTRODUCCIÓN

### 5.1. GENERALIDADES

El flujo digital está adquiriendo, hoy en día, más importancia en Odontología gracias a las nuevas herramientas que está ofreciendo en cada rama que le pertenece. En particular, desde la llegada de los sistemas CAD/CAM (diseño asistido por ordenador/ fabricación asistida por ordenador) se ha creado una nueva manera y modalidad de trabajo que se está difundiendo de manera rápida entre los profesionales (1). Ésta tecnología ayuda al diseño y la elaboración de prótesis mediante un sistema informático aportando numerosas ventajas e innovaciones, sobre todo en la prótesis fija (2).

Entre las principales ventajas de la tecnología CAD/CAM encontramos una alta precisión, mayor estética, rapidez en la fabricación de piezas, mejor planificación de la intervención, y una reducción de la cantidad de visitas del paciente a la consulta. Sin embargo también presentan ciertas desventajas como son: la preparación específica que debe realizar el profesional que va a trabajar con este sistema y el coste relevante que requiere el equipamiento tecnológico (3).

Ésta tecnología digital se puede aplicar para diferentes tipos de tratamientos como férulas de descarga, coronas en prótesis fijas o provisionales, guías quirúrgicas para el posicionamiento de implante etc..

Principalmente el flujo digital consta de tres procesos específicos: (4)

1. Digitalización de la preparación dentaria o de la superficie escanear: se realiza mediante los escáneres intraorales, que escanean de manera directa dichas zonas, o los escáneres extraorales con los que se puede escanear de manera indirecta los modelos, encerados o incluso impresiones (4).
2. Diseño por ordenador (CAD). A partir de la información obtenida con la digitalización se pueden crear tanto modelos como restauraciones dentales. (4). Gracias a un software específico de diseño se pueden diseñar, de acuerdo con el material y el sistema, las restauraciones parciales, estructuras de unidades

3. múltiples y supraestructuras. El diseño de la restauración se almacena en un archivo que se puede enviar al centro de producción o al equipo de procesado para mecanizar la estructura.
4. Tecnología de producción (CAM): consiste en el fresado o en la impresión del diseño realizado en el paso anterior. Mediante distintas técnicas de procesado se pueden obtener modelos, restauraciones en diversos materiales (4).

## **5.2 FABRICACIÓN ASISTIDA POR ORDENADOR (CAM)**

La tecnología CAM, fabricación asistida por ordenador, se basa en la obtención física del diseño anteriormente realizado (CAD). Existen dos tipos de fabricación CAM: la aditiva y la sustractiva (5).

La técnica aditiva se utiliza para producir objetos 3D colocando capas sucesivas de un mismo material (6). La técnica sustractiva se refiere al fresado controlado por un ordenador de una forma deseada a partir de un bloque de material prefabricado (7).

Ambas técnicas las explicaremos detalladamente a continuación.

### **5.2.1 IMPRESORAS 3D**

#### **5.2.1.1 GENERALIDADES**

La impresión 3D es una tecnología de fabricación avanzada que consiste en la unión de un material por medio de un proceso de estratificación permitiendo la obtención de detalles finos en objetos (2).

Dependiendo del tipo de material con el que se trabaja encontramos diferentes métodos de impresión que podemos clasificar en tres categorías: impresora de filamentos, impresora de resina e impresoras de fusión de polvo o metal (6).

## **5.2.1.2 TIPOS DE IMPRESORAS**

### **5.2.1.2.1 IMPRESORAS DE FILAMENTOS**

Las impresoras de filamento o extrusión de material (FDM: modelado por deposición fundida) constituyen el tipo de impresora 3D más barata del mercado. Existen varios ejemplos como la Creality Ender 3 Max (Creality, China), Prusa I3 Pro (Prusa, Prag), Kingroon KP3S 3.0 (Kingroon, China) (6).

Consiste en cargar una bobina de filamento de material termoplástico en la impresora 3D que se hace pasar a través de una boquilla del cabezal de extrusión. Esta boquilla se calienta hasta la temperatura deseada y, a continuación, un motor impulsa el filamento a través de ella, provocando que se derrita (6). Sucesivamente, la impresora 3D mueve el cabezal de extrusión a lo largo de las coordenadas especificadas, depositando el material fundido sobre la placa de construcción, donde se enfría y solidifica. Una vez que se ha completado una capa, la impresora procede a colocar otra.

Este proceso de impresión en secciones transversales se repite, construyendo capa sobre capa, hasta que el objeto está completamente formado y dependiendo de la geometría del objeto, a veces es necesario añadir estructuras de soporte (8, 9, 10).

Entre los tipos de filamentos que podemos encontrar tenemos:

- **LOS ESTÁNDAR:** como el ácido poliláctico (PLA) que es muy fácil de usar, es biodegradable y no está sujeto a deformaciones. El polipropileno (PP) ofrece buena resistencia al impacto, estanqueidad a los gases o incluso semirígidez, sin embargo, es bastante difícil de imprimir porque no se adhiere bien a la placa de la máquina. Por último encontramos los filamentos de Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), un filamento conocido por su resistencia a los impactos de baja temperatura y su ligereza (11).



- **FILAMENTOS TÉCNICOS:** los más conocidos son los filamentos de nylon como la poliamida (PA) y el policarbonato (PC). El primero se caracteriza por producir objetos extremadamente detallados, mientras que los segundos SON extremadamente fuertes, duraderos y resistentes al impacto. (11).
- **TERMOPLÁSTICOS DE ALTO RENDIMIENTO (HPP):** Requieren altas temperaturas de fusión y tienen características similares a las de ciertos metales (6).

Entre las ventajas de las impresoras de filamento podemos encontrar que es una tecnología limpia y fácil de usar, es de las más extendidas en la industria, utiliza un mecanismo sencillo, facilita la creación de piezas en poco tiempo y ahorra costes ya que tanto los precios de las impresoras como de los filamentos es menor con respecto a otras técnicas de impresión (6).

Entre los inconvenientes podemos encontrar que requieren una calibración minuciosa para obtener modelos con calidad y que los detalles de impresión suelen ser menores que en otras tecnologías (1).

#### **5.2.1.2.2 IMPRESORAS DE RESINAS LÍQUIDAS**

Otra categoría que podemos encontrar entre las impresoras son las que utilizan resinas líquidas. Dichas resinas se pueden aplicar de dos maneras: mediante polimerización o mediante inyección.

##### **5.2.1.2.2.1 POLIMERIZACIÓN DE RESINAS LÍQUIDAS**

Existen dos tipos de sistemas: el método de estereolitografía (sistema SLA) y el método de procesamiento de luz digital (sistema DLP).

En el método de estereolitografía (SLA) las impresoras utilizan espejos,

conocidos como galvanómetros o «galvos», posicionados uno en el eje X y otro en el eje Y (10). Estos galvos dirigen rápidamente un rayo láser de punto sobre un tanque de resina, curando y solidificando selectivamente una sección transversal del objeto dentro de ésta área de construcción creando capa por capa. Existen varios ejemplos como: Form 3BL Dental (Form Labs, Somerville), ProJet® 6000 HD (3D Systems, Carolina del Sur), Carbon M3 (Carbon®, California) (12).

En el método de procesamiento de luz digital (DLP) la estratificación se produce de un fotopolímero líquido por luz en banda, permitiendo un tiempo de fabricación más rápido. Entre las impresoras de polimerización de resinas líquidas encontramos Planmeca Creo™ C5 (Planmeca, Finlandia), Solflex 350 plus (Voco, Alemania), Any Cubic Photon Ultra ( Any Cubic, Shenzhen) (13).

La diferencia entre las dos técnicas es que en las impresoras DLP la luz incide en la resina a modo de banda y no se limita a un solo punto como lo hace la tecnología SLA (13).

Entre las principales ventajas que podemos encontrar en la polimerización de resinas líquidas es la alta precisión que se puede llegar a obtener y, en el caso del método de estereolitografía, se consigue unos acabados superficiales superiores a los obtenidos en DLP al no presentar el efecto escalera (12). En cuanto a los inconvenientes es la tecnología con resina más lenta que podemos encontrar (12).

#### **5.2.1.2.2 INYECCIÓN DE RESINAS LÍQUIDAS**

La técnica de inyección de material (llamada *Material Jetting*, o MJ) funciona de forma similar a una impresora de inyección de tinta estándar. La diferencia clave es que, en lugar de imprimir una sola capa de tinta, se construyen múltiples capas, una sobre otra, para crear una pieza sólida (10).

Estos tipos de impresora como Drop On Demand (PrintJet Corporation, Estados Unidos), PolyJet by Objet (Stratasys, Israel), NanoParticle Jetting™ (XJet, Israel) son una excelente opción para obtener modelos realistas ya que proporcionan una alta

calidad de detalles, precisión y un acabado superficial suave. Sin embargo, entre los inconvenientes que presentan encontramos un elevado coste y que los fotopolímeros activados por UV pierden propiedades mecánicas con el tiempo y pueden volverse frágiles (14).

#### **5.2.1.2.3 IMPRESORAS DE FUSIÓN DE POLVO**

Por último, podemos encontrar las impresoras de fusión de polvo de polímeros o de metal. Las que usan polímeros (SLS: sinterización selectiva por láser) emplean un láser para fusionar pequeñas partículas de polímeros en polvo y convertirlo en una estructura sólida (8, 9, 10). Existen varios ejemplos como: Fuse 1+30W (Form labs, Somerville), Snowwhite2 (Sharebot, Italia), Lisa Pro (Sinterit, Polonia).

Por otro lado, podemos encontrar las que usan polvo de metal, (DMLM: Fusión directa de metal por láser) donde se une el polvo metálico a un polímero aglutinante mediante fusión (6). Podemos encontrar entre las impresoras DMLM la SLM 500 (SLM solutions, Alemania).

Existen varias ventajas en las impresoras de fusión de polvo como su precisión, fiabilidad, es una de las formas más rápidas para fabricar, no necesita estructura de soporte y presenta propiedades mecánicas excelentes. En cuanto a los inconvenientes tenemos que hay una selección muy estricta de los materiales con los que se pueden trabajar y la superficie que se obtiene es muy rugosa y porosa (11).

#### **5.2.1.3 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS IMPRESORAS 3D**

Las impresoras 3D en general presentan varias ventajas e inconvenientes. Entre las ventajas que presentan encontramos: múltiples aplicaciones, capacidad de fabricación para la obtención de formas precisas con poco desperdicio de material, disminución de la contaminación acústica, calidad de superficie y precisión, creación de piezas dentales mucho más exactas, ahorro de tiempo, disminución del número de citas a los pacientes y la creación de diseños complejos (1, 10). Sin embargo, entre los inconvenientes podemos encontrar: alta demanda de precio que requieren los

equipos, coste de mantenimiento y de eventuales reparaciones, y la posibilidad de utilizar solo algunos materiales como filamentos, polímeros de resinas y algunos metales (1, 10).

Es importante marcar que cada una de estas técnicas afecta de manera crucial a la precisión del provisional durante su elaboración (1).

#### **5.2.1.4 MATERIALES UTILIZADOS**

Los materiales más utilizados con impresora 3D en Odontología son, prevalentemente las resinas compuestas compuestas que dependiendo de su utilización pueden ser: resinas para modelos, resinas para la fabricación de guías quirúrgicas, resinas para ortodoncia, y resinas para la realización de provisionales, que es lo que nos concierne en este trabajo (15). Como hemos comentado anteriormente, también se puede usar material termoplástico, como filamento o polvos de polímero o de metal.

#### **5.2.2 FRESADORAS**

##### **5.2.2.1 GENERALIDADES**

La técnica sustractiva o de fresado es un proceso por el cual se realiza el corte de un material en bloque con una secuencia de fresas que ejecutan los movimientos de avance que se programan y diseñan previamente con un software de diseño (CAD) (16). Con esta técnica se pueden fabricar diferentes formas complejas, coronas, estructuras o modelos de trabajo (16).

##### **5.2.2.2 TIPOS DE FRESADORAS**

Hoy en día en el mercado existen varios tipos de fresadoras dependiendo del número de ejes que presenten, pudiendo ser de 3, 4 o 5. Los ejes principales que encontraremos en todos los tipos de fresadoras y que permiten el movimiento son:

- **Eje X**, que practica el movimiento longitudinal
- **Eje Y**, para los movimientos transversales
- **Eje Z**, para el desplazamiento perpendicular de la fresadora hacia el suelo.

##### **5.2.2.2.1 FRESADORAS DE 3 EJES**

Las fresadoras de 3 ejes presentan un movimiento que se puede generar en

tres direcciones (eje X, Y y Z), ya que cada eje se traduce en un valor que genera desplazamientos para obtener la restauración diseñada (17). En estas maquinarias los movimientos no se realizan en ejes divergentes y convergentes, sino que usan toda el área dental y pueden girar el patrón de maquinado 180° en el transcurso del proceso hacia dentro y hacia fuera (17). Entre las fresadoras de 3 ejes encontramos: Inlab MC XL (Inlab, España), Emcomill 350 (Emco, Salzburgo).

#### **5.2.2.2 FRESADORA DE 4 EJES**

Por otro lado, las fresadoras de 4 ejes giran en los ejes X, Y, Z y cuentan con un cuarto eje que normalmente es un torno rotatorio, o eje C, que está indicado para mecanizar superficies que tengan un patrón cilíndrico. Entre estas podemos encontrar las fresadoras: Acero DURO 100/S50, (CNC Step, Alemania), VERXA MW (Correa, España) (18).

#### **5.2.2.3 FRESADORA DE 5 EJES**

Por último, en las fresadoras de 5 ejes (las más utilizadas hoy en día) además de girar en los tres ejes espaciales X, Y, Z, hacen rotaciones por otros dos ejes; el A y el C que pueden realizarse ya sea por la mesa o por el cabezal de la herramienta. Estos dos ejes (A y C), permiten inclinar la pieza para fresarla en todas las caras excepto una, minimizando los diferentes agarres y permitiendo a la fresa acceder a muchos recovecos de la pieza (18).

En este tipo de proceso, los cinco ejes pueden moverse de manera simultánea con el objetivo de reducir el tiempo de mecanizado y hacer que el acabado de la pieza sea casi perfecto. Entre estas podemos encontrar la fresadora HDC-3-5AX (Multitec, Stati Uniti), Studio Mill 5 (Mora, Alemania) (18).

#### **5.2.2.3 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS FRESADORAS**

Entre las ventajas de utilizar una fresadora tenemos que permite la elaboración de materiales complejos, el uso de materiales biocompatibles, buen ajuste, eliminación de pasos de laboratorio, confección de piezas y prótesis personalizadas (15).

Entre los inconvenientes, uno de los más importantes es el gran desperdicio de

material que se produce, además de equipos complejos de manejar, el elevado coste de las máquinas, la limitación de movimientos, el tamaño y el desgaste de las fresas empleadas (15).

#### **5.2.2.4 MATERIALES UTILIZADOS**

Los materiales más utilizados con fresadoras en Odontología son: zirconio, PMMA, disilicato de litio, cerámica híbrida, titanio y cromo cobalto. Sin embargo existen dos tipos diferentes de fresado, en seco o en húmedo, dependiendo del tipo de material utilizado.

El fresado en seco permite fresar materiales de los denominados “blandos”. Se necesita un extractor de polvo, un compresor de aire para eliminar los restos a la hora de fabricar la pieza dental, y un horno en el caso de zirconio para su posterior sinterización. Los materiales utilizados para este tipo de fresado son el zirconio y el PMMA (15).

En cuanto a los materiales fresados en seco pueden ser bloques presinterizados o bloques sinterizados. La sinterización es el proceso al cual es sometida la cerámica para que sus partículas alcancen el mayor grado de cohesión para obtener una estructura química ordenada y con propiedades físicas y mecánicas adecuadas, que le permita ser utilizada como restauración dental (19).

Dentro de los bloques presinterizados se utiliza la zirconia con bajo grado de sinterización o presinterizados. Estos bloques alcanzan propiedades físicas de manera parcial, aunque al terminar por completo la sinterización de la cerámica presentan un alto índice de contracción (19). Ésta situación debe ser controlada por el programa de diseño y el maquinado de la estructura que al ser sinterizada obtendrá el volumen y dimensión deseada. Como ventaja se obtiene menor coste del equipo, el material no absorbe agua, no es necesario emplear tiempo en el pre-secado previo al sinterizado y las fresas para el maquinado sufren menor desgaste (17).

Los bloques sinterizados son bloques que han sufrido el proceso de cocción completo y por tanto de sinterización. Durante el maquinado de la restauración, las fresas de diamante o de carburo son irrigadas y protegidas por un líquido frío para evitar el sobrecalentamiento del bloque, el cual se encuentra totalmente sinterizado y con las características físicas y mecánicas adecuadas. Aunque se pueden utilizar diferentes cerámicas, la más utilizada es la de alto contenido en leucita (19).

El fresado en húmedo se utiliza un líquido especial de refrigeración para fresar las piezas dentales. Los materiales que se utilizan son el disilicato de litio, la cerámica híbrida, el titanio y el cromo cobalto. Estos últimos utilizan este líquido como medio para mejorar el fresado (15).

## **6. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS**

### **6.1 JUSTIFICACIÓN**

La aplicación del diseño asistido por computadora (CAD) y la fabricación asistida por computadora (CAM) en Odontología se ha desarrollado significativamente en las últimas dos décadas (20). Entre los dos sistemas CAM, el más utilizado ha sido el sistema de fresado aunque, con el desarrollo de la Odontología digital y la llegada de los nuevos sistemas de impresoras 3D, en la actualidad, se utilizan éstos segundos con mayor frecuencia.

Por tanto, en el presente estudio se van a analizar ambos sistemas, tanto el de fresado como el de impresión 3D, aplicados en la fase de realización de una corona provisional para valorar cuál de los dos es más exacto y preciso ya que los provisionales juegan un papel muy importante previamente a la realización de una prótesis fija.

Las coronas provisionales tienen gran relevancia ya que son las que se ocupan de preservar la preparación realizada entre una cita y la otra, protegen el diente del dolor, favorecen una mejor masticación además de favorecer un modelo para la fabricación definitiva en cuanto a oclusión, estética y funcionalidad (21).

La literatura actual no ofrece muchos datos a propósito de este tema ya que resulta ser muy reciente. Los artículos encontrados en los tres motores de búsqueda que hemos utilizados (Pubmed, WOS y Scopus) se focalizan más sobre los tipos de materiales que se pueden emplear en ambas máquinas (impresoras o fresadoras) (22, 23), sobre las características y los varios tipos de impresoras (clasificándolas según el método de trabajo y elaboración) (1), y sobre la fabricación de protesi fija como coronas de zirconia monolítica (24).

Por lo anteriormente mencionado se creyó justificado realizar una revisión sistemática de la literatura que evaluará la precisión y exactitud de las impresoras 3D con las fresadoras a la hora de fabricar coronas provisionales.

## **6.2 HIPÓTESIS**

La hipótesis del presente trabajo es que las impresoras 3D, a la hora de realizar una corona provisional sobre diente natural, conseguirán una exactitud y precisión mayor con respecto a las fresadoras.

## **7. OBJETIVOS**

### **7.1 OBJETIVO PRINCIPAL**

Determinar si las impresoras 3D tienen mayor exactitud y precisión frente a las fresadoras a la hora de confeccionar coronas provisionales.

### **6.2 OBJETIVO SECUNDARIO**

Evaluar los sistemas de fresado e impresión 3D analizando su método y procesamiento de trabajo.



## 8. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo la declaración de la Guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta- Analyses) (25).

### 8.1 IDENTIFICACIÓN DE LA PREGUNTA PICO

Se utilizaron la base de datos Medline-PubMed (United States National Library of Medicine), Web of Science y Scopus para realizar una búsqueda de los artículos indexados sobre la realización de coronas provisionales con impresoras 3D y fresadoras, publicados hasta noviembre 2022, para responder a la siguiente pregunta: ¿Existen diferencias, en cuanto a precisión y exactitud, entre la impresora 3D y la fresadora, a la hora de confeccionar coronas provisionales?

Esta pregunta de estudio se estableció de acuerdo con la pregunta estructurada PICO. El formato de la pregunta se realizó de la siguiente manera:

- **P (población):** Coronas provisionales sobre dientes de resina o modelos maestros.
- **I (intervención):** Técnica de impresión 3D.
- **C (comparación):** Técnica de fresadora.
- **O (resultados):** Evaluar cual entre las dos técnicas ofrece mayor precisión y exactitud a la hora de realizar coronas provisionales.

**TIPO DE ESTUDIO:** Estudio in vitro

### 8.2 CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD

Previa a la realización de la revisión sistemática, se establecieron una serie de criterios de inclusión y exclusión.

- Criterios de inclusión:

Estudios ensayos clínicos, estudios de cohortes, series de casos, y estudios in-vitro.

- Artículos publicados en inglés, español o italiano.
- Artículos de los últimos 10 años.
- Artículos basados en estudios realizados in vitro.
- Artículos basados en la fabricación de coronas provisionales.

- Criterios de exclusión:

- Revisiones sistemáticas.
- Estudios sobre la fabricación de coronas definitivas.
- Estudios experimentales sobre animales.
- Estudios en los que no se midió precisión y exactitud de coronas provisionales.
- Estudios en los que no fueron evaluadas la precisión y exactitud a la hora de imprimir o fresar.

### **8.3 FUENTES DE INFORMACIÓN Y ESTRATEGIAS DE LA BÚSQUEDA DE DATOS**

Se llevó a cabo una búsqueda en las bases de datos PubMed, Web of Science y Scopus. Las palabras claves utilizadas fueron las siguientes: Provisional Dentistry Crowns; Dental Restoration; Provisional Restoration; Provisional Fixed Dental Prosthesis; Milled Provisional Crowns; Printed Provisional Crowns; 3D Printing; Milling Machines; CAD; CAM; CAD/CAM; Digital Dental; Denture Precision Attachment; Occlusal Precision; Accuracy Provisional Crowns; Accuracy Milling Machines. Se utilizó el filtro "últimos 10 años".

Los operadores booleanos AND; OR, NOT se utilizaron como fue requerido para la estrategia de la búsqueda. Los términos MESH fueron empleados en la base de datos de Pubmed; mientras que en Scopus y Wos se utilizaron los descriptores de ciencias de la Salud.

La estrategia de búsqueda con la base de datos Pubmed fue la siguiente:

((provisional dentistry crowns) OR (dental restoration)) OR (provisional restoration) OR (provisional fixed dental prosthesis[MeSH Terms]) AND (((printed provisional crowns) OR (3D printing)) OR (cad cam)) ) OR (cad) OR (cam) AND (((milled provisional crowns) OR (milling machines)) OR (cad cam)) OR (cad) OR (cam) AND (((denture precision attachment[MeSH Terms]) OR (occlusal precision)) OR (accuracy provisional crowns)) OR (accuracy milling machines).

La estrategia de la búsqueda con la base de datos WOS, fue la siguiente:

(ALL=(provisional dentistry crowns)) AND (((((((((((ALL=(provisional dentistry crowns)) OR ALL=(Provisional Restoration)) OR ALL=(Temporary crown)) OR ALL=(provisional fixed dental prosthesis)) OR ALL=(Dental Restoration, Temporary)) OR ALL=(provisional fixed dental prosthesis)) OR ALL=(3D printing )) OR ALL=(cad)) OR ALL=(cam)) AND ALL=(cad cam)) OR ALL=(printing)) AND (((((((((((ALL=(provisional dentistry crowns)) OR ALL=(Provisional Restoration)) OR ALL=(Temporary crown)) OR ALL=(Dental Restoration, Temporary)) OR ALL=(provisional fixed dental prosthesis)) OR ALL=(Milled provisional crowns)) OR ALL=(milling machines)) OR ALL=(digital dental)) OR ALL=(cad)) OR ALL=(cam)) OR ALL=(cad cam)) AND (((((ALL=(Denture Precision Attachment)) OR ALL=(occlusal precision)) OR ALL=(accuracy provisional crowns)) OR ALL=(accuracy milling machines)) OR ALL=(accuracy 3D printing)) OR ALL=(cad cam))

La estrategia de la búsqueda con la base de datos Scopus, fue la siguiente:

( provisional AND dentistry AND crowns ) AND ( provisional AND dentistry AND crowns OR provisional AND restoration OR temporary AND crown OR provisional AND fixed AND dental AND prosthesis OR dental AND restoration, AND temporary OR provisional AND fixed AND dental AND prosthesis OR 3d AND printing OR cad OR cam ) AND ( provisional AND dentistry AND crowns OR provisional AND restoration OR temporary AND crown OR dental AND restoration, AND temporary OR provisional AND fixed AND dental AND prosthesis

OR milled AND provisional AND crowns OR milling AND machines OR digital AND dental OR cad OR cam OR cad AND cam ) AND ( denture AND precision AND attachment OR occlusal AND precision OR accuracy AND provisional AND crowns OR accuracy AND milling AND machines OR accuracy AND 3d AND printing OR cad AND cam )

#### **8.4 PROCESO DE SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS**

Se realizó un proceso de selección en tres etapas. La selección de los estudios fue llevada a cabo por dos revisores (G.B.A.C, C.R.O). En la primera etapa se filtraba por los títulos con el objeto de eliminar publicaciones irrelevantes. En la segunda etapa se analizó abstract/resúmenes y bibliografía. En la tercera y última etapa se analizó el texto de los artículos por completo en busca de la bibliografía relevante según los criterios de inclusión y exclusión.

Los desacuerdos entre los revisores, en cada una de las fases, se resolvieron mediante discusión.

#### **8.5 EXTRACCIÓN DE DATOS**

Se llevó a cabo mediante una lectura crítica evaluando los diferentes contenidos de los artículos, y la información extraída se basó en los objetivos de la investigación.

De cada estudio se obtuvieron los siguientes datos:

- Apellido del primer autor
- Año de publicación
- Tipo de estudio: estudios experimentales in vitro.
- Número de dientes: dientes en resina en los que se va a realizar una corona provisional.
- Exactitud impresoras 3D y fresadoras (en pag valor,  $\mu\text{m}$ )
- Precisión impresoras 3D y fresadoras (%)
- Tipos de impresoras 3D.
- Tipos de fresadoras.

#### VARIABLE PRIMARIA:

- Exactitud de las impresoras 3D y fresadoras: Tanto en impresoras 3D como fresadoras el término “exactitud” hace referencia a las dimensiones proyectadas en el diseño en CAD. Por tanto, la exactitud de una pieza impresa en 3D o fresada será mayor cuanto más similar sea a su diseño digital. Se mide prevalentemente en pag valor o  $\mu\text{m}$ .
- Precisión de las impresoras 3D y fresadoras: Tanto en fresadoras como en impresoras 3D, se utiliza el término “precisión” para referirse a la capacidad de un material de reproducir geometrías muy complejas. Esto se traduce en la fiabilidad para producir los resultados esperados en cada impresión. Se mide preferentemente en %.

#### VARIABLE SECUNDARIA:

- Tipo y métodos de procesamiento de impresoras 3D: Se evalúan los diferentes tipos de impresoras 3D según sus características (materiales utilizados y su resistencia, tipos de filamentos), y según su método de procesamiento (impresoras de filamento, resinas líquidas, fusión de polvo y polimerización de resinas líquidas).
- Tipo, clasificación y métodos de procesamiento de fresadoras: Se evalúan los diferentes tipos de fresadoras según sus características (tipos de materiales utilizados y su resistencia) y según su método de procesamiento (en función del número de ejes).

### **8.6 VALORACIÓN DE LA CALIDAD**

La valoración del riesgo de sesgo fue evaluada por dos revisores (G.B.A.C, C.R.O) con el objeto de analizar la calidad metodológica de los artículos incluidos.

Los autores evaluaron la calidad de los artículos usando las pautas modificadas ARRIVE y CONSORT (consolidated reporting of trials). Se aplicaron criterios para evaluar la calidad metodológica del artículo en cuanto a su correcta realización y en cuanto a la estructura del título, resumen, introducción, métodos, resultados, discusión y

conclusiones (26). La evaluación se basó en un sistema de calificación predefinido de la lista de verificación para estudios in vitro (27).

Si el artículo informaba claramente sobre el parámetro, recibía una puntuación de 2 a 3 para ese parámetro específico, si un parámetro en particular se informaba pero de forma insuficiente o poco clara, la puntuación era 1. Los artículos que puntuaron entre 0 y 14 se clasificaron como de alto riesgo de sesgo, aquellos con puntuaciones de 14 a 20 como de riesgo moderado y los de 20 a 28 como de bajo riesgo.

Las referencias enumeradas en todos los artículos seleccionados después de leer el texto completo se revisaron manualmente y se compararon con los criterios de inclusión.

Los desacuerdos con respecto a su inclusión se resolvieron mediante discusión con el tercer autor.

## **8.7 SÍNTESIS DE DATOS**

Se comparan las variables de resultados entre los diferentes estudios y se agrupan según el grupo que se va a evaluar (impresoras 3D y fresadoras). En función del tipo de variable a estudiar las muestras se dividieron en dos grupos: precisión de las impresoras 3D y fresadoras, y exactitud de las impresoras 3D y fresadoras. Para esto fue necesario realizar una media ponderada de los resultados obtenidos por los diferentes artículos analizados.

Esto se hizo para todas las variables de resultado analizadas y para cada uno de los grupos de estudio: precisión de impresoras 3D y fresadoras, y exactitud de impresoras 3D y fresadoras.

## **9. RESULTADOS**

### **9.1 SELECCIÓN DE ESTUDIOS. FLOW CHART**

Se obtuvieron un total de 131 artículos del proceso de búsqueda inicial: PubMed (n=19), SCOPUS (n=27) y la Web of Science (n=85). De estas publicaciones, 28 se identificaron como artículos potencialmente elegibles mediante el cribado por títulos, abstract y full text. Los artículos de texto completo fueron posteriormente obtenidos y evaluados a fondo. Como resultado, 5 artículos cumplieron con los criterios de inclusión y fueron incluidos en la presente revisión sistemática (Fig. 1). La información relacionada con los artículos excluidos (y las razones de su exclusión) se presenta en la Tabla 1.

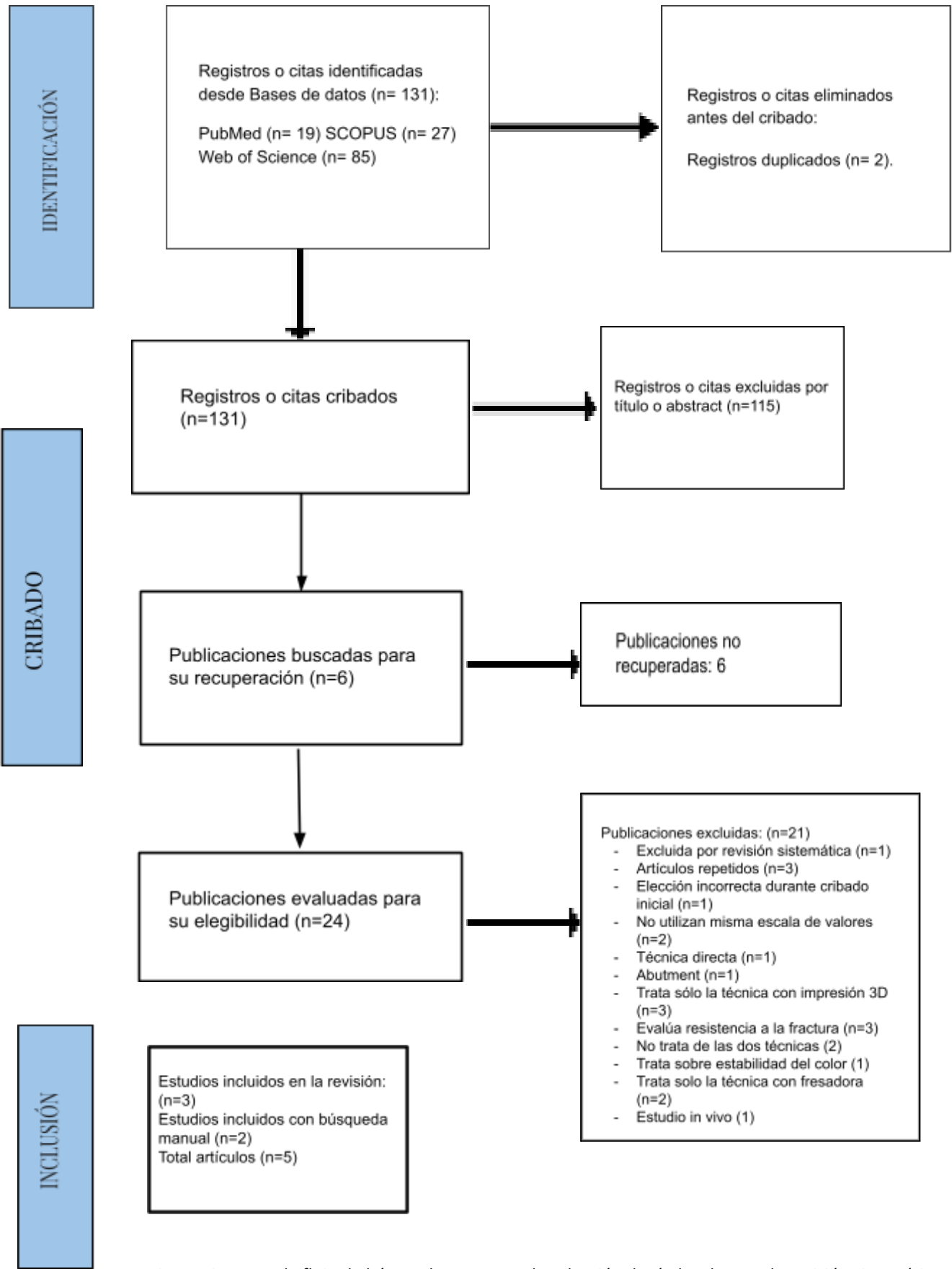


Fig. 1. Diagrama de flujo de búsqueda y proceso de selección de títulos durante la revisión sistemática.



**Tabla 1** : Artículos excluidos (y su razón de exclusión) de la presente revisión sistemática.

Autor/es. Año	Publicación	Motivo de exclusión
Tahayeri A, Morgan M, Fugolin AP, Bompolaki D, Athirasala A, Pfeifer CS, y cols. (1)	Journal of Dentistry	Por revisión sistemática.
Tahayeri A, Morgan M, Fugolin AP, Bompolaki D, Athirasala A, Pfeifer CS, y cols. (1)	Journal of Dentistry	Repetido en otro motor de búsqueda.
Ryu JE, Kim YL, Kong HJ, Chang HS, Jung JH. 2020. (8)	Dental Materials	Evalúa solo la impresora 3D.
Ryu JE, Kim YL, Kong HJ, Chang HS, Jung JH. 2020. (8)	Dental Materials	Repetido en otro motor de búsqueda.
Jain S, Jain S, Sayed ME, Shetty M, Alqahtani SM y cols. (9)	The journal of advanced prosthodontics	Repetido en otro motor de búsqueda
Abad-Coronel C, Carrera E, Mena Córdova N, Fajardo JI, Aliaga P. 2021. (22)	Journal of Advanced Prosthodontics.	Evalúa resistencia a la fractura y no precisión y exactitud.
Benli M, Eker-Gümüş B, Kahraman Y, Huck O, Özcan M. 2021. (29)	Dental Materials Journal	No utiliza la misma escala de valores
Akay C, Tanış MÇ, Gulverdiyeva M. 2018. (30)	European Oral Research	Técnica directa
Muta S, Ikeda M, Nikaido T, Sayed M, Sadr A, Suzuki T, Tagami J. 2020. (31)	Journal of prosthodontic research	Abutment
Lin CH, Lin YM, Lai YL, Lee SY. 2020. (32)	The Journal of prosthetic dentistry	Error en el primer cribado
Abdullah AO, Tsitrou EA, Pollington S. 2021. (33)	Journal of Advanced Prosthodontics.	Trata solo de fresadora.
Abdullah AO, Tsitrou EA, Pollington S. 2021. (33)	Journal of Advanced Prosthodontics.	Repetido en otro motor de búsqueda.
Reeponmaha T, Angwaravong O, Angwarawong T. 2020. (34)	The journal of advanced prosthodontics	Evalúa resistencia a la fractura y no precisión y exactitud.
Karaokutan I, Sayin G, Kara O. . 2015. (35)	The journal of advanced prosthodontics.	Revisión sistemática.
Nagata K, Muromachi K, Kouzai Y, Inaba K, Inoue E, Fuchigami K, Nihei T, Atsumi M, Kimoto K, Kawana H. (2023). (36)	The Journal of Prosthodontic Research.	Evalúa solo la impresora 3D.
Çakmak G, Rusa AM, Donmez MB, Akay C, Kahveci Ç, Schimmel M, Yilmaz B. 2022. (37)	The Journal of Prosthetic Dentistry.	Utiliza valores diferentes.
Lee BI, You SG, You SM, Kang SY, Kim JH. 2021 (38)	The Journal of Advanced	Evalúa solo la impresora 3D.

	Prosthodontics	
Lee BI, You SG, You SM, Kim DY, Kim JH. 2021 (39)	The Journal of Advanced Prosthodontics	Evalúa solo la impresora 3D.
Dureja I, Yadav B, Malhotra P, Dabas N, Bhargava A, Pahwa R. 2018 (40)	The Journal Of Indian Prosthodontic Society.	No entra dentro de los criterios de inclusión.
Rayyan MM, Aboushelib M, Sayed NM, Ibrahim A, Jimbo R. 2015 (41)	The Journal of Prosthetic Dentistry.	Evalúa solo impresoras 3D y no entra dentro de los criterios de inclusión.
Almejrads L, Yang CC, Morton D, Lin WS. 2022 (43)	The Journal of Advanced Prosthodontic.	Trata sobre la estabilidad del color.

## 9.2 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS REVISADOS

De los 5 artículos incluidos en la presente revisión, 4 artículos miden en  $\mu\text{m}$  la discrepancia del ajuste interno y discrepancia de la adaptación marginal por medio de diferentes marcas de impresoras 3D y fresadoras (40, 28, 41, 42); mientras que uno mide solo, siempre en  $\mu\text{m}$ , la discrepancia del ajuste interno (12).

Todos los artículos fueron elegidos por ser estudios in vitro.

### 9.3 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD METODOLÓGICA Y RIESGOS DE SESGO

Para los 5 estudios fue evaluado el riesgo de sesgo y se encontró un bajo riesgo de sesgo en los artículos realizados por Lee W-S y cols 2017 (40) , Kang S-Y y cols. 2018 (28), Wu J. y cols. 2021 (41) y Son K y cols. 2021 (12). Mientras que se encontró un sesgo moderado en el artículo realizado por Thakare A. 2002 (42) (Tabla 2).

**Tabla 2:** Medición del riesgo de sesgo de los estudios randomizados según la guía ARRIVE Y CONSORT modificada.

	1. Título	2. Resumen	3. Introducción (antecedentes, enfoque experimental y explicación de la justificación /hipótesis)	4. Introducción (objetivos primarios/ y secundarios específicos)	5. Métodos (diseño del estudio)	6. Métodos (detalles del experimento)	7. Métodos (cómo se determinó el tamaño de la muestra)	8. Métodos (métodos estadísticos que se utilizó para comparar las muestras)	9. Resultados	10. Discusión	11. Declaración de conflictos potenciales y divulgación de financiamiento	12. Publicación en una revista revisada por pares	TOTAL
Lee W-S y cols. 2017 (40)	1	3	2	1	3	2	3	3	3	3	1	1	26 Bajo riesgo
Kang S-Y y cols. 2018 (28)	1	2	3	2	3	3	1	3	2	1	1	1	23 bajo riesgo

Jie W. y cols. 2021 (42)	1	2	3	3	3	3	3	1	1	1	0	0	21 bajo riesgo
Son Ky cols. 2021 (12)	0	1	3	3	1	3	2	3	3	2	0	0	21 bajo riesgo
Thakare A y cols. 2002 (42)	1	2	2	1	2	3	1	1	2	1	0	0	16 riesgo moderado

#### 9.4 SÍNTESIS DE RESULTADOS

Las técnicas utilizadas en los estudios incluyen fresadoras (como Zirkonzahn, Biotech ME 300, CORITEC 250i y Roland DWX-50), impresoras 3D (como Stratasys, Dentis, Formlabs y Zenith Z512) y técnicas de fabricación manual utilizando un material a base de resina (LuxaCrown).

La discrepancia en el ajuste interno y la adaptación marginal se expresa en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) y se enumera para cada técnica utilizada en los estudios. El ajuste interno se refiere al ajuste que existe entre la restauración dental (en este caso la corona provisional) y el diente preparado mientras que la adaptación marginal se refiere al ajuste del margen de la restauración definida como el espacio existente entre la línea de preparación del diente al margen de la restauración. Cuanto menor sea la discrepancia, mejor será el ajuste y la precisión de la restauración.

En cuanto a tipo, clasificación y método de procesamiento podemos ver que las técnicas empleadas más utilizadas en esta revisión sistemática son impresoras 3D (SLA y DLP) y fresadoras (prevalentemente de 5 ejes). Hay que tener en cuenta que cada máquina o tecnología tiene sus propias ventajas e inconvenientes, y es importante considerar factores como exactitud, precisión, acabado superficial, velocidad, coste y compatibilidad con materiales y software también de los otros tipos de fresadoras e impresoras 3D.

En cuanto a la Tabla 5 podemos observar que por ejemplo la fresadora Roland DWX-50 y Dentis ZENITH Z512 SLA tienen discrepancias internas muy bajas, lo que las convierte en buenas opciones potenciales para aplicaciones de alta precisión mientras que, por el contrario, la impresora FDM de Stratasys tiene una resolución relativamente baja en comparación con las otras impresoras 3D.

**Tabla 4:** Resultados del ajuste interno y adaptación marginal en coronas provisionales.

AUTOR/ES	TÉCNICAS UTILIZADAS	DISCREPANCIA AJUSTE INTERNO	DISCREPANCIA ADAPTACIÓN MARGINAL	TAMAÑO DE LA MUESTRA	TIPO DE MUESTRA
Lee W-S, Lee D-H, Lee K-B	Fresadora: Zirkonzahn Impresora 3D: Stratasys y Dentis	Fresadora Zirkonzahn: 171,6 (97,4) $\mu\text{m}$ Impresora Stratasys: 149,1 (65,9) $\mu\text{m}$ Impresora Dentis: 91,1 (36,4) $\mu\text{m}$	Fresadora Zirkonzahn: 120 $\mu\text{m}$ o menos. Impresora Stratasys: 120 $\mu\text{m}$ o menos. Impresora Dentis: 120 $\mu\text{m}$ o menos.	30 coronas provisionales en total: 10 por cada grupo	Primer molar superior
Wu J, Xie H, Sadr A, Chung K-H	Fresadora: Biotech ME 300. Impresora: Stratasys Direct Eden 500V. Técnica de fabricación manual: material compuesto autopolimerizado a base de resina (LuxaCrown)	Fresadora Biotech ME 300: 323 $\mu\text{m}$ Impresora: Stratasys: 303 $\mu\text{m}$ Técnica de fabricación manual: 229 $\mu\text{m}$	<u>Método de Réplica de PVS</u> Fresadora Biotech ME 300: 96,9 $\pm$ 60.2 $\mu\text{m}$ . Impresora: Stratasys: 20.8 $\pm$ 70,9 $\mu\text{m}$ . Técnica de fabricación manual: 71.3 $\pm$ 64,9 $\mu\text{m}$ .  <u>Técnica de escaneo OCT</u> Fresadora Biotech ME 300: 99.6 $\pm$ 54.6 $\mu\text{m}$ Impresora: Stratasys: 143.1 $\pm$ 39.9 $\mu\text{m}$ . Técnica de fabricación manual: 82.7 $\pm$ 65.8 $\mu\text{m}$	48 coronas provisionales en total: 16 por cada grupo	Primer molar inferior izquierdo
Son K, Lee J-H, Lee K-B.	Fresadora: CORITEC 250i Impresora 3D: SLA (SLA ZENITH U, Dentis) DLP (RAYDENT Studio)	Ajuste interno región oclusal : Fresadora: 36,9 $\pm$ 4.4 $\mu\text{m}$ . Impresora SLA: 23,6 $\pm$ 5,3 $\mu\text{m}$ , Impresora DLP: 29,0 $\pm$ 3,6 $\mu\text{m}$  Ajuste interno región axial: Fresadora: 50.5 $\pm$ 8.3 $\mu\text{m}$ . Impresora SLA: 27.6 $\pm$ 6.5 $\mu\text{m}$ .	/	45 coronas provisionales en total: 15 por cada grupo	Primer molar superior derecho

		<p>Impresora DLP: 30,9±5.6 µm</p> <p>Ajuste interno región marginal: Fresadora: 45.2±8.2µm. Impresora SLA: 26.7±4.4 µm Impresora DLP: 7,0±4.4µm</p>			
<p>Kang S-Y, Park J-H, Kim J-H, Kim W-C</p>	<p>Fresadora: Roland DWX-50</p> <p>Impresora 3D: ZENITH Z512</p>	<p>Fresadora: Roland: 13,8 ± 0,6 µm Impresora Zenith Z512: 18,7±6,2 µm</p>	<p>Fresadora: Roland: 25,4 ± 3,1 µm Impresora Zenith Z512: 26,9±8,5 µm</p>	<p>22 coronas en total: 11 por cada grupo.</p>	<p>Primer molar superior derecho</p>
<p>Tahayeri A, Morgan M, Fugolin AP, Bompolaki D, Athirasala A, Pfeifer CS y cols.</p>	<p>Fresadora: Aro 5X-200. Impresora 3D: SLA (Formlabs) y DLP (Dent 510).</p>	<p>Fresadora Aro 5X-200: : 179,6 µm. Impresora SLA (Formlabs): 96.7µm Impresora DLP (Dent 510): 131,1 µm</p>	<p>Fresadora Aro 5X-200: 179,6 µm. Impresora SLA (Formlabs): 96.7µm Impresora DLP (Dent 510): 131,1 µm</p>	<p>45 coronas en total: 15 por cada grupo.</p>	<p>Primer molar inferior izquierdo</p>

**Tabla 5:** Resultados de tipos, clasificación y métodos de impresora 3D y fresadoras.

MARCA COMERCIAL	CLASIFICACIÓN	DISCREPANCIA AJUSTE INTERNO	DISCREPANCIA ADAPTACIÓN MARGINAL
Sistema de Fresado: Zirkonzahn	5 ejes	171,6 (97,4) $\mu\text{m}$ 91,1 (36,4) $\mu\text{m}$	120 $\mu\text{m}$ .
Stratasys	FDM	149,1 (65,9) $\mu\text{m}$	120 $\mu\text{m}$ .
Dentis	SLA	91,1 (36,4) $\mu\text{m}$	120 $\mu\text{m}$ .
Roland DWX-50	5 ejes	13,8 $\pm$ 0,6 $\mu\text{m}$	25,4 $\pm$ 3,1 $\mu\text{m}$
Dentis: ZENITH Z512	SLA	18,7 $\pm$ 6,2 $\mu\text{m}$	26,9 $\pm$ 8,5 $\mu\text{m}$
Biotech ME 300.	3 ejes	323 $\mu\text{m}$	<u>Método de Réplica de PVS</u> 96,9 $\pm$ 60.2 $\mu\text{m}$ . <u>Técnica de escaneo OCT</u> 99.6 $\pm$ 54.6 $\mu\text{m}$
Stratasys Direct Eden500V.	SLA	303 $\mu\text{m}$	<u>Método de Réplica de PVS</u> 20.8 $\pm$ 70,9 $\mu\text{m}$ . <u>Técnica de escaneo OCT</u> 143.1 $\pm$ 39.9 $\mu\text{m}$ .



CORITEC 250i.	5 ejes	Ajuste interno región oclusal: 36,9±4.4µm. Ajuste interno región axial: 50.5±8.3µm. Ajuste interno región marginal:45.2±8.2µm.	/
Dentis: ZENITH U	SLA	Ajuste interno región oclusal: 23,6 ± 5,3 µm. Ajuste interno región axial: 27.6±6.5 µm. Ajuste interno región marginal: 26.7±4.4 µm	/
RAYDENT Studio	DLP	Ajuste interno región oclusal: 29,0 ± 3,6 µm Ajuste interno región axial: 0,9±5.6 µm Ajuste interno región marginal: 7,0±4.4µm	/
Aro 5X-200.	5 ejes	179,6 µm.	179,6 µm.
Formlabs	SLA	96.7µm	96.7µm
Dentis: Dent 510	DLP	131,1 µm	131,1 µm

## 10. DISCUSIÓN

En los últimos años tanto las fresadoras como las impresoras han tenido un impacto significativo en el campo de la Odontología hasta el punto de convertirse en objeto de estudio y debate para muchos autores.

La presente revisión sistemática proporciona información basada en la evidencia científica sobre los resultados obtenidos en la fabricación de coronas provisionales fresadas en comparación con coronas provisionales impresas. El objetivo de esta revisión fue determinar si las impresoras 3D tienen mayor exactitud y precisión en comparación con las fresadoras enfocándonos sobre todo a la hora de medir la discrepancia del ajuste interno y de la adaptación marginal. Secundariamente, otro de nuestros objetivos fue evaluar los sistemas de fresado e impresión 3D analizando: tipo, clasificación, método y procesamiento de trabajo.

### 10.1 EXACTITUD Y PRECISIÓN: DISCREPANCIA AJUSTE INTERNO

El ajuste interno existente entre la corona provisional y la estructura dental es un factor crucial a la hora de fabricar coronas provisionales debido a su importancia en la precisión y adaptación de dichas restauraciones en el diente. De manera general se pudo observar que tanto las impresoras SLA como las DLP proporcionaron resultados favorables en términos de ajuste interno en comparación con las fresadoras como analizaremos a continuación.

En el estudio realizado por Lee W-S y cols. (40), en el cual se empleó una fresadora de 5 ejes, se obtuvo una discrepancia de ajuste interno de 171,6 (97,4)  $\mu\text{m}$ , que resultó ser similar al obtenido por Akshay T y cols. (43) en su estudio (179,6  $\mu\text{m}$ ). De la misma manera, Son K y cols. (12) y Kang S-Y y cols. (28), obtuvieron, empleando el mismo tipo de fresadora, unos desajustes de  $45.2 \pm 8.2 \mu\text{m}$  y  $13,8 \pm 0,6 \mu\text{m}$ , respectivamente, siendo estos valores inferiores a los obtenidos en los estudio anteriormente comentados.

Por el contrario, Lee W-S y cols. (40) evaluaron en su estudio una fresadora de 3 ejes y la técnica manual. Con el uso de la fresadora obtuvieron un resultado de 323  $\mu\text{m}$  de discrepancia de desajuste interno, mientras que con la técnica manual de 229  $\mu\text{m}$ . Teniendo en cuenta que cuanto menor sea la discrepancia mejor será el ajuste y la precisión de la restauración, estas opciones resultaron ser poco precisas en la fabricación de coronas provisionales.

Por otro lado, la discrepancia del ajuste interno fue también evaluada en coronas provisionales realizada con impresoras 3D, y se obtuvieron los siguientes resultados. Lee W-S y cols. (40) obtuvo en su estudio un desajuste interno de  $149,1 \pm 65,9 \mu\text{m}$  con una impresora FDM y de  $91,1 \pm 36,4 \mu\text{m}$  con el uso de una impresora SLA. Sin embargo, Wu J y cols. (41), usando también una impresora impresora SLA obtuvieron un valor de 303  $\mu\text{m}$ .

De la misma manera diferentes autores emplearon para valorar la discrepancia del ajuste interno dos tipos de impresora SLA y DLP. En el caso de la impresora SLA Son K y cols. (12) obtuvo una discrepancia de  $26,7 \pm 4,4 \mu\text{m}$ , Thakare A y cols. (42) de 96,7  $\mu\text{m}$  y Kang S-Y y cols. (28) de  $18,7 \pm 6,2 \mu\text{m}$ . Por el contrario en el caso de la impresora DLP Son K y cols. (12) consiguió un valor de  $7,0 \pm 4,4 \mu\text{m}$  y Thakare A y cols. (42) 131,1  $\mu\text{m}$ .

Hoy en día existe una gran controversia en la literatura respecto a este tema, algunos autores como Giannetti y cols. (21) reportaron valores similares en la evaluación del ajuste interno de coronas fresadas (63  $\mu\text{m}$ ) en comparación con las impresas (44  $\mu\text{m}$ ).

Autores como Peng CC. y cols. (43,43), en los dos estudios realizados para evaluar la discrepancia del ajuste interno, no están totalmente de acuerdo con los resultados obtenidos ya que afirman que se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el desajuste interno entre coronas fresadas e impresas. De hecho, en su primer estudio obtuvieron un valor de 180  $\mu\text{m}$  para las coronas fresadas y de 160

$\mu\text{m}$  para las impresas, mientras que en el segundo estudio, los valores encontrados fueron de  $150 \pm 30 \mu\text{m}$  para las coronas fresadas y de  $140 \pm 30 \mu\text{m}$  para las impresas.

## **10.2 EXACTITUD Y PRECISIÓN: DISCREPANCIA ADAPTACIÓN MARGINAL**

La adaptación marginal es importante a la hora de prevenir la filtración de bacterias y fluidos entre la restauración y el diente. Un ajuste preciso y hermético ayuda a evitar la formación de caries y protege el tejido dental de posibles daños. Además, una adaptación marginal precisa contribuye a la estabilidad y retención de la corona provisional, evitando su desalajo prematuro o movimientos indeseados.

En la presente revisión sistemática, los autores evaluaron la adaptación marginal de las coronas provisionales tanto impresas como fresadas. Se observaron valores ligeramente más bajos en las coronas provisionales impresas mediante impresoras 3D en comparación con las fresadas. Sin embargo, es importante destacar que la diferencia no fue significativamente amplia.

En el estudio de Lee W-S y cols. (40), se observó que la discrepancia marginal encontrada en la fresadora de 5 ejes fue de  $120 \mu\text{m}$ , valor similar al encontrado por Thakare A. y cols. (42) en su estudio utilizando también una fresadora de 5 ejes ( $179,6 \mu\text{m}$ ). Al contrario, en el estudio de Kang S-Y y cols.(28) se observó una disminución en la discrepancia marginal evaluada en fresadora de 5 ejes ( $25,4 \pm 3,1\mu\text{m}$ ).

Wu J y cols. (41), en cambio, realizaron el estudio en una fresadora de 3 ejes con dos métodos diferentes: método de réplica de PVS y técnica de escaneo OCT. Los resultados que obtuvieron fueron de  $96.9 \pm 60,3 \mu\text{m}$  para el método de PVS y  $99.6 \pm 54,6 \mu\text{m}$  para la técnica de escaneo OCT.

La discrepancia de la adaptación marginal fue también evaluada en coronas provisionales realizada con impresoras 3D, donde los resultados obtenidos destacaron que la diferencia obtenida entre fresadoras y impresoras 3D era mínima.

En el estudio realizado por Lee W-S et cols. (40) los resultados obtenidos para las impresoras SLA y FDM fueron respectivamente 91,1 (36,4)  $\mu\text{m}$  y 149,1 (65,9)  $\mu\text{m}$ , similares a los resultados de Thakare A. et cols. (42) (96,7  $\mu\text{m}$  para la impresora SLA y 131,1 para la impresora DLP) y de Wu J y cols. (41) (20,8  $\pm$  70,9  $\mu\text{m}$  con el método de réplica PVS y de 143,1  $\pm$  39,9  $\mu\text{m}$  con la técnica de escaneo OCT).

Al contrario, Kang S-Y et cols.(28) con el uso de una impresora SLA, obtuvieron valores ligeramente más bajos respecto a los estudios comentados anteriormente ( 26,9  $\pm$  8,5  $\mu\text{m}$ ).

La literatura se encuentra en contraste ya que para algunos autores la discrepancia de la adaptación marginal de coronas provisionales realizadas con fresadoras y impresoras 3D resulta ser más o menos iguales (43,44), mientras que para otros autores (7, 45) la impresoras 3D tienden a tener una mejor adaptación marginal.

Según Pen CC y cols. (43,44) en los dos estudios evaluados la discrepancia de la adaptación marginal depende sobre todo del tipo de impresora y fresadora que se va a utilizar, hipótesis apoyada por Kim DY y cols. (45) que afirmaron que, por ejemplo, el sitio donde se encuentra la mayor parte de discrepancia marginal depende del tipo de impresora utilizada: tecnología de procesamiento de luz digital (DLP) en el que la resina líquida es polimerizada capa por capa por una fuente de luz digital o método de estereolitografía en los que los materiales fueron polimerizados por láser.

Además Kim DY y cols. (45) afirman que la precisión del mecanizado, el diseño de las fresas, el ajuste y control durante el proceso y por último también la calidad del material elegido, permiten la realización de coronas provisionales fresadas con una adaptación marginal similar a las impresas.

Por otro lado, Mohajeri M. y cols. y (7) afirman que el método de fresado podría ser difícil y dar algunos problemas a la hora de realizar coronas provisionales debido al uso de la técnica sustractiva, al tamaño de la fresa y a sus movimientos.

De la misma forma sostienen que la discrepancia de adaptación marginal tendría que ser alrededor de 150  $\mu\text{m}$ , valores no respetados por las restauraciones realizadas con fresadoras.

### **10.3 SISTEMA DE FRESADO Y IMPRESIÓN 3D: MÉTODO Y PROCESAMIENTO DE TRABAJO**

En los 5 artículos analizados se evaluaron diferentes tipos de fresadoras clasificadas según el número de ejes que presentaban, centrándonos sobre todo en las fresadoras a 3 y 5 ejes. De la misma manera, se evaluaron diferentes marcas de impresoras 3D enfocándonos en su método de procesamiento: SLA, DLP Y FDM.

En cuanto al tamaño y tipo de muestra se pudo observar que cada artículo evaluó un número concreto de coronas provisionales fabricadas con las diferentes técnicas analizadas, utilizando como diente modelo el primer molar variando su posición de arcada.

Lee W-S y cols. (40), Son K y cols.(12) y Kang S-Y y cols.(28) valoraron la realización de coronas provisionales para el primer molar superior, utilizando respectivamente un total de 30, 45 y 22 de coronas provisionales divididas para cada grupo evaluado. Al contrario, Wu J. y cols.(41) y Thakare A. et cols. (42) valoraron la realización de coronas provisionales del primer molar inferior izquierdo. utilizando respectivamente un total de 48 y 45 coronas provisionales divididas para cada grupo evaluado.

### **10.4 LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

Durante la revisión realizada, se observaron limitaciones significativas en la literatura existente sobre este tema. Se evidencia la necesidad de llevar a cabo investigaciones continuas que aborden el ajuste interno y la adaptación marginal de las coronas provisionales fabricadas mediante técnicas de fresado o impresión 3D.

Durante la investigación, se identificaron limitaciones en los resultados obtenidos en relación a la discrepancia de adaptación marginal. Aunque se observó una diferencia mínima entre los resultados de la impresora 3D y la fresadora, es importante considerar que las condiciones en las que se llevaron a cabo las evaluaciones no fueron totalmente auténticas. Por esta razón, resulta fundamental evaluar y confirmar la discrepancia de adaptación marginal y el ajuste interno en un escenario oral simulado y sometido a carga dinámica, especialmente cuando se trata de restauraciones provisionales utilizadas en tratamientos protésicos a largo plazo.

## **11. CONCLUSIONES**

### **CONCLUSIONES PRINCIPALES**

Las impresoras 3D evidenciaron una mayor precisión y exactitud en la confección de las coronas provisionales frente a las fresadoras.

### **CONCLUSIONES SECUNDARIAS**

En cuanto al método y procesamiento de trabajo:

- En las impresoras 3D se pudo observar que el método más utilizado a la hora de confeccionar coronas provisionales son SLA ( método de estereolitografía) y DLP (método de procesamiento de luz digital)
- Mientras que para la técnica de fresado las fresadoras a 5 ejes son las que a la hora de confeccionar coronas provisionales, proporcionan mayor precisión y exactitud.

## 12. BIBLIOGRAFIA

1. Tahayeri A, Morgan M, Fugolin AP, Bompolaki D, Athirasala A, Pfeifer CS, et al. 3D printed versus conventionally cured provisional crown and bridge dental materials. *Dent Mater.* 2018 ;34(2):192–200.
2. Mayer J, Stawarczyk B, Vogt K, Hickel R, Edelhoff D, & Reymus M. Influence of cleaning methods after 3D printing on two-body wear and fracture load of resin-based temporary crown and bridge material. *Clinical Oral Investigations.* 2021; 25 (10): 5987–96.
3. Rivera Guerrero CP, Aguirre Parra EG, Bautista JM, Gomez PR. Tecnología CAD/CAM en la consulta dental. *Dominio Las Cienc.* 2017; 3(2):799–821.
4. Fasbinder DJ. Digital dentistry: innovation for restorative treatment. *Compend Contin Educ Dent.* 2010;31 Spec No 4:2–11.
5. Mühlemann S, Hjerpe J, Hämmerle CHF, Thoma DS. Production time, effectiveness and costs of additive and subtractive computer-aided manufacturing (CAM) of implant prostheses: A systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2021;32 Suppl 21(S21):289–302.
6. Kafle A, Luis E, Silwal R, Pan HM, Shrestha PL, Bastola AK. 3D/4D printing of polymers: Fused deposition modelling (FDM), selective laser sintering (SLS), and stereolithography (SLA). *Polymers (Basel).* 2021;13(18):3101.
7. Mohajeri M, Khazaei S, Vafae F, Firouz F, Ghorbani Gholiabad S, Shisheian A. Marginal fit of temporary restorations fabricated by the conventional chairside method, 3D printing, and milling. *Front Dent.* 2021;18:31.
8. Ryu J-E, Kim Y-L, Kong H-J, Chang H-S, Jung J-H. Marginal and internal fit of 3D printed provisional crowns according to build directions. *J Adv Prosthodont.* 2020;12(4):225–32.
9. Jain S, Sayed ME, Shetty M, Alqahtani SM, Al Wadei MHD, Gupta SG, et al. Physical and mechanical properties of 3D-printed provisional crowns and fixed dental prosthesis resins compared to CAD/CAM milled and conventional provisional resins: A systematic review and meta-analysis. *Polymers (Basel).* 2022;14(13):2691.
10. Dawood A, Marti Marti B, Sauret-Jackson V, Darwood A. 3D printing in dentistry. *Br Dent J.* 2015;219(11):521–9.
11. Emir F, Ayyildiz S. Accuracy evaluation of complete-arch models manufactured by three different 3D printing technologies: a three-dimensional analysis. *J Prosthodont Res.* 2021;65(3):365–70.
12. Son K, Lee J-H, Lee K-B. Comparison of intaglio surface trueness of interim dental crowns fabricated with SLA 3D printing, DLP 3D printing, and milling technologies. *Healthcare (Basel).* 2021;9(8):983.
13. Alsandi Q, Ikeda M, Arisaka Y, Nikaido T, Tsuchida Y, Sadr A, et al. Evaluation of mechanical and physical properties of light and heat polymerized UDMA for DLP 3D printer. *Sensors (Basel).* 2021;21(10):3331.



14. Mai H-N, Lee K-B, Lee D-H. Fit of interim crowns fabricated using photopolymer-jetting 3D printing. *J Prosthet Dent.* 2017;118(2):208–15.
15. Myagmar G, Lee J-H, Ahn J-S, Yeo I-SL, Yoon H-I, Han J-S. Wear of 3D printed and CAD/CAM milled interim resin materials after chewing simulation. *J Adv Prosthodont.* 2021;13(3):144–51.
16. Sidhom M, Zaghoul H, Mosleh IE-S, Eldwakhly E. Effect of different CAD/CAM milling and 3D printing digital fabrication techniques on the accuracy of PMMA working models and vertical marginal fit of PMMA provisional dental prosthesis: An in vitro study. *Polymers (Basel).* 2022;14(7).
17. Salvo Urrutia MF, Pino Fuentes VM. Comparación de sistemas de fresado odontológico actuales a nivel internacional en el año 2018. 2018.
18. Zhao J, Chang Z. A new approach of modelling bottom edge cutting in 4-axis rough milling of complex parts and its application on feed rate optimization. *Micromachines (Basel).* 2022;13(12):2071.
19. Aldecoa EA. Técnica de Sinterizado + fresado de estructuras de Cad-cam para lograr un mejor ajuste pasivo y asentamiento del tornillo. *Labor dental clínica: Avances clínicos en odontoestomatología [Internet].* 2020 [cited 2023 Jun 10];21(2):28–32.
20. Kessler A, Reymus M, Hickel R, Kunzelmann K-H. Three-body wear of 3D printed temporary materials. *Dent Mater.* 2019;35(12):1805–12.
21. Giannetti L, Apponi R, Mordini L, Presti S, Breschi L, Mintrone F. The occlusal precision of milled versus printed provisional crowns. *J Dent.* 2022;117(103924):103924.
22. Abad-Coronel C, Carrera E, Mena Córdova N, Fajardo JI, Aliaga P. Comparative analysis of fracture resistance between CAD/CAM Materials for interim fixed prosthesis. *Materials (Basel).* 2021;14(24):7791.
23. Park S-M, Park J-M, Kim S-K, Heo S-J, Koak J-Y. Flexural strength of 3D-printing resin materials for provisional fixed dental prostheses. *Materials (Basel).* 2020;13(18):3970.
24. Lerner H, Nagy K, Pranno N, Zarone F, Admakin O, Mangano F. Trueness and precision of 3D-printed versus milled monolithic zirconia crowns: An in vitro study. *J Dent.* 2021;113(103792):103792.
25. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg.* 2010; 8:336–41.
26. Astudillo-Rubio D, Delgado-Gaete A, Bellot-Arcís C, José María Montiel-Company, Pascual-Moscardó A, Almerich-Silla JM. Mechanical properties of provisional dental materials: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2018;13(2):e0193162.
27. Ramamoorthi M, Bakkar M, Jordan J, Tran SD. Osteogenic Potential of Dental Mesenchymal Stem Cells in Preclinical Studies: A Systematic Review Using Modified ARRIVE and CONSORT Guidelines. *Stem Cells Int.* 2015; 2015:378368.
28. Kang S-Y, Park J-H, Kim J-H, Kim W-C. Accuracy of provisional crowns made using stereolithography apparatus and subtractive technique. *J Adv Prosthodont.* 2018;10(5):354–60.

29. Benli M, Eker-Gümüş B, Kahraman Y, Huck O, Özcan M. Can polylactic acid be a CAD/CAM material for provisional crown restorations in terms of fit and fracture strength? *Dent Mater J*. 2021;40(3):772–80.
30. Akay C, Tanış MÇ, Gulverdiyeva M. Coloration of provisional restoration materials: a comparison of the effects of mouth rinses and green tea. *Eur Oral Res*. 2018;52(1):20–6.
31. Muta S, Ikeda M, Nikaido T, Sayed M, Sadr A, Suzuki T, et al. Chairside fabrication of provisional crowns on FDM 3D-printed PVA model. *J Prosthodont Res*. 2020;64(4):401–7.
32. Lin C-H, Lin Y-M, Lai Y-L, Lee S-Y. Mechanical properties, accuracy, and cytotoxicity of UV-polymerized 3D printing resins composed of Bis-EMA, UDMA, and TEGDMA. *J Prosthet Dent*. 2020;123(2):349–54.
33. Abdullah AO, Tsitrou EA, Pollington S. Comparative in vitro evaluation of CAD/CAM vs conventional provisional crowns. *J Appl Oral Sci*. 2016;24(3):258–63
34. Reepomaha T, Angwaravong O, Angwarawong T. Comparison of fracture strength after thermo-mechanical aging between provisional crowns made with CAD/CAM and conventional method. *J Adv Prosthodont*. 2020;12(4):218–24.
35. Karaokutan I, Sayin G, Kara O. In vitro study of fracture strength of provisional crown materials. *J Adv Prosthodont*. 2015;7(1):27–31.
36. Wakamori K, Nagata K, Nakashizu T, Tsuruoka H, Atsumi M, Kawana H. Comparative verification of the accuracy of implant models made of PLA, resin, and silicone. *Materials (Basel)*. 2023;16(9).
37. Çakmak G, Rusa AM, Donmez MB, Akay C, Kahveci Ç, Schimmel M, et al. Trueness of crowns fabricated by using additively and subtractively manufactured resin-based CAD-CAM materials. *J Prosthet Dent*. 2022
38. Lee B-I, You S-G, You S-M, Kang S-Y, Kim J-H. Effect of rinsing time on the accuracy of interim crowns fabricated by digital light processing: An in vitro study. *J Adv Prosthodont*. 2021;13(1):24–35.
39. Lee B-I, You S-G, You S-M, Kim D-Y, Kim J-H. Evaluating the accuracy (trueness and precision) of interim crowns manufactured using digital light processing according to post-curing time: An in vitro study. *J Adv Prosthodont*. 2021;13(2):89–99.
40. Lee W-S, Lee D-H, Lee K-B. Evaluation of internal fit of interim crown fabricated with CAD/CAM milling and 3D printing system. *J Adv Prosthodont*. 2017;9(4):265–70.
41. Wu J, Xie H, Sadr A, Chung K-H. Evaluation of internal fit and marginal adaptation of provisional crowns fabricated with three different techniques. *Sensors (Basel)*. 2021;21(3):740.
42. Thakare A, Ramesh S, Patil V, Meenakshi S, Ramu R, Byakodi R. Comparative evaluation of internal and marginal fit of interim crowns fabricated by CAD/CAM milling and two different 3D printing systems - An in vitro study. *Mater Today*. 2022; 62:A1–9.
43. Peng C-C, Chung K-H, Yau H-T, Ramos V Jr. Assessment of the internal fit and marginal

- integrity of interim crowns made by different manufacturing methods. *J Prosthet Dent.* 2020;123(3):514–22.
44. Peng C-C, Chung K-H, Ramos V Jr. Assessment of the adaptation of interim crowns using different measurement techniques. *J Prosthodont.* 2020;29(1):87–93.
45. Kim D-Y, Jeon J-H, Kim J-H, Kim H-Y, Kim W-C. Reproducibility of different arrangement of resin copings by dental microstereolithography: Evaluating the marginal discrepancy of resin copings. *J Prosthet Dent.* 2017;117(2):260–5.



## 13. ANEXOS

**TABLA 1: GUIA PRISMA**

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
<b>TITLE</b>			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	Portada
<b>ABSTRACT</b>			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	4-5
<b>INTRODUCTION</b>			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	16
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	16
<b>METHODS</b>			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	18
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	18-20
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	19-20

Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	20
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	21
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	21
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	27-28
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	27-28
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	27-28
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	27-28

	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	27-28
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	27-28
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	
<b>RESULTS</b>			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	29
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	25-26
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	30-31
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	28
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	

Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	30-33
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	
<b>DISCUSSION</b>			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	34-39
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	34-39
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	34-39
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	34-39
<b>OTHER INFORMATION</b>			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	



	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	

**Tabla 2:** resumen de las búsquedas de cada una de las bases de datos consultadas.

BASE DE DATOS	BÚSQUEDA	NÚMERO DE ARTÍCULOS
PUBMED	(((provisional dentistry crowns) OR (dental restoration)) OR (provisional restoration)) OR (provisional fixed dental prosthesis[MeSH Terms]) AND (((((printed provisional crowns) OR (3D printing)) OR (cad cam)) ) OR (cad)) OR (cam) AND (((milled provisional crowns) OR (milling machines)) OR (cad cam)) OR (cad)) OR (cam) AND (((denture precision attachment[MeSH Terms]) OR (occlusal precision)) OR (accuracy provisional crowns)) OR (accuracy milling machines).	19
SCOPUS	( provisional AND dentistry AND crowns ) AND ( provisional AND dentistry AND crowns OR provisional AND restoration OR temporary AND crown OR provisional AND fixed AND dental AND prosthesis OR dental AND restoration, AND temporary OR provisional AND fixed AND dental AND prosthesis OR 3d AND printing OR cad OR cam ) AND ( provisional AND dentistry AND crowns OR provisional AND restoration OR temporary AND crown OR dental AND restoration, AND temporary OR provisional AND fixed AND dental AND prosthesis OR milled AND provisional AND crowns OR milling AND machines OR digital AND dental OR cad OR cam OR cad AND cam ) AND ( denture AND precision AND attachment OR occlusal AND precision OR accuracy AND provisional AND crowns OR accuracy AND milling AND machines OR accuracy AND 3d AND printing OR cad AND cam )	27

WEB OF SCIENCE	<p>(ALL=(provisional dentistry crowns)) AND (((((((((((ALL=(provisional dentistry crowns)) OR ALL=(Provisional Restoration)) OR ALL=(Temporary crown)) OR ALL=(provisional fixed dental prosthesis)) OR ALL=(Dental Restoration, Temporary)) OR ALL=(provisional fixed dental prosthesis)) OR ALL=(3D printing )) OR ALL=(cad)) OR ALL=(cam)) AND ALL=(cad cam)) OR ALL=(printing)) AND (((((((((((ALL=(provisional dentistry crowns)) OR ALL=(Provisional Restoration)) OR ALL=(Temporary crown)) OR ALL=(Dental Restoration, Temporary)) OR ALL=(provisional fixed dental prosthesis)) OR ALL=(Milled provisional crowns)) OR ALL=(milling machines)) OR ALL=(digital dental)) OR ALL=(cad)) OR ALL=(cam)) OR ALL=(cad cam)) AND (((((ALL=(Denture Precision Attachment)) OR ALL=(occlusal precision)) OR ALL=(accuracy provisional crowns)) OR ALL=(accuracy milling machines)) OR ALL=(accuracy 3D printing)) OR ALL=(cad cam))</p>	85
----------------	---	----

**Tabla 3:** Resumen de los artículos utilizados para la revisión sistemática.

TÍTULO	AÑO DE PUBLICACIÓN Y AUTORES	QUE EVALÚA	TÉCNICAS UTILIZADAS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIONES
Evaluation of internal fit of interim crown fabricated with CAD/CAM milling and 3D printing system.	2017: Lee W-S, Lee D-H, Lee K-B	Se evalúa el ajuste interno y adaptación marginal de 10 coronas provisionales sobre pilares de escayola fabricadas mediante tecnología de fresado e impresión 3D.	Fresadora: Zirkozahn  Impresora 3D: Stratasys y Dentis	La <b>discrepancia del ajuste interno</b> de la corona provisional se midió en 4 puntos mesio-distal y buco-lingual. La media de discrepancia de los tres grupos fue de <b>171,6 (97,4) <math>\mu\text{m}</math></b> para la <b>fresadora Zirkozahn</b> , de <b>149,1 (65,9) <math>\mu\text{m}</math></b> para la <b>impresora Stratasys</b> y <b>91,1 (36,4) <math>\mu\text{m}</math></b> para la <b>impresora Dentis</b> .  En cuanto a la <b>adaptación marginal</b> los tres grupos evaluados mostraron un valor de <b>discrepancia de 120 <math>\mu\text{m}</math></b> .	El método de impresión 3D se considera más apto para la fabricación de coronas provisionales.

TÍTULO	AÑO DE PUBLICACIÓN Y AUTORES	QUE EVALÚA	TÉCNICAS UTILIZADAS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIONES
Accuracy of provisional crowns made using stereolithography apparatus and subtractive technique.	2018: Kang S-Y, Park J-H, Kim J-H, Kim W-C	Evalúa la precisión de 11 coronas provisionales sobre el primer molar superior derecho realizadas mediante técnica de impresión (estereolitografía, SLA) y fresado.	Fresadora: Roland DWX-50  Impresora 3D: ZENITH Z512	<p>Los valores de <b>precisión</b> para las <b>superficies interior y exterior</b> de las coronas provisionales realizadas mediante <b>técnica de estereolitografía (SLA)</b> fueron de <b>18,7±6,2 µm para la superficie interior</b> y <b>26,9±8,5 µm para la superficie exterior</b>.</p> <p>Los valores de <b>precisión</b> para las <b>superficies exterior e interior</b> de las coronas provisionales realizadas mediante fresado fueron de <b>13,8 ± 0,6 µm para la superficie interior</b> y <b>25,4 ± 3,1 µm para la superficie exterior</b>.</p> <p>La precisión para la superficie interior mostró diferencias estadísticamente significativas (PAG&lt;.03), mientras que para la superficie exterior no mostró diferencias estadísticamente significativas (PAG&lt;.58).</p> <p>PAG: diferencia estadística entre los resultados obtenidos.</p>	El estudio demuestra que las coronas provisionales producidas mediante fresado son más precisas que las fabricadas por impresión (estereolitografía).

TÍTULO	AÑO DE PUBLICACIÓN Y AUTORES	TÉCNICA DE FABRICACIÓN	TÉCNICAS UTILIZADAS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIONES
Evaluation of Internal Fit and Marginal Adaptation of Provisional Crowns Fabricated with Three Different Techniques.	2021: Wu J, Xie H, Sadr A, Chung K-H	Evalúa el ajuste interno y la adaptación marginal de 48 coronas provisionales sobre dientes de resina fabricadas mediante técnica de fabricación manual, tecnología de fresado y tecnología de impresión 3D. Para medir la adaptación marginal se utilizaron dos métodos: Método de Réplica de PVS que consiste en la colocación de material PVS de cuerpo ligero (Aquasil Ultra XLV) en el margen de cada corona provisional cementada; y la técnica de escaneo OCT (Optical Coherence Tomography) que consiste en el el escaneo con el sistema SS-OCT (Yoshida Dental OCT ) para construir imágenes 3D.	Fresadora: Biotech ME 300.  Impresora: Stratasys Direct Eden500V.  Técnica de fabricación manual: material compuesto autopolimerizado a base de resina (LuxaCrown).	En cuanto a la <b>adaptación marginal</b> evaluada por medio del <b>Método de Réplica de Polivinil Siloxano</b> , con la técnica de <b>fabricación manual</b> se obtuvo una <b>discrepancia de 71.3±64,9 µm</b> , con la <b>fresadora Biotech ME 300 de 96,9±60.2 µm</b> , y con la <b>impresora Stratasys Direct Eden500V de 120.8±70,9 µm</b> .  En cuanto a la <b>adaptación marginal</b> evaluada con la <b>técnica de escaneo OCT</b> , con la <b>técnica de fabricación manual</b> se obtuvo una <b>discrepancia de 82.7±65.8 µm</b> , con la <b>fresadora Biotech ME 300 de 99.6±54.6 µm</b> , y con la <b>impresora Stratasys Direct Eden500V de 143.1±39.9µm</b> .  En cuanto al <b>ajuste interno</b> , evaluando la distancia de separación entre el diente pilar y la corona provisional, se obtuvo una <b>discrepancia de 229 µm con la técnica de fabricación manual</b> , de <b>323 µm con la fresadora Biotech ME 300</b> , y de <b>303 µm con la impresora Stratasys Direct Eden500V</b> .	Las coronas provisionales fabricadas manualmente presentaron mejor ajuste interno y una menor discrepancia marginal.  La fabricación de coronas provisionales con la técnica de fresado e impresora 3D demostró que las superficies irregulares son más difíciles de reproducir.

TÍTULO	AÑO DE PUBLICACIÓN Y AUTORES	QUE EVALÚA	TÉCNICAS UTILIZADAS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIONES
Comparison of Intaglio Surface Trueness of Interim Dental Crowns Fabricated with SLA 3D Printing, DLP 3D Printing, and Milling Technologies.	2021: Son K, Lee J-H, Lee K-B.	Se evalúa la precisión del ajuste interno de las coronas provisionales, sobre diente de resina, fabricadas con dos tipos de impresoras 3D (SLA y DLP) y un tipo de fresadora.  La precisión del ajuste interno se midió en la región oclusal, axial y marginal.	Fresadora: CORITEC 250i.  Impresora 3D: SLA (SLA ZENITH U, Dentis) DLP (RAYDENT Studio).	Los valores de <b>precisión del ajuste interno</b> en la <b>región oclusal</b> del grupo <b>SLA fueron <math>23,6 \pm 5,3 \mu\text{m}</math></b> , en el grupo <b>DLP <math>29,0 \pm 3,6 \mu\text{m}</math></b> , mientras que en el <b>grupo de fresado fueron de <math>36,9 \pm 4,4 \mu\text{m}</math></b> .  Los valores de <b>precisión del ajuste interno</b> en la <b>región axial</b> fueron para el grupo <b>SLA de <math>27,6 \pm 6,5 \mu\text{m}</math></b> , <b>DLP de <math>30,9 \pm 5,6 \mu\text{m}</math></b> , y para el <b>grupo de fresado <math>50,5 \pm 8,3 \mu\text{m}</math></b> .  Los valores de <b>precisión del ajuste interno</b> para la <b>región marginal</b> fueron para el grupo <b>SLA de <math>26,7 \pm 4,4 \mu\text{m}</math></b> , el grupo <b>DLP de <math>27,0 \pm 4,4 \mu\text{m}</math></b> , y el <b>grupo de fresado de <math>45,2 \pm 8,2 \mu\text{m}</math></b> .	Las coronas provisionales fabricadas mediante tecnologías de impresión 3D (SLA y DLP) pueden reproducir un ajuste interno más uniforme y superior que la tecnología de fresado.

TÍTULO	AÑO DE PUBLICACIÓN Y AUTORES	QUE EVALÚA	TÉCNICAS UTILIZADAS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIONES
Comparative evaluation of internal and marginal fit of interim crowns fabricated by CAD/CAM milling and two different 3D printing systems - An in vitro study.	2022: Tahayeri A, Morgan M, Fugolin AP, Bompolaki D, Athirasala A, Pfeifer CS y cols.	Evalúa el ajuste interno y marginal de coronas provisionales sobre dientes de resina fabricadas mediante fresado y dos sistemas diferentes de impresión 3D (SLA y DLP).	Fresadora: Aro 5X-200.  Impresora 3D: SLA (Formlabs) y DLP (Dent 510)	<p>Los valores obtenidos, por la <b>fresadora Aro 5X-200</b>, para el <b>ajuste marginal</b> fueron de <b>113,1 <math>\mu\text{mm}</math></b>, mientras que para el <b>ajuste interno</b> fueron de <b>291.9 <math>\mu\text{m}</math></b>.</p> <p>En cuanto al grupo de impresión <b>SLA (Formlabs)</b> los valores obtenidos fueron: para el <b>ajuste marginal 90.2 <math>\mu\text{m}</math></b>, mientras que para el <b>ajuste interno 206.7 <math>\mu\text{m}</math></b>.</p> <p>En cuanto al grupo de impresión <b>DLP (Dent 520)</b> los valores obtenidos fueron: para el <b>ajuste marginal 65,1 <math>\mu\text{m}</math></b> mientras que para el <b>ajuste interno 160,7 <math>\mu\text{m}</math></b>.</p> <p>La discrepancia final del ajuste interno y marginal que se encontró en las tres técnicas utilizadas fue: en el grupo de <b>impresión 3D SLA 96.7<math>\mu\text{m}</math></b>, en el <b>grupo de impresión 3D DLP 131,1 <math>\mu\text{m}</math></b> y por último en el <b>grupo de fresado 179,6 <math>\mu\text{m}</math></b>.</p>	Los datos obtenidos mostraron que la impresión 3D (DLP) obtiene coronas provisionales con mejor ajuste marginal e interno que las otras dos técnicas y que la impresión 3D (SLA) fue mejor que el grupo de fresado.





**PRECISION AND ACCURACY OF MILLED VS. PRINTED PROVISIONAL CROWNS:  
A SYSTEMATIC REVIEW.**

**Authors: Genesis Bonelli Acebo Coronel<sup>1</sup>, Cristina Rech Ortega<sup>2</sup>**

*1 5th year student of the Dentistry degree at the European University of Valencia, Valencia, Spain.*

*2 Assistant Professor of prosthesis stomatology, Stomatology Department, Faculty of Medicine and Dentistry, University of Valencia, Valencia, Spain. Professor Faculty of Dentistry, European University of Valencia, Valencia, Spain.*

**Correspondència**

Genesis Bonelli Acebo Coronel  
Paseo Alameda 7, Valencia  
46010, Valencia [genesisbonelli@outlook.it](mailto:genesisbonelli@outlook.it)

## **Abstract**

**Introduction:** Digital flow in dentistry has gained importance thanks to CAD/CAM tools that allow the design and fabrication of dental prostheses. The process consists of digitisation, computer design and production technology. Computer-aided manufacturing (CAM) is carried out using 3D printers or milling machines, each with their own advantages and disadvantages. The most commonly used materials are resins and polymers. The aim of the present study is to compare and evaluate the precision and accuracy of temporary crowns manufactured by milling and 3D printing systems.

**Material and Methods:** An electronic search of PubMed, Scopus and Web Of Science databases on precision and accuracy of printed versus milled temporary crowns was carried out until November 2022.

**Results:** Of the 149 articles reviewed, only 5 met the inclusion criteria and evaluated precision and accuracy in the fabrication of temporary crowns. Discrepancies in internal fit and marginal adaptation were compared in micrometres ( $\mu\text{m}$ ). 3D printers (SLA and DLP) and 5-axis milling machines showed higher precision and accuracy in making temporary crowns. There was a statistical difference in terms of internal fit discrepancy while the difference was minimal for marginal fit.

**Conclusion:** 3D printers showed higher accuracy in the fabrication of temporary crowns compared to milling machines. The most commonly used methods in 3D printers were SLA and DLP, while 5-axis milling machines offered higher precision and accuracy in milling technique.

**Keywords:** Provisional Dentistry Crowns, Provisional Fixed Dental Prosthesis, Printed Provisional Crowns, 3D Printing, Milled Provisional Crowns, Milling Machines, Denture Precision Attachment, Occlusal Precision, Accuracy Provisional Crowns, Accuracy Milling Machine.

## **Introduction**

The digital flow is becoming more and more important in dentistry nowadays thanks to the new tools it is offering in every branch that belongs to it. In particular, since the advent of CAD/CAM (computer-aided design/computer-aided manufacturing) systems, a new way of working has been created that is spreading rapidly among professionals (1). This technology supports the design and fabrication of prostheses by means of a computer system, bringing numerous advantages and innovations, especially in fixed prostheses (2). Among the main advantages of CAD/CAM technology are high precision, greater aesthetics, speed in the manufacture of parts, better planning of the intervention, and a reduction in the number of patient visits to the clinic. However, they also have certain disadvantages such as: the specific preparation that the professional who is going to work with this system must carry out and the relevant cost that the technological equipment requires (3). This digital technology can be applied for different types of treatments such as unloading splints, crowns in fixed or provisional prostheses, surgical guides for implant positioning, etc...

The digital flow mainly consists of three specific processes: (4)

- Digitisation of the tooth preparation or surface scan by means of intraoral scanners.
- Computer-aided design (CAD). From the information obtained by digitisation, models and dental restorations can be created (4).
- Production technology (CAM): consists of milling or printing the design made in the previous step.

CAM technology, computer-aided manufacturing, is based on the physical production of the previously produced design (CAD). There are two types of CAM manufacturing: additive and subtractive (5). The additive technique is used to produce 3D objects by placing successive layers of the same material (6). The subtractive technique refers to computer-controlled milling of a desired shape from a prefabricated block of material (7).

## **Materials and Methods**

The present systematic review was conducted following the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta- Analyses) guideline statement (8).

Peak Question

The question format was set according to the structured PICO question:

**P (population):** Temporary crowns on resin teeth or master models.

**I (intervention):** 3D printing technique.

**C (comparison):** Milling technique.

**O (outcome):** To evaluate which of the two techniques offers greater precision and accuracy when making provisional crowns.

### **Eligibility criteria**

#### **Inclusion criteria:**

- Clinical trials, cohort studies, case series, and in-vitro studies.
- Articles published in English, Spanish or Italian.
- Articles within the last 10 years.
- Articles based on in-vitro studies.
- Articles based on the fabrication of temporary crowns.

#### **Exclusion criteria:**

- Systematic reviews.
- Studies on the fabrication of definitive crowns.
- Experimental animal studies.
- Studies in which precision and accuracy of temporary crowns were not measured.
- Studies in which precision and accuracy when printing or milling were not assessed.

### **Information sources and search strategy**

A search was carried out in the databases PubMed, Web of Science and Scopus. The keywords used were the following: Provisional Dentistry Crowns; Dental Restoration; Provisional Restoration; Provisional Fixed Dental Prosthesis; Milled Provisional Crowns;

Printed Provisional Crowns; 3D Printing; Milling Machines; CAD; CAM; CAD/CAM; Digital Dental; Denture Precision Attachment; Occlusal Precision; Accuracy Provisional Crowns; Accuracy Milling Machines. The filter "last 10 years" was used. Boolean operators AND; OR, NOT were used as required for the search strategy. The terms MESH were used in the Pubmed database; while in Scopus and Wos the Health Sciences descriptors were used. The search strategy with the Pubmed database was as follows:

(((((provisional dentistry crowns) OR (dental restoration)) OR (provisional restoration)) OR (provisional fixed dental prosthesis [MeSH Terms]) AND (((((printed provisional crowns) OR (3D printing)) OR (cad cam))) ) OR (cad)) OR (cam) AND (((milled provisional crowns) OR (milling machines)) OR (cad cam)) OR (cad)) OR (cad)) OR (cam) AND (((denture precision attachment [MeSH Terms]) OR (occlusal precision)) OR (accuracy provisional crowns)) OR (accuracy milling machines).

### **STUDY SELECTION PROCESS**

A three-stage selection process was carried out. The selection of studies was carried out by two reviewers (G.B.A.C, C.R.O). The first stage was filtered by titles in order to eliminate irrelevant publications. In the second stage, abstract/abstracts and bibliography were analysed. In the third and final stage, the full text of the articles was analysed for relevant literature according to the inclusion and exclusion criteria.

### **DATA EXTRACTION**

This was carried out through critical reading by assessing the different contents of the articles, and the information extracted was based on the research objectives. The following data were obtained from each study: First author's surname, year of publication, type of study: in vitro experimental studies, number of teeth (resin teeth on which a temporary crown is to be made), accuracy 3D printers and milling machines (in pag value,  $\mu\text{m}$ ), accuracy 3D printers and milling machines (%), types of 3D printers, types of milling machines.

## **QUALITY ASSESSMENT**

The risk of bias assessment was evaluated by two reviewers (G.B.A.C, C.R.O) in order to analyse the methodological quality of the included articles. The authors assessed the quality of the articles using the modified ARRIVE and CONSORT (consolidated reporting of trials) guidelines. Criteria were applied to assess the methodological quality of the article in terms of its proper conduct and in terms of the structure of the title, abstract, introduction, methods, results, discussion and conclusions (9). The assessment was based on a predefined rating system from the checklist for in vitro studies (10).

## **DATA SYNTHESIS**

Outcome variables are compared between the different studies and grouped according to the group to be evaluated (3D printers and milling machines). Depending on the type of variable to be studied, the samples were divided into two groups: accuracy of 3D printers and milling machines, and accuracy of 3D printers and milling machines. For this it was necessary to perform a weighted average of the results obtained by the different articles analysed.

## **RESULTS**

### **SELECTION OF STUDIES**

A total of 131 articles were obtained from the initial search process: PubMed (n=19), SCOPUS (n=27) and the Web of Science (n=85). Of these publications, 28 were identified as potentially eligible articles by screening by title, abstract and full text. Full text articles were subsequently obtained and thoroughly evaluated. As a result, 5 articles met the inclusion criteria and were included in the present systematic review (Fig. 1).

### **ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF THE REVIEWED STUDIES**

Of the 5 articles included in the present review, 4 articles measure in  $\mu\text{m}$  the internal fit discrepancy and marginal fit discrepancy by means of different brands of 3D printers and milling machines (11, 12, 13, 14); while one measures only, always in  $\mu\text{m}$ , the internal fit discrepancy (15). All articles were chosen because they were in vitro studies.

## **ASSESSMENT OF METHODOLOGICAL QUALITY AND RISKS OF BIAS**

For all 5 studies the risk of bias was assessed and a low risk of bias was found in the articles by Wan-Sun L et al. 2017 (11), Kang S-Y et al. 2018, Wu J. et al. 2021 (13) and Son K et al. 2021 (15). While a moderate bias was found in the article by Akshay T. et al. 2002 (14). Techniques used in the studies include milling machines (such as Zirkonzahn, Biotech ME 300, CORITEC 250i and Roland DWX-50), 3D printers (such as Stratasys, Dentis, Formlabs and Zenith Z512) and manual fabrication techniques using a resin-based material (LuxaCrown). The discrepancy in internal fit and marginal fit is expressed in micrometres ( $\mu\text{m}$ ) and is listed for each technique used in the studies. Internal fit refers to the fit that exists between the dental restoration (in this case the temporary crown) and the prepared tooth while marginal fit refers to the fit of the restoration margin defined as the space between the preparation line of the tooth to the margin of the restoration. The smaller the discrepancy, the better the fit and accuracy of the restoration. In terms of type, classification and processing method we can see that the most commonly used techniques in this systematic review are 3D printers (SLA and DLP) and milling machines (prevalently 5-axis). It should be borne in mind that each machine or technology has its own advantages and disadvantages, and it is important to consider factors such as accuracy, precision, surface finish, speed, cost and compatibility with materials and software of the other types of milling machines and 3D printers as well. Looking at Table 5 we can see that for example the Roland DWX-50 and Dentis ZENITH Z512 SLA milling machine have very low internal discrepancies, which makes them good potential options for high precision applications while, on the other hand, the Stratasys FDM printer has a relatively low resolution compared to the other 3D printers.

## **DISCUSSION**

### **ACCURACY AND PRECISION: INTERNAL FIT DISCREPANCY**

In the study by Lee W-S et al. (15), in which a 5-axis milling machine was used, an internal fit discrepancy of 171.6 (97.4)  $\mu\text{m}$  was obtained, which was similar to that obtained by Thakare A et al. (14) in their study (179.6  $\mu\text{m}$ ).

Similarly, Son K et al. (15) and Kang S-Y et al (12), using the same type of milling machine, obtained mismatches of  $45.2 \pm 8.2 \mu\text{m}$  and  $13.8 \pm 0.6 \mu\text{m}$ , respectively, these



values being lower than those obtained in the aforementioned studies. In contrast, Lee W-S et al. (11) evaluated a 3-axis milling machine and the manual technique in their study. With the use of the milling machine, they obtained a result of 323  $\mu\text{m}$  of internal misalignment discrepancy, while with the manual technique they obtained a result of 229  $\mu\text{m}$ . Considering that the smaller the discrepancy, the better the fit and accuracy of the restoration, these options proved to be inaccurate in the fabrication of temporary crowns. On the other hand, the internal fit discrepancy was also evaluated in temporary crowns made with 3D printers, and the following results were obtained. Lee W-S et al. (15) obtained in their study an internal mismatch of  $149.1 \pm 65.9 \mu\text{m}$  with an FDM printer and  $91.1 \pm 36.4 \mu\text{m}$  with the use of an SLA printer. However, Wu J et al. (13), also using an SLA printer, obtained a value of 303  $\mu\text{m}$ .

In the same way, different authors used two types of SLA and DLP printers to assess the discrepancy of the internal fit. In the case of the SLA printer, Son K. et al (15) obtained a discrepancy of  $26.7 \pm 4.4 \mu\text{m}$ , Thakare A. et al. (14) a discrepancy of 96.7  $\mu\text{m}$  and Kang S-Y et al. (12) a discrepancy of  $18.7 \pm 6.2 \mu\text{m}$ . In contrast, in the case of the DLP printer, Son K et al. (15) achieved a value of  $7.0 \pm 4.4 \mu\text{m}$  and Thakare A et al. (14) 131.1  $\mu\text{m}$ . Nowadays there is a great controversy in the literature regarding this topic, some authors such as Giannetti et al. (16) reported similar values in the evaluation of the internal fit of milled crowns (63  $\mu\text{m}$ ) compared to printed ones (44  $\mu\text{m}$ ). Authors such as Peng CC. et al. (17,18), in the two studies carried out to evaluate the discrepancy in internal fit, do not fully agree with the results obtained, as they state that statistically significant differences were found in the internal mismatch between milled and printed crowns. In fact, in their first study they obtained a value of 180  $\mu\text{m}$  for milled crowns and 160  $\mu\text{m}$  for printed crowns, while in the second study, the values found were  $150 \pm 30 \mu\text{m}$  for milled crowns and  $140 \pm 30 \mu\text{m}$  for printed crowns.

## **10.2 ACCURACY AND PRECISION: MARGINAL FIT DISCREPANCY**

In this systematic review, the authors evaluated the marginal fit of both printed and milled temporary crowns. Slightly lower values were observed for temporary crowns printed by 3D printers compared to milled ones. However, it is important to note that the difference was not significantly large. In the study by Lee W-S et al. (11), the marginal discrepancy found on the 5-axis milling machine was 120  $\mu\text{m}$ , a value similar

to that found by Thakare A. et al. (14) in their study also using a 5-axis milling machine (179.6  $\mu\text{m}$ ). On the contrary, in the study by Kang S-Y et al. (12), a decrease in the marginal discrepancy evaluated on a 5-axis milling machine was observed (25.4  $\pm$  3.1  $\mu\text{m}$ ). Wu J et al. (13), on the other hand, performed the study on a 3-axis milling machine with two different methods: PVS replica method and OCT scanning technique. The results they obtained were 96.9  $\pm$  60.3  $\mu\text{m}$  for the PVS method and 99.6  $\pm$  54.6  $\mu\text{m}$  for the OCT scanning technique.

The discrepancy of marginal adaptation was also evaluated in provisional crowns made with 3D printers, where the results obtained highlighted that the difference obtained between milling machines and 3D printers was minimal. In the study by Lee W-S et al. (11) the results obtained for the SLA and FDM printers were respectively 91.1 (36.4)  $\mu\text{m}$  and 149.1 (65.9)  $\mu\text{m}$ , similar to the results of Thakare A. et al. (14) (96.7  $\mu\text{m}$  for the SLA printer and 131.1 for the DLP printer) and Wu J et al. (13) (20.8  $\pm$  70.9  $\mu\text{m}$  with the PVS replication method and 143.1  $\pm$  39.9  $\mu\text{m}$  with the OCT scanning technique). In contrast, Kang S-Y et al.(12) with the use of an SLA printer, obtained slightly lower values compared to the studies discussed above (26.9  $\pm$  8.5  $\mu\text{m}$ ). The literature is in contrast as for some authors the discrepancy of the marginal fit of temporary crowns made with milling machines and 3D printers turns out to be more or less equal (17,18), while for other authors (19,20) 3D printers tend to have a better marginal fit. According to Pen CC et al. (17,18) in the two evaluated studies the discrepancy of marginal adaptation depends mainly on the type of printer and milling machine to be used, a hypothesis supported by Kim DY et al. (19) who stated that, for example, the site where most marginal discrepancy is found depends on the type of printer used: digital light processing (DLP) technology in which the liquid resin is polymerised layer by layer by a digital light source or stereolithography method in which the materials were polymerised by laser. Furthermore, Kim DY et al.(19) state that the precision of the machining, the design of the drills, the adjustment and control during the process and finally also the quality of the material chosen, allow the realization of milled temporary crowns with a marginal adaptation similar to the printed ones. On the other hand, Mohajeri M. et al. (20) state that the milling method could be difficult and give some problems when making temporary crowns due to the use of the subtractive technique, the size of the drill and its movements. They also argue that the marginal adaptation

discrepancy would have to be around 150 µm, values not respected by milling machine restorations.

Despite these limitations, 3D printers (SLA and DLP) have shown greater precision and accuracy in the fabrication of temporary crowns compared to milling machines (5-axis). However, the current evidence is limited due to the lack of information on methodological quality.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Tahayeri A, Morgan M, Fugolin AP, Bompolaki D, Athirasala A, Pfeifer CS, et al. 3D printed versus conventionally cured provisional crown and bridge dental materials. *Dent Mater.* 2018 ;34(2):192–200.
2. Mayer J, Stawarczyk B, Vogt K, Hickel R, Edelhoff D, & Reymus M. Influence of cleaning methods after 3D printing on two-body wear and fracture load of resin-based temporary crown and bridge material. *Clinical Oral Investigations.* 2021; 25 (10): 5987–96.
3. Rivera Guerrero CP, Aguirre Parra EG, Bautista JM, Gomez PR. Tecnología CAD/CAM en la consulta dental. *Dominio Las Cienc.* 2017; 3(2):799–821.
4. Fasbinder DJ. Digital dentistry: innovation for restorative treatment. *Compend Contin Educ Dent.* 2010;31 Spec No 4:2–11.
5. Mühlemann S, Hjerpe J, Hämmerle CHF, Thoma DS. Production time, effectiveness and costs of additive and subtractive computer-aided manufacturing (CAM) of implant prostheses: A systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2021;32 Suppl 21(S21):289–302.
6. Kafle A, Luis E, Silwal R, Pan HM, Shrestha PL, Bastola AK. 3D/4D printing of polymers: Fused deposition modelling (FDM), selective laser sintering (SLS), and stereolithography (SLA). *Polymers (Basel).* 2021;13(18):3101.
7. Mohajeri M, Khazaei S, Vafae F, Firouz F, Ghorbani Gholiabad S, Shisheian A. Marginal fit of temporary restorations fabricated by the conventional chairside method, 3D printing, and milling. *Front Dent.* 2021;18:31.
8. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg.* 2010; 8:336–41.
9. Astudillo-Rubio D, Delgado-Gaete A, Bellot-Arcís C, José María Montiel-Company, Pascual-Moscardó A, Almerich-Silla JM. Mechanical properties of provisional dental materials: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2018;13(2):e0193162.
10. Ramamoorthi M, Bakkar M, Jordan J, Tran SD. Osteogenic Potential of Dental Mesenchymal Stem Cells in Preclinical Studies: A Systematic Review Using Modified ARRIVE and CONSORT Guidelines. *Stem Cells Int.* 2015; 2015:378368.
11. Lee W-S, Lee D-H, Lee K-B. Evaluation of internal fit of interim crown fabricated with

- CAD/CAM milling and 3D printing system. *J Adv Prosthodont.* 2017;9(4):265–70.
12. Kang S-Y, Park J-H, Kim J-H, Kim W-C. Accuracy of provisional crowns made using stereolithography apparatus and subtractive technique. *J Adv Prosthodont.* 2018;10(5):354–60.
  13. Wu J, Xie H, Sadr A, Chung K-H. Evaluation of internal fit and marginal adaptation of provisional crowns fabricated with three different techniques. *Sensors (Basel).* 2021;21(3):740.
  14. Thakare A, Ramesh S, Patil V, Meenakshi S, Ramu R, Byakodi R. Comparative evaluation of internal and marginal fit of interim crowns fabricated by CAD/CAM milling and two different 3D printing systems - An in vitro study. *Mater Today.* 2022; 62:A1–9.
  15. Son K, Lee J-H, Lee K-B. Comparison of intaglio surface trueness of interim dental crowns fabricated with SLA 3D printing, DLP 3D printing, and milling technologies. *Healthcare (Basel).* 2021;9(8):983.
  16. Giannetti L, Apponi R, Mordini L, Presti S, Breschi L, Mintrone F. The occlusal precision of milled versus printed provisional crowns. *J Dent.* 2022;117(103924):103924.
  17. Peng C-C, Chung K-H, Yau H-T, Ramos V Jr. Assessment of the internal fit and marginal integrity of interim crowns made by different manufacturing methods. *J Prosthet Dent.* 2020;123(3):514–22.
  18. Peng C-C, Chung K-H, Ramos V Jr. Assessment of the adaptation of interim crowns using different measurement techniques. *J Prosthodont.* 2020;29(1):87–93.
  19. Kim D-Y, Jeon J-H, Kim J-H, Kim H-Y, Kim W-C. Reproducibility of different arrangement of resin copings by dental microstereolithography: Evaluating the marginal discrepancy of resin copings. *J Prosthet Dent.* 2017;117(2):260–5.
  20. Mohajeri M, Khazaei S, Vafae F, Firouz F, Ghorbani Gholiabad S, Shisheian A. Marginal fit of temporary restorations fabricated by the conventional chairside method, 3D printing, and milling. *Front Dent.* 2021;18:31.

**Financing:** none declared.

**Conflict of interest:** none declared

**TABLE 1:** Results of internal fit and marginal adaptation in provisional crowns.

AUTHORS	TECHNIQUES USED	DISCREPANCY INTERNAL ADJUSTMENT	DISCREPANCY MARGINAL ADAPTATION	SAMPLE SIZE	SAMPLE TYPE
Lee W-S, Lee D-H, Lee K-B	Milling Machine: Zirkonzahn 3D printing: Stratasys y Dentis	Zirkonzahn milling machine: 171,6 (97,4) $\mu\text{m}$ Stratasys printer: 149,1 (65,9) $\mu\text{m}$ Dentis printer: 91,1 (36,4) $\mu\text{m}$	Zirkonzahn milling machine: 120 $\mu\text{m}$ . Stratasys printer: 120 $\mu\text{m}$ . Dentis printer: 120 $\mu\text{m}$ .	30 temporary crowns in total: 10 for each group.	Upper first molar.
Wu J, Xie H, Sadr A, Chung K-H	Milling Machine:: Biotech ME 300. 3D printing:Stratasys Direct Eden 500V. Manual manufacturing technique: self-curing resin-based composite material (LuxaCrown)	Biotech ME 300 milling machine: 323 $\mu\text{m}$ Stratasys printer: 303 $\mu\text{m}$ Manual manufacturing: 229 $\mu\text{m}$	<u>PVS Replication Method</u> <u>Biotech ME 300 milling</u> <u>machine: 96.9±60.2 <math>\mu\text{m}</math>.</u> <u>Printer: Stratasys: 20.8±70.9</u> <u><math>\mu\text{m}</math>.</u> <u>Manual fabrication technique:</u> <u>71.3±64.9 <math>\mu\text{m}</math>.</u>  <u>OCT scanning technique</u> <u>Biotech ME 300 milling</u> <u>machine: 99.6±54.6 <math>\mu\text{m}</math>.</u> <u>Printer: Stratasys:</u> <u>143.1±39.9<math>\mu\text{m}</math>.</u> <u>Manual fabrication technique:</u> <u>82.7±65.8 <math>\mu\text{m}</math>.</u>	48 temporary crowns in total: 16 for each group.	Lower left first molar.
Son K, Lee J-H, Lee K-B.	Milling Machine: CORITEC 250i 3D printing: SLA (SLA ZENITH U, Dentis) DLP (RAYDENT Studio)	Internal adjustment occlusal region : Milling machine: 36.9±4.4 $\mu\text{m}$ . SLA printer: 23.6 ± 5.3 $\mu\text{m}$ , DLP printer: 29.0 ± 3.6 $\mu\text{m}$ .  Internal adjustment axial region: Milling machine: 50.5±8.3 $\mu\text{m}$ .	/	45 temporary crowns in total: 15 for each group	Upper right first molar.

		<p>SLA printer: 27.6±6.5 µm. DLP printer: 30,9±5.6 µm</p> <p>Internal adjustment marginal region: Milling machine: 45.2±8.2µm. SLA Printer: 26.7±4.4 µm DLP Printer: 7.0±4.4µm</p>			
Kang S-Y, Park J-H, Kim J-H, Kim W-C	<p>Milling Machine: Roland DWX-50</p> <p>3Dprinting : ZENITH Z512</p>	<p>Milling machine: Roland: 13,8 ± 0,6 µm Zenith Z512 Printer: 18.7±6.2 µm</p>	<p>Milling machine: Roland: 25,4 ± 3,1 µm Zenith Z512 printer: 26.9±8.5 µm</p>	22 crowns in total: 11 for each group.	Upper right first molar.
Tahayeri A, Morgan M, Fugolin AP, Bompolaki D, Athirasala A, Pfeifer CS y cols.	<p>Milling Machine: Aro 5X-200.</p> <p>3D printing: SLA (Formlabs) y DLP (Dent 510).</p>	<p>Aro 5X-200 milling machine: : 179.6 µm. SLA printer (Formlabs): 96.7µm. DLP printer (Dent 510): 131.1 µm.</p>	<p>Aro 5X-200 milling machine: 179.6 µm. SLA printer (Formlabs): 96.7µm. DLP printer (Dent 510): 131.1 µm.</p>	45 crowns in total: 15 for each group.	Lower left first molar.

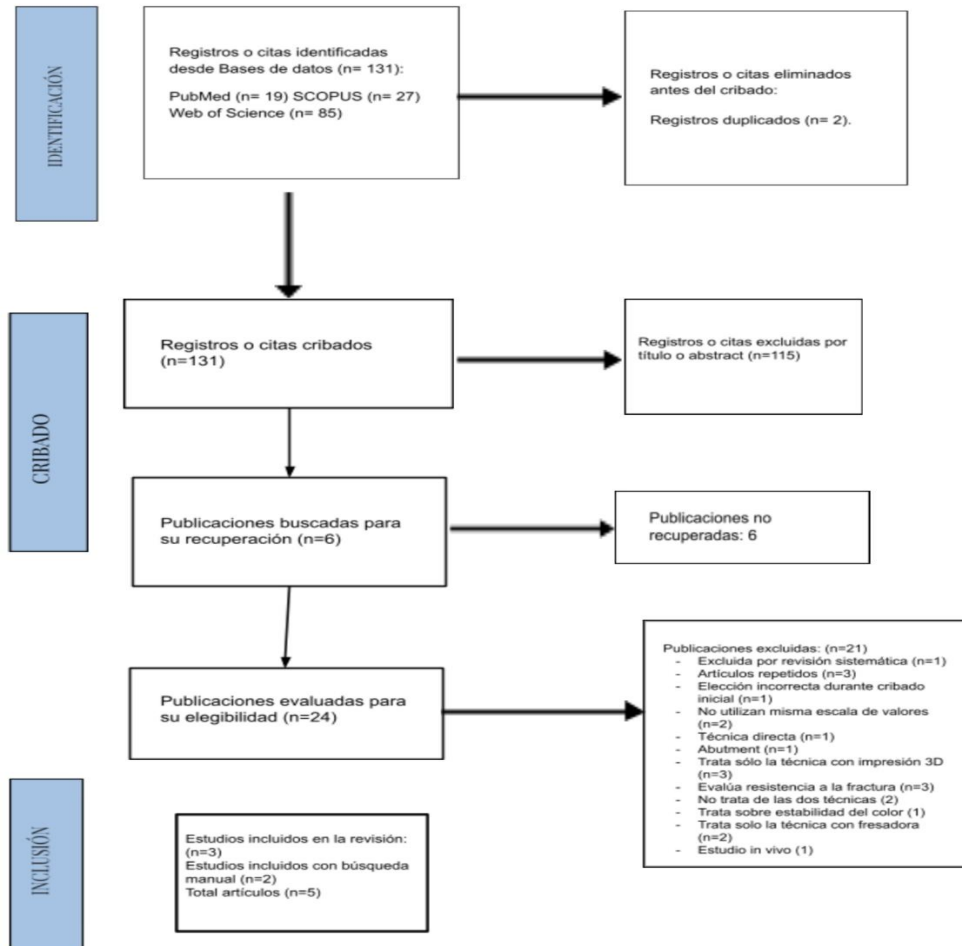
**Tabla 2:** Results of 3D printer and milling machine types, classification and methods.

BRAND NAME	CLASSIFICATION	DISCREPANCY INTERNAL ADJUSTMENT	DISCREPANCY MARGINAL ADAPTATION
Zirkonzahn	5 ejes	171,6 (97,4) $\mu\text{m}$ 91,1 (36,4) $\mu\text{m}$	120 $\mu\text{m}$ .
Stratasys	FDM	149,1 (65,9) $\mu\text{m}$	120 $\mu\text{m}$ .
Dentis	SLA	91,1 (36,4) $\mu\text{m}$	120 $\mu\text{m}$ .
Roland DWX-50	5 ejes	13,8 $\pm$ 0,6 $\mu\text{m}$	25,4 $\pm$ 3,1 $\mu\text{m}$
Dentis: ZENITH Z512	SLA	18,7 $\pm$ 6,2 $\mu\text{m}$	26,9 $\pm$ 8,5 $\mu\text{m}$
Biotech ME 300.	3 ejes	323 $\mu\text{m}$	<u>PVS Replication Method</u> 96.9 $\pm$ 60.2 $\mu\text{m}$ . <u>OCT scanning technique</u> 99.6 $\pm$ 54.6 $\mu\text{m}$
Stratasys Direct Eden500V.	SLA	303 $\mu\text{m}$	<u>PVS Replication Method</u> 20.8 $\pm$ 70.9 $\mu\text{m}$ . <u>OCT scanning technique</u> 143.1 $\pm$ 39.9 $\mu\text{m}$ .

CORITEC 250i.	5 ejes	Internal fit occlusal region: 36.9±4.4µm. Internal fit axial region: 50.5±8.3µm. Internal fit marginal region: 45.2±8.2µm.	/
Dentis: ZENITH U	SLA	Internal adjustment occlusal region occlusal region: 23.6±5.3 µm. Internal fit axial region: 27.6±6.5 µm. Internal fit marginal region: 26.7±4.4 µm.	/
RAYDENT Studio	DLP	Internal fit occlusal region: 29.0 ± 3.6 µm Internal fit axial region: 0.9±5.6 µm InternalL fit marginal region: 7,0±4.4µm	/
Aro 5X-200.	5 ejes	179,6 µm.	179,6 µm.
Formlabs	SLA	96.7µm	96.7µm
Dentis: Dent 510	DLP	131,1 µm	131,1 µm



GRAFICO 1: Flow chart



**PRECISIÓN Y EXACTITUD DE CORONAS PROVISIONALES FRESADAS VS IMPRESAS:  
UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA.**

**Autores: Genesis Bonelli Acebo Coronel<sup>1</sup>, Cristina Rech Ortega<sup>2</sup>**

*1 5th year student of the Dentistry degree at the European University of Valencia,  
Valencia, Spain.*

*2 Assistant Professor of prosthesis stomatology, Stomatology Department, Faculty of  
Medicine and Dentistry, University of Valencia, Valencia, Spain. Professor Faculty of  
Dentistry, European University of Valencia, Valencia, Spain.*

**Correspondència**

Genesis Bonelli Acebo Coronel  
Paseo Alameda 7, Valencia  
46010, Valencia [genesisbonelli@outlook.it](mailto:genesisbonelli@outlook.it)

## **Resumen**

**Introducción:** El flujo digital en Odontología ha ganado importancia gracias a las herramientas CAD/CAM que permiten el diseño y fabricación de prótesis dentales. El proceso consta de digitalización, diseño por ordenador y tecnología de producción. La fabricación asistida por ordenador (CAM) se realiza mediante impresoras 3D o fresadoras, cada una con sus ventajas e inconvenientes. Los materiales más utilizados son resinas y polímeros. El objetivo del presente estudio es comparar y evaluar la precisión y exactitud de coronas provisionales fabricadas mediante fresado y sistema de impresión 3D.

**Material y método:** Se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos PubMed, Scopus y Web Of Science sobre precisión y exactitud de coronas provisionales impresas frente fresadas hasta noviembre de 2022.

**Resultados:** De los 149 artículos analizados, solo 5 cumplieron los criterios de inclusión y evaluaron la precisión y exactitud en la fabricación de coronas provisionales. Se compararon las discrepancias en el ajuste interno y la adaptación marginal en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ). Las impresoras 3D (SLA y DLP) y las fresadoras de 5 ejes mostraron mayor precisión y exactitud a la hora de confeccionar coronas provisionales. Hubo una diferencia estadística en cuanto a la discrepancia del ajuste interno mientras que la diferencia fue mínima para la adaptación marginal.

**Conclusión:** Las impresoras 3D mostraron mayor precisión en la fabricación de coronas provisionales en comparación con las fresadoras. Los métodos más utilizados en las impresoras 3D fueron SLA y DLP, mientras que las fresadoras de 5 ejes ofrecieron mayor precisión y exactitud en la técnica de fresado.

**Palabras claves:** Coronas Provisionales; Restauración Dental; Prótesis Dentales Fijas Provisionales; Coronas Provisionales Impresas; Impresoras 3D; Coronas Provisionales Fresadas; Fresadoras; CAD; CAM; CAD/CAM; Odontología Digital; Precisión de coronas provisionales; Precisión Oclusal; Exactitud coronas provisionales; Exactitud coronas provisionales fresadas.

## **Introducción**

El flujo digital está adquiriendo, hoy en día, más importancia en Odontología gracias a las nuevas herramientas que está ofreciendo en cada rama que le pertenece. En particular, desde la llegada de los sistemas CAD/CAM (diseño asistido por ordenador/fabricación asistida por ordenador) se ha creado una nueva manera y modalidad de trabajo que se está difundiendo de manera rápida entre los profesionales (1). Ésta tecnología ayuda al diseño y la elaboración de prótesis mediante un sistema informático aportando numerosas ventajas e innovaciones, sobre todo en la prótesis fija (2). Entre las principales ventajas de la tecnología CAD/CAM encontramos una alta precisión, mayor estética, rapidez en la fabricación de piezas, mejor planificación de la intervención, y una reducción de la cantidad de visitas del paciente a la consulta. Sin embargo también presentan ciertas desventajas como son: la preparación específica que debe realizar el profesional que va a trabajar con este sistema y el coste relevante que requiere el equipamiento tecnológico (3). Ésta tecnología digital se puede aplicar para diferentes tipos de tratamientos como férulas de descarga, coronas en prótesis fijas o provisionales, guías quirúrgicas para el posicionamiento de implante etc..

Principalmente el flujo digital consta de tres procesos específicos: (4)

1. Digitalización de la preparación dentaria o de la superficie escanear mediante los escáneres intraorales.
2. Diseño por ordenador (CAD). A partir de la información obtenida con la digitalización se pueden crear tanto modelos como restauraciones dentales. (4).
3. Tecnología de producción (CAM): consiste en el fresado o en la impresión del diseño realizado en el paso anterior.

La tecnología CAM, fabricación asistida por ordenador, se basa en la obtención física del diseño anteriormente realizado (CAD). Existen dos tipos de fabricación CAM: la aditiva y la sustractiva (5). La técnica aditiva se utiliza para producir objetos 3D colocando capas sucesivas de un mismo material (6). La técnica sustractiva se refiere al fresado controlado por un ordenador de una forma deseada a partir de un bloque de material prefabricado (7).

## **Materiales y Método**

La presente revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo la declaración de la Guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta- Analyses) (8).

### **Pregunta Pico**

El formato de la pregunta se estableció de acuerdo con la pregunta estructurada PICO:

- **P (población):** Coronas provisionales sobre dientes de resina o modelos maestros.
- **I (intervención):** Técnica de impresión 3D.
- **C (comparación):** Técnica de fresadora.
- **O (resultados):** Evaluar cual entre las dos técnicas ofrece mayor precisión y exactitud a la hora de realizar coronas provisionales.

### **Criterios de elegibilidad**

- Criterios de inclusión:
  - Estudios ensayos clínicos, estudios de cohortes, series de casos, y estudios in-vitro.
  - Artículos publicados en inglés, español o italiano.
  - Artículos de los últimos 10 años.
  - Artículos basados en estudios realizados in vitro.
  - Artículos basados en la fabricación de coronas provisionales.
  
- Criterios de exclusión:
  - Revisiones sistemáticas.
  - Estudios sobre la fabricación de coronas definitivas.
  - Estudios experimentales sobre animales.
  - Estudios en los que no se midió precisión y exactitud de coronas provisionales.
  - Estudios en los que no fueron evaluadas la precisión y exactitud a la hora de imprimir o fresar.

### **Fuentes de información y estrategia de búsqueda**

Se llevó a cabo una búsqueda en las bases de datos PubMed, Web of Science y Scopus. Las palabras claves utilizadas fueron las siguientes: Provisional Dentistry Crowns; Dental Restoration; Provisional Restoration; Provisional Fixed Dental Prosthesis; Milled Provisional Crowns; Printed Provisional Crowns; 3D Printing; Milling Machines; CAD; CAM; CAD/CAM; Digital Dental; Denture Precision Attachment; Occlusal Precision; Accuracy Provisional Crowns; Accuracy Milling Machines. Se utilizó el filtro "últimos 10 años". Los operadores booleanos AND; OR, NOT se utilizaron como fue requerido para la estrategia de la búsqueda. Los términos MeSH fueron empleados en la base de datos de Pubmed; mientras que en Scopus y Wos se utilizaron los descriptores de ciencias de la Salud. La estrategia de búsqueda con la base de datos Pubmed fue la siguiente:

((provisional dentistry crowns) OR (dental restoration)) OR (provisional restoration) OR (provisional fixed dental prosthesis[MeSH Terms]) AND (((printed provisional crowns) OR (3D printing)) OR (cad cam)) ) OR (cad)) OR (cam) AND (((milled provisional crowns) OR (milling machines)) OR (cad cam)) OR (cad)) OR (cam) AND (((denture precision attachment[MeSH Terms]) OR (occlusal precision)) OR (accuracy provisional crowns)) OR (accuracy milling machines).

### **PROCESO DE SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS**

Se realizó un proceso de selección en tres etapas. La selección de los estudios fue llevada a cabo por dos revisores (G.B.A.C, C.R.O). En la primera etapa se filtraba por los títulos con el objeto de eliminar publicaciones irrelevantes. En la segunda etapa se analizó abstract/resúmenes y bibliografía. En la tercera y última etapa se analizó el texto de los artículos por completo en busca de la bibliografía relevante según los criterios de inclusión y exclusión.

### **EXTRACCIÓN DE DATOS**

Se llevó a cabo mediante una lectura crítica evaluando los diferentes contenidos de los artículos, y la información extraída se basó en los objetivos de la investigación. De cada estudio se obtuvieron los siguientes datos: Apellido del primer autor, año de publicación, tipo de estudio: estudios experimentales in vitro, número de dientes (dientes en resina en los que se va a realizar una corona provisional), exactitud

impresoras 3D y fresadoras (en pag valor,  $\mu\text{m}$ ), precisión impresoras 3D y fresadoras (%), tipos de impresoras 3D, tipos de fresadoras.

### **VALORACIÓN DE LA CALIDAD**

La valoración del riesgo de sesgo fue evaluada por dos revisores (G.B.A.C, C.R.O) con el objeto de analizar la calidad metodológica de los artículos incluidos. Los autores evaluaron la calidad de los artículos usando las pautas modificadas ARRIVE y CONSORT (consolidated reporting of trials). Se aplicaron criterios para evaluar la calidad metodológica del artículo en cuanto a su correcta realización y en cuanto a la estructura del título, resumen, introducción, métodos, resultados, discusión y conclusiones (9). La evaluación se basó en un sistema de calificación predefinido de la lista de verificación para estudios in vitro (10).

### **SÍNTESIS DE DATOS**

Se comparan las variables de resultados entre los diferentes estudios y se agrupan según el grupo que se va a evaluar (impresoras 3D y fresadoras). En función del tipo de variable a estudiar las muestras se dividieron en dos grupos: precisión de las impresoras 3D y fresadoras, y exactitud de las impresoras 3D y fresadoras. Para esto fue necesario realizar una media ponderada de los resultados obtenidos por los diferentes artículos analizados.

### **RESULTADOS**

#### **SELECCIÓN DE ESTUDIOS**

Se obtuvieron un total de 131 artículos del proceso de búsqueda inicial: PubMed (n=19), SCOPUS (n=27) y la Web of Science (n=85). De estas publicaciones, 28 se identificaron como artículos potencialmente elegibles mediante el cribado por títulos, abstract y full text. Los artículos de texto completo fueron posteriormente obtenidos y evaluados a fondo. Como resultado, 5 artículos cumplieron con los criterios de inclusión y fueron incluidos en la presente revisión sistemática (Fig. 1).

## **ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS REVISADOS**

De los 5 artículos incluidos en la presente revisión, 4 artículos miden en  $\mu\text{m}$  la discrepancia del ajuste interno y discrepancia de la adaptación marginal por medio de diferentes marcas de impresoras 3D y fresadoras (11, 12, 13, 14); mientras que uno mide solo, siempre en  $\mu\text{m}$ , la discrepancia del ajuste interno (15). Todos los artículos fueron elegidos por ser estudios in vitro.

## **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD METODOLÓGICA Y RIESGOS DE SESGO**

Para los 5 estudios fue evaluado el riesgo de sesgo y se encontró un bajo riesgo de sesgo en los artículos realizados por Wan-Sun L. y cols 2017 (11), Kang S-Y y cols. 2018 (12), Wu J. y cols. 2021 (13) y Son K y cols. 2021 (15). Mientras que se encontró un sesgo moderado en el artículo realizado por Thakare A. y cols. 2002 (14). Las técnicas utilizadas en los estudios incluyen fresadoras (como Zirkonzahn, Biotech ME 300, CORITEC 250i y Roland DWX-50), impresoras 3D (como Stratasys, Dentis, Formlabs y Zenith Z512) y técnicas de fabricación manual utilizando un material a base de resina (LuxaCrown). La discrepancia en el ajuste interno y la adaptación marginal se expresa en micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) y se enumera para cada técnica utilizada en los estudios. El ajuste interno se refiere al ajuste que existe entre la restauración dental (en este caso la corona provisional) y el diente preparado mientras que la adaptación marginal se refiere al ajuste del margen de la restauración definida como el espacio existente entre la línea de preparación del diente al margen de la restauración. Cuanto menor sea la discrepancia, mejor será el ajuste y la precisión de la restauración. En cuanto a tipo, clasificación y método de procesamiento podemos ver que las técnicas empleadas más utilizadas en esta revisión sistemática son impresoras 3D (SLA y DLP) y fresadoras (prevalentemente de 5 ejes). Hay que tener en cuenta que cada máquina o tecnología tiene sus propias ventajas e inconvenientes, y es importante considerar factores como exactitud, precisión, acabado superficial, velocidad, coste y compatibilidad con materiales y software también de los otros tipos de fresadoras e impresoras 3D. En cuanto a la Tabla 5 podemos observar que por ejemplo la fresadora Roland DWX-50 y Dentis ZENITH Z512 SLA tienen discrepancias internas muy bajas, lo que las convierte en buenas opciones potenciales para aplicaciones de alta precisión mientras que, por



el contrario, la impresora FDM de Stratasys tiene una resolución relativamente baja en comparación con las otras impresoras 3D.

## **DISCUSION**

### **EXACTITUD Y PRECISIÓN: DISCREPANCIA AJUSTE INTERNO**

En el estudio realizado por Wan-Sun L y cols. (15), en el cual se empleó una fresadora de 5 ejes, se obtuvo una discrepancia de ajuste interno de  $171,6 (97,4) \mu\text{m}$ , que resultó ser similar al obtenido por Akshay T y cols. (14) en su estudio ( $179,6 \mu\text{m}$ ).

De la misma manera, Son K y cols. (15) y Kang S-Y y cols (12), obtuvieron, empleando el mismo tipo de fresadora, unos desajustes de  $45,2 \pm 8,2 \mu\text{m}$  y  $13,8 \pm 0,6 \mu\text{m}$ , respectivamente, siendo estos valores inferiores a los obtenidos en los estudio anteriormente comentados. Por el contrario, Lee W-S y cols. (11) evaluaron en su estudio una fresadora de 3 ejes y la técnica manual. Con el uso de la fresadora obtuvieron un resultado de  $323 \mu\text{m}$  de discrepancia de desajuste interno, mientras que con la técnica manual de  $229 \mu\text{m}$ . Teniendo en cuenta que cuanto menor sea la discrepancia mejor será el ajuste y la precisión de la restauración, estas opciones resultaron ser poco precisas en la fabricación de coronas provisionales. Por otro lado, la discrepancia del ajuste interno fue también evaluada en coronas provisionales realizada con impresoras 3D, y se obtuvieron los siguientes resultados. Lee W-S y cols. (15) obtuvo en su estudio un desajuste interno de  $149,1 \pm 65,9 \mu\text{m}$  con una impresora FDM y de  $91,1 \pm 36,4 \mu\text{m}$  con el uso de una impresora SLA. Sin embargo, Wu J y cols. (13), usando también una impresora impresora SLA obtuvieron un valor de  $303 \mu\text{m}$ .

De la misma manera diferentes autores emplearon para valorar la discrepancia del ajuste interno dos tipos de impresora SLA y DLP. En el caso de la impresora SLA Son K. y cols. (15) obtuvo una discrepancia de  $26,7 \pm 4,4 \mu\text{m}$ , Thakare A y cols. (14) de  $96,7 \mu\text{m}$  y Kang S-Y y cols. (12) de  $18,7 \pm 6,2 \mu\text{m}$ . Por el contrario en el caso de la impresora DLP Son K y cols. (15) consiguió un valor de  $7,0 \pm 4,4 \mu\text{m}$  y Thakare A y cols. (14) de  $131,1 \mu\text{m}$ . Hoy en día existe una gran controversia en la literatura respecto a este tema, algunos autores como Giannetti y cols. (16) reportaron valores similares en la evaluación del ajuste interno de coronas fresadas ( $63 \mu\text{m}$ ) en comparación con las impresas ( $44 \mu\text{m}$ ). Autores como Peng CC. y cols. (17,18), en los dos estudios

realizados para evaluar la discrepancia del ajuste interno, no están totalmente de acuerdo con los resultados obtenidos ya que afirman que se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el desajuste interno entre coronas fresadas e impresas. De hecho, en su primer estudio obtuvieron un valor de 180  $\mu\text{m}$  para las coronas fresadas y de 160  $\mu\text{m}$  para las impresas, mientras que en el segundo estudio, los valores encontrados fueron de  $150 \pm 30 \mu\text{m}$  para las coronas fresadas y de  $140 \pm 30 \mu\text{m}$  para las impresas.

## **10.2 EXACTITUD Y PRECISIÓN: DISCREPANCIA ADAPTACIÓN MARGINAL**

En la presente revisión sistemática, los autores evaluaron la adaptación marginal de las coronas provisionales tanto impresas como fresadas. Se observaron valores ligeramente más bajos en las coronas provisionales impresas mediante impresoras 3D en comparación con las fresadas. Sin embargo, es importante destacar que la diferencia no fue significativamente amplia. En el estudio de Lee W-S y colaboradores (11), se observó que la discrepancia marginal encontrada en la fresadora de 5 ejes fue de 120  $\mu\text{m}$ , valor similar al encontrado por Akshay T. y cols. (14) en su estudio utilizando también una fresadora de 5 ejes (179,6  $\mu\text{m}$ ). Al contrario, en el estudio de Kang S-Y y cols. (12) se observó una disminución en la discrepancia marginal evaluada en fresadora de 5 ejes ( $25,4 \pm 3,1\mu\text{m}$ ). Wu J y cols. (13), en cambio, realizaron el estudio en una fresadora de 3 ejes con dos métodos diferentes: método de réplica de PVS y técnica de escaneo OCT. Los resultados que obtuvieron fueron de  $96.9 \pm 60,3 \mu\text{m}$  para el método de PVS y  $99.6 \pm 54,6 \mu\text{m}$  para la técnica de escaneo OCT.

La discrepancia de la adaptación marginal fue también evaluada en coronas provisionales realizada con impresoras 3D, donde los resultados obtenidos destacaron que la diferencia obtenida entre fresadoras y impresoras 3D era mínima. En el estudio realizado por Lee W-S . et cols. (11) los resultados obtenidos para las impresoras SLA y FDM fueron respectivamente 91,1 (36,4)  $\mu\text{m}$  y 149,1 (65,9)  $\mu\text{m}$ , similares a los resultados de Akshay T. et cols. (14) (96,7  $\mu\text{m}$  para la impresora SLA y 131,1 para la impresora DLP) y de Wu J. y cols. (13) ( $20,8 \pm 70,9 \mu\text{m}$  con el método de réplica PVS y de  $143,1 \pm 39,9 \mu\text{m}$  con la técnica de escaneo OCT). Al contrario, Kang S-Y et cols.(12) con el uso de una impresora SLA, obtuvieron valores ligeramente más bajos respecto a los estudios comentados anteriormente (  $26,9 \pm 8,5 \mu\text{m}$ ). La literatura se encuentra en

contraste ya que para algunos autores la discrepancia de la adaptación marginal de coronas provisionales realizadas con fresadoras y impresoras 3D resulta ser más o menos iguales (17,18), mientras que para otros autores (19,20) la impresoras 3D tienden a tener una mejor adaptación marginal. Según Pen CC y cols. (17,18) en los dos estudios evaluados la discrepancia de la adaptación marginal depende sobre todo del tipo de impresora y fresadora que se va a utilizar, hipótesis apoyada por Kim DY y cols (19) que afirmaron que, por ejemplo, el sitio donde se encuentra la mayor parte de discrepancia marginal depende del tipo de impresora utilizada: tecnología de procesamiento de luz digital (DLP) en el que la resina líquida es polimerizada capa por capa por una fuente de luz digital o método de estereolitografía en los que los materiales fueron polimerizados por láser. Además Kim DY y cols. (19) afirman que la precisión del mecanizado, el diseño de las fresas, el ajuste y control durante el proceso y por último también la calidad del material elegido, permiten la realización de coronas provisionales fresadas con una adaptación marginal similar a las impresas. Por otro lado, Mohajeri M. y cols. (20) afirman que el método de fresado podría ser difícil y dar algunos problemas a la hora de realizar coronas provisionales debido al uso de la técnica sustractiva, al tamaño de la fresa y a sus movimientos. De la misma forma sostienen que la discrepancia de adaptación marginal tendría que ser alrededor de 150  $\mu\text{m}$ , valores no respetados por las restauraciones realizadas con fresadoras.

A pesar de las limitaciones, las impresoras 3D (SLA y DLP) evidenciaron una mayor precisión y exactitud en la confección de las coronas provisionales frente a las fresadoras (5 ejes). Sin embargo, la evidencia actual es limitada debido a la falta de información sobre la calidad metodológica

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Tahayeri A, Morgan M, Fugolin AP, Bompolaki D, Athirasala A, Pfeifer CS, et al. 3D printed versus conventionally cured provisional crown and bridge dental materials. *Dent Mater.* 2018 ;34(2):192–200.
2. Mayer J, Stawarczyk B, Vogt K, Hickel R, Edelhoff D, & Reymus M. Influence of cleaning methods after 3D printing on two-body wear and fracture load of resin-based temporary crown and bridge material. *Clinical Oral Investigations.* 2021; 25 (10): 5987–96.
3. Rivera Guerrero CP, Aguirre Parra EG, Bautista JM, Gomez PR. Tecnología CAD/CAM en la consulta dental. *Dominio Las Cienc.* 2017; 3(2):799–821.

4. Fasbinder DJ. Digital dentistry: innovation for restorative treatment. *Compend Contin Educ Dent*. 2010;31 Spec No 4:2–11.
5. Mühlemann S, Hjerpe J, Hämmerle CHF, Thoma DS. Production time, effectiveness and costs of additive and subtractive computer-aided manufacturing (CAM) of implant prostheses: A systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2021;32 Suppl 21(S21):289–302.
6. Kafle A, Luis E, Silwal R, Pan HM, Shrestha PL, Bastola AK. 3D/4D printing of polymers: Fused deposition modelling (FDM), selective laser sintering (SLS), and stereolithography (SLA). *Polymers (Basel)*. 2021;13(18):3101.
7. Mohajeri M, Khazaei S, Vafae F, Firouz F, Ghorbani Gholiabad S, Shisheian A. Marginal fit of temporary restorations fabricated by the conventional chairside method, 3D printing, and milling. *Front Dent*. 2021;18:31.
8. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg*. 2010; 8:336–41.
9. Astudillo-Rubio D, Delgado-Gaete A, Bellot-Arcís C, José María Montiel-Company, Pascual-Moscardó A, Almerich-Silla JM. Mechanical properties of provisional dental materials: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2018;13(2):e0193162.
10. Ramamoorthi M, Bakkar M, Jordan J, Tran SD. Osteogenic Potential of Dental Mesenchymal Stem Cells in Preclinical Studies: A Systematic Review Using Modified ARRIVE and CONSORT Guidelines. *Stem Cells Int*. 2015; 2015:378368.
11. Lee W-S, Lee D-H, Lee K-B. Evaluation of internal fit of interim crown fabricated with CAD/CAM milling and 3D printing system. *J Adv Prosthodont*. 2017;9(4):265–70.
12. Kang S-Y, Park J-H, Kim J-H, Kim W-C. Accuracy of provisional crowns made using stereolithography apparatus and subtractive technique. *J Adv Prosthodont*. 2018;10(5):354–60.
13. Wu J, Xie H, Sadr A, Chung K-H. Evaluation of internal fit and marginal adaptation of provisional crowns fabricated with three different techniques. *Sensors (Basel)*. 2021;21(3):740.
14. Thakare A, Ramesh S, Patil V, Meenakshi S, Ramu R, Byakodi R. Comparative evaluation of internal and marginal fit of interim crowns fabricated by CAD/CAM milling and two different 3D printing systems - An in vitro study. *Mater Today*. 2022; 62:A1–9.
15. Son K, Lee J-H, Lee K-B. Comparison of intaglio surface trueness of interim dental crowns fabricated with SLA 3D printing, DLP 3D printing, and milling technologies. *Healthcare (Basel)*. 2021;9(8):983.
16. Giannetti L, Apponi R, Mordini L, Presti S, Breschi L, Mintrone F. The occlusal precision of milled versus printed provisional crowns. *J Dent*. 2022;117(103924):103924.

17. Peng C-C, Chung K-H, Yau H-T, Ramos V Jr. Assessment of the internal fit and marginal integrity of interim crowns made by different manufacturing methods. *J Prosthet Dent.* 2020;123(3):514–22.
18. Peng C-C, Chung K-H, Ramos V Jr. Assessment of the adaptation of interim crowns using different measurement techniques. *J Prosthodont.* 2020;29(1):87–93.
19. Kim D-Y, Jeon J-H, Kim J-H, Kim H-Y, Kim W-C. Reproducibility of different arrangement of resin copings by dental microstereolithography: Evaluating the marginal discrepancy of resin copings. *J Prosthet Dent.* 2017;117(2):260–5.
20. Mohajeri M, Khazaei S, Vafae F, Firouz F, Ghorbani Gholiabad S, Shisheian A. Marginal fit of temporary restorations fabricated by the conventional chairside method, 3D printing, and milling. *Front Dent.* 2021;18:31.

**Financiamiento:** ninguno declarado.

**Conflicto de interés:** ninguno declarado

**TABLA 1:** Resultados del ajuste interno y adaptación marginal en coronas provisionales.

AUTOR/ES	TÉCNICAS UTILIZADAS	DISCREPANCIA AJUSTE INTERNO	DISCREPANCIA ADAPTACIÓN MARGINAL	TAMAÑO DE LA MUESTRA	TIPO DE MUESTRA
Lee W-S, Lee D-H, Lee K-B	Fresadora: Zirkonzahn Impresora 3D: Stratasys y Dentis	Fresadora Zirkonzahn: 171,6 (97,4) $\mu\text{m}$ Impresora Stratasys: 149,1 (65,9) $\mu\text{m}$ Impresora Dentis: 91,1 (36,4) $\mu\text{m}$	Fresadora Zirkonzahn: 120 $\mu\text{m}$ o menos. Impresora Stratasys: 120 $\mu\text{m}$ o menos. Impresora Dentis: 120 $\mu\text{m}$ o menos.	30 coronas provisionales en total: 10 por cada grupo	Primer molar superior
Wu J, Xie H, Sadr A, Chung K-H	Fresadora: Biotech ME 300. Impresora: Stratasys Direct Eden 500V. Técnica de fabricación manual: material compuesto autopolimerizado a base de resina (LuxaCrown)	Fresadora Biotech ME 300: 323 $\mu\text{m}$ Impresora: Stratasys: 303 $\mu\text{m}$ Técnica de fabricación manual: 229 $\mu\text{m}$	<u>Método de Réplica de PVS</u> Fresadora Biotech ME 300: 96,9 $\pm$ 60,2 $\mu\text{m}$ . Impresora: Stratasys: 20,8 $\pm$ 70,9 $\mu\text{m}$ . Técnica de fabricación manual: 71,3 $\pm$ 64,9 $\mu\text{m}$ .  <u>Técnica de escaneo OCT</u> Fresadora Biotech ME 300: 99,6 $\pm$ 54,6 $\mu\text{m}$ Impresora: Stratasys: 143,1 $\pm$ 39,9 $\mu\text{m}$ . Técnica de fabricación manual: 82,7 $\pm$ 65,8 $\mu\text{m}$	48 coronas provisionales en total: 16 por cada grupo	Primer molar inferior izquierdo
Son K, Lee J-H, Lee K-B.	Fresadora: CORITEC 250i Impresora 3D: SLA (SLA ZENITH U, Dentis) DLP (RAYDENT Studio)	Ajuste interno región oclusal : Fresadora: 36,9 $\pm$ 4,4 $\mu\text{m}$ . Impresora SLA: 23,6 $\pm$ 5,3 $\mu\text{m}$ , Impresora DLP: 29,0 $\pm$ 3,6 $\mu\text{m}$  Ajuste interno región axial: Fresadora: 50,5 $\pm$ 8,3 $\mu\text{m}$ . Impresora SLA: 27,6 $\pm$ 6,5 $\mu\text{m}$ .	/	45 coronas provisionales en total: 15 por cada grupo	Primer molar superior derecho

		<p>Impresora DLP: 30,9±5.6 µm</p> <p>Ajuste interno región marginal: Fresadora: 45.2±8.2µm. Impresora SLA: 26.7±4.4 µm Impresora DLP: 7,0±4.4µm</p>			
<p>Kang S-Y, Park J-H, Kim J-H, Kim W-C</p>	<p>Fresadora: Roland DWX-50</p> <p>Impresora 3D: ZENITH Z512</p>	<p>Fresadora: Roland: 13,8 ± 0,6 µm Impresora Zenith Z512: 18,7±6,2 µm</p>	<p>Fresadora: Roland: 25,4 ± 3,1 µm Impresora Zenith Z512: 26,9±8,5 µm</p>	<p>22 coronas en total: 11 por cada grupo.</p>	<p>Primer molar superior derecho</p>
<p>Tahayeri A, Morgan M, Fugolin AP, Bompolaki D, Athirasala A, Pfeifer CS y cols.</p>	<p>Fresadora: Aro 5X-200. Impresora 3D: SLA (Formlabs) y DLP (Dent 510).</p>	<p>Fresadora Aro 5X-200: : 179,6 µm. Impresora SLA (Formlabs): 96.7µm Impresora DLP (Dent 510): 131,1 µm</p>	<p>Fresadora Aro 5X-200: 179,6 µm. Impresora SLA (Formlabs): 96.7µm Impresora DLP (Dent 510): 131,1 µm</p>	<p>45 coronas en total: 15 por cada grupo.</p>	<p>Primer molar inferior izquierdo</p>

**Tabla 2:** Resultados de tipos, clasificación y métodos de impresora 3D y fresadoras.

MARCA COMERCIAL	CLASIFICACIÓN	DISCREPANCIA AJUSTE INTERNO	DISCREPANCIA ADAPTACIÓN MARGINAL
Sistema de Fresado: Zirkonzahn	5 ejes	171,6 (97,4) $\mu\text{m}$ 91,1 (36,4) $\mu\text{m}$	120 $\mu\text{m}$ .
Stratasys	FDM	149,1 (65,9) $\mu\text{m}$	120 $\mu\text{m}$ .
Dentis	SLA	91,1 (36,4) $\mu\text{m}$	120 $\mu\text{m}$ .
Roland DWX-50	5 ejes	13,8 $\pm$ 0,6 $\mu\text{m}$	25,4 $\pm$ 3,1 $\mu\text{m}$
Dentis: ZENITH Z512	SLA	18,7 $\pm$ 6,2 $\mu\text{m}$	26,9 $\pm$ 8,5 $\mu\text{m}$
Biotech ME 300.	3 ejes	323 $\mu\text{m}$	<u>Método de Réplica de PVS</u> 96,9 $\pm$ 60.2 $\mu\text{m}$ . <u>Técnica de escaneo OCT</u> 99.6 $\pm$ 54.6 $\mu\text{m}$
Stratasys Direct Eden500V.	SLA	303 $\mu\text{m}$	<u>Método de Réplica de PVS</u> 20.8 $\pm$ 70,9 $\mu\text{m}$ . <u>Técnica de escaneo OCT</u> 143.1 $\pm$ 39.9 $\mu\text{m}$ .



CORITEC 250i.	5 ejes	Ajuste interno región oclusal: 36,9±4.4µm. Ajuste interno región axial: 50.5±8.3µm. Ajuste interno región marginal:45.2±8.2µm.	/
Dentis: ZENITH U	SLA	Ajuste interno región oclusal: 23,6 ± 5,3 µm. Ajuste interno región axial: 27.6±6.5 µm. Ajuste interno región marginal: 26.7±4.4 µm	/
RAYDENT Studio	DLP	Ajuste interno región oclusal: 29,0 ± 3,6 µm Ajuste interno región axial: 0,9±5.6 µm Ajuste interno región marginal: 7,0±4.4µm	/
Aro 5X-200.	5 ejes	179,6 µm.	179,6 µm.
Formlabs	SLA	96.7µm	96.7µm
Dentis: Dent 510	DLP	131,1 µm	131,1 µm

GRAFICO 1: Flow chart

