

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Odontología

Carrera de Odontología

ANÁLISIS DE PESO ESTRUCTURAL DE RESINA DE IMPRESIÓN ONX SPRINTRAY PARA PRÓTESIS FIJA PLURAL

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Odontólogo


Autores:

Billy Darlin Lupú Flores

Miguel David Pacurucu Mendieta

Director:

Cristian Gustavo Abad Coronel

ORCID:  0000-0002-5326-681x

Cuenca, Ecuador

2023-10-03

Resumen

El objetivo del presente estudio es proveer evidencia científica sobre el análisis del peso estructural de una prótesis fija plural de un material polimérico obtenida por técnica aditiva (3DPP), con la finalidad de ofrecer una alternativa viable para el tratamiento de prótesis fija plural e implantes dentales. Métodos. Se trabajó a partir de una estructura de resina impresa 3D de 4 piezas dentales que van desde las piezas 2.3 a 2.6, dicha estructura se sometió a fuerzas compresivas que simularon el sistema masticatorio del ser humano por medio de un equipo de ensayo universal, se realizó un análisis de elementos finitos 3D, para determinar la deformidad del material. Resultados. La masa de la estructura fue de 1,98 gr, en los ensayos de fuerzas compresivas soportó una carga de 1000,88 N, su distribución de tensión fue de 16,726 MPa; mientras que su fuerza tensional fue 143,916 MPa. En el análisis de elementos finitos de la estructura 3DPP realizado en el software Ansys, se observó una deformación con un valor de 0,001mm, y distribución de tensión del material de 15,36 MPa. En valores de estrés se registró un valor mínimo de 2533,4 MPa y un de máximo 12667 MPa. Conclusiones. Se determinó el peso estructural del material 3DPP, aportando información importante para tomar en consideración en la utilización de PPF, comprobando así la funcionalidad y desempeño de la misma.

Palabras clave: impresión 3D, resina impresa, peso estructural, prótesis plural fija



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

The objective of this study is to provide scientific evidence on the analysis of the structural weight of a plural fixed prosthesis of a polymeric material obtained by the additive technique (3DPP), in order to offer a viable alternative for the treatment of plural fixed prostheses and dental implants. Methods. We worked from a 3D printed resin structure of 4 dental pieces ranging from pieces 2.3 to 2.6, said structure was subjected to compressive forces that simulated the masticatory system of the human being by means of a universal test equipment, a 3D finite element analysis was carried out to determine the deformity of the material. Results. The mass of the structure was 1.98 gr, in the compressive force tests it supported a load of 1000.88 N, its stress distribution was 16.726 MPa; while its tensile strength was 143,916 MPa. In the finite element analysis of the 3DPP structure carried out in the Ansys software, a deformation with a value of 0.001mm was observed, and a stress distribution of the material of 15.36 MPa. In stress values, a minimum value of 2533.4 MPa and a maximum value of 12667 MPa were recorded. Conclusions. The structural weight of the 3DPP material was determined, providing important information to take into consideration in the use of PPF, thus verifying its functionality and performance.

Keywords: 3D printing, printed resin, structural weight, plural fixed prosthesis



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Resumen	2
Abstract	3
Índice de contenido	4
Índice de figuras	5
Índice de tablas	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento	8
Introducción	9
Características del material 3DPP	10
Características mecánicas:	11
Justificación	12
Objetivos	12
Objetivo General	12
Objetivos específicos	12
Materiales y Metodología	12
Criterios de inclusión:	16
Criterios de exclusión:.....	16
Resultados	16
Discusión	17
Conclusiones:	20
Referencias	21

Índice de figuras

Figura 1. Estructura de resina 3DPP.....	11
Figura 2. Modelo tipodonto con preparaciones en las piezas 2.3 y 2.6.	13
Figura 3. Estructura de resina 3DPP.....	13
Figura 4. Registro de masa 1.98 gr de la muestra.....	14
Figura 5. Estructura 3DPP en prueba de resistencia.....	15
Figura 6. Simulación de estructura 3DPP (Ansys Workbench R1.)	16
Figura 7. Relación de fuerza tensional del estudio realizado con características de la resina 3DPP dadas por el fabricante.....	19

Índice de tablas

Tabla 1 Datos de características mecánicas del material, registrados para el 3D FEA.	15
Tabla 2 Resultados obtenidos de la resina de impresión 3DPP.	17
Tabla 3 Datos de deformación y distribución obtenidos por medio de la simulación Ansys Workbench R1	17
Tabla 4 Datos de estrés mínimo y máximo registrados	17

Dedicatoria

A Dios, por darnos la vida y mantenernos con salud.

A nuestros padres que durante todo este proceso se esmeraron en darnos su apoyo en cada paso para poder formarnos como profesionales de bien.

A nuestros hermanos y demás familiares, que se preocupan por nuestro bienestar y desarrollo académico.

Agradecimiento

En especial y principalmente a Dios, por brindarnos fortaleza para poder culminar con éxito nuestras metas de ser profesional.

A nuestros padres, familiares y amigos, por incondicional ayuda y comprensión durante este arduo proceso de formación.

A nuestro director de proyecto Dr. Cristian Abad, quien con mucha capacidad y sabiduría nos guió en cada paso durante la investigación.

Introducción

En la actualidad es común encontrar pacientes que presentan pérdida de una o varias piezas dentales (1). Por esta razón, se van a generar alteraciones funcionales masticatorias y estructurales, lo que influye en el aspecto psicológico, emocional y social de las personas, por ello las piezas dentales se consideran parte fundamental de la estética facial de cada persona (2). La historia refiere que los primeros dientes artificiales fueron elaborados en el siglo XVIII (3), utilizando para su elaboración dientes humanos o animales, modificándolos para darles la forma y el tamaño adecuado; en otros casos se utilizaron materiales como ivorina y porcelana; que son materiales que tienen características similares a las del diente natural (4,5). Una alternativa de tratamiento para solventar dichos problemas de pérdidas de piezas dentales, es el tratamiento con prótesis parcial fija (PPF) o Implantes dentales, gracias a esto el éxito del tratamiento protésico puede ser alcanzado utilizando tecnología CAD/CAM (aplicación del diseño asistido por computadora/ fabricación asistida por computadora) (6).

Actualmente se ha obtenido un impacto positivo y significativo en el área de la odontología restauradora (OR) (7), gracias a la implementación de diferentes materiales de restauración modernos que tienen propiedades mecánicas adecuadas para las restauraciones definitivas y temporales (8), esto debido al avance de la odontología digital en la última década, el mismo que se conjuga con los sistemas de procesamientos de imágenes y fresado CAD/CAM (2), el cual va acompañado de un protocolo que consiste de: clasificación del caso, preparación adecuada, escaneado, planificación, diseño, fabricación y cementación del material de restauración; para a su vez conseguir una rehabilitación de alta: biocompatibilidad, durabilidad, funcionalidad y estética del sistema masticatorio en general (9). Esta tecnología permite dar forma a materiales con una alta exactitud mejorando los resultados obtenidos mediante un método convencional (10).

En la odontología moderna, existen formas más asequibles para la rehabilitación oral de cada paciente, como es la industria de la impresión en 3D, gracias a sus nuevos métodos y productos disponibles que siguen apareciendo en el mercado, así como en la literatura científica (11,12).

Con respecto a impresión 3D, se logra por fabricación aditiva; que es básicamente diseño asistido por computadora (CAD), y materialización de objetos de prototipado rápido en tercera dimensión con la forma requerida. (13)

La impresión 3D proporciona diversas ventajas como: precisión, productividad, reducción de protocolos convencionales y caracterización de estructuras del material en menor tiempo (13).

Los métodos de impresión 3D contemporáneos más comunes, se pueden categorizar en los sistemas de impresión según su proceso de fabricación o elaboración (13). Bajo esta variante de clasificación, se pueden diferenciar los métodos de impresión 3D en 4 categorías:

- 1) Impresión por extrusión
- 2) Impresión por inyección de tinta.
- 3) Fusión y sinterización por láser.
- 4) Impresión por litografía (14,15).

En OR, la elaboración de restauraciones definitivas y provisionales se enfocan en considerar parámetros funcionales, estéticos y modificarlos de acuerdo con las necesidades fisiológicas y percepciones de cada paciente (15). Los materiales más utilizados para fabricar restauraciones fijas y provisionales para PPF o sobre implantes dentales son: materiales cerámicos y poliméricos (16).

Las cerámicas más utilizadas son las cerámicas con matriz vítrea como cerámicas feldespáticas y reforzadas (leucita, disilicato de litio) y cerámicas policristalinas entre las cuales tenemos, alúmina, zirconio (17).

Los materiales de polimetimetacrilato (PMMA), son los materiales más comunes utilizados para fabricar restauraciones temporales debido a sus reducidas propiedades mecánicas. Se obtienen por adición de radicales libres y polimerización de metacrilato de metilo, estos son utilizados para la elaboración de cubetas de impresión, dientes artificiales, coronas temporales, prótesis plurales temporales, entre otros (18).

En este estudio, se establecerá evidencia científica sobre el análisis del peso estructural de una prótesis fija plural de un material polimérico obtenida por técnica aditiva (3DPP), con la finalidad de ofrecer una alternativa viable para el tratamiento de prótesis fija plural e implantes dentales.

Características del material 3DPP

Es una resina impresa utilizada en la producción de PPF. Presenta una combinación de translucidez y opacidad para imitar la dentición natural de forma óptima. Al ser una resina de

impresión, los tiempos de espera se ven claramente reducidos y dentro de sus principales características están:

- Es la primera resina de impresión 3D completamente radiopaca.
- Posee un alto contenido de cerámica condensada.
- Altamente estética y fácil de caracterizar (19).

Características mecánicas:

- Fuerza de Flexión 147 Mpa
- Mayor resistencia a la fractura
- Módulo de Flexión 7986 MPa
- Fuerza de Impacto 28 J/m
- Previene la distorsión
- Menor probabilidad de fractura (19).



Figura 1 Estructura de resina 3DPP.

El peso es la medida de atracción que ejerce la masa de la Tierra sobre un cuerpo, se expresa en una unidad de medida llamada Newton (N); la fórmula para obtener el peso es: Masa (m) x Gravedad(g) (20,21).

En lo que respecta al peso estructural referimos que es la fuerza que soporta una estructura, incluyendo el peso de los mismos elementos que conforman la estructura; la fórmula para calcular el peso estructural es: Volumen de la estructura x densidad de la estructura (20,21).

Justificación

Al tener en cuenta la necesidad de obtener información sobre el aumento significativo de materiales en prótesis fija y provisionales. Se tomó en consideración para la investigación analizar el peso de una estructura 3DPP, así como también el conocer acerca de las propiedades mecánicas del material.

Objetivos

Objetivo General

Caracterizar una estructura de resina nanocerámica impresa 3D.

Objetivos específicos

- Determinar la fuerza compresiva a través de un equipo de ensayo universal.
- Realizar un análisis de elementos finitos para evaluar deformaciones de la estructura.
- Determinar la densidad de la estructura del material.
- Determinar el peso estructural del material, mediante el análisis de resultados obtenidos.

Materiales y Metodología

En un modelo tipodonto del maxilar superior, con preparaciones en las piezas 2.3 y 2.6 como pilares para elaboración de una PPF dentosoportada, con desgastes en superficies oclusales, paredes axiales con paralelismo, con bordes redondeados o ausencia de angulaciones rectas.



Figura 2 Modelo tipodonto con preparaciones en las piezas 2.3 y 2.6.

Se procedió a escanear el modelo mediante un escáner intraoral de última generación (PrimeScan 2.0, Dentsply Sirona, New York, NY, EE. UU) donde se produjo una impresión digital del modelo tipodonto, a través de un software específico se realizó el diseño de una estructura de prótesis plural fija (inLab 20.0.1).

Con respecto a la materialización de la estructura digital de PPF, se transfirió el diseño digital en formato STL hacia el software de la impresora tridimensional (SprintRay Pro S) con lo cual se generó la impresión del material en un modelo tangible para el desarrollo del ensayo.



Figura 3 Estructura de resina 3DPP.

Después de su materialización la estructura pasó por un proceso de postproducción en donde equipos especializados se encargaron del lavado de la estructura (ProWash/Dry, SprintRay) mediante el uso de alcohol isopropílico al 91%, y etanol. Posteriormente, pasó a un proceso de curado en un equipo especializado (ProCure 2, SprintRay) la polimerización de la estructura y lograr un acabado adecuado.

Previo al inicio de las pruebas y ensayos del material, se realizó el registro de la masa de la estructura por medio de una balanza digital de precisión exacta. (Electric Balance LYC001).



Figura 4 Registro de masa 1.98 gr de la muestra.

Para efectuar las pruebas de compresión necesarias para el análisis del peso estructural de la resina 3DPP en un equipo de ensayo universal (Shimadzu AGS-X series Universal Testing Machine, Shimadzu, Tokio, Japón), se utilizó una base de soporte elaborada de una aleación de níquel – cromo sobre la cual estaba asentada la PPF. El equipo de ensayo universal consta de un punzón o vástago de acero templado de 3mm de diámetro, el cual ejerce presión sobre el eje mayor o longitudinal de una pieza o pónico determinado de la estructura, con una velocidad de descenso hacia la estructura de 0,5 mm/min y una fuerza inicial de 10 newtons, todo esto sobre la estructura del material de prueba hasta provocar una grieta, fractura o desperfecto. Todos los valores de ensayos de cargas compresivas y tensionales generados por este equipo se registraron en una base de datos en el computador, para posteriormente ser analizados.

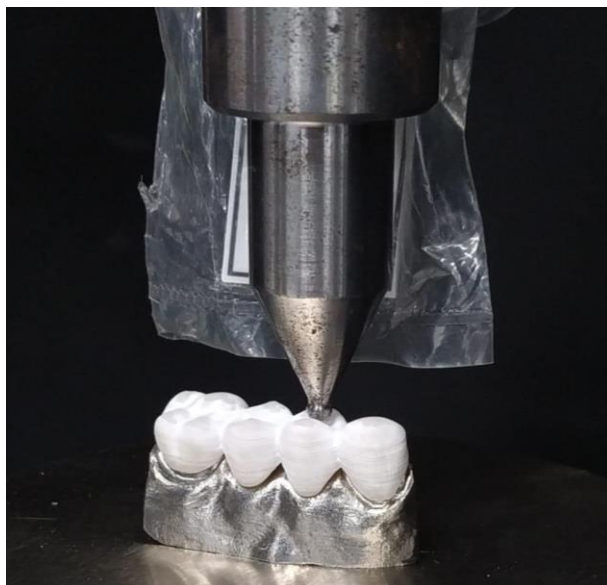


Figura 5 Estructura 3DPP en prueba de resistencia.

Tabla 1 Datos de características mecánicas del material, registrados para el 3D FEA.

Propiedades	3DPP
Densidad	2000kg mm ³
Módulo de Young	1,986 GPa
Coefficiente de Poisson	0,28
Módulo de Volumen	6,05E +09 PA
Módulo de Corte	3,1195E +09 PA

Finalmente se llevó a cabo una simulación para predecir la deformación de la estructura del material, dicha simulación se realizó en el software de análisis ANSYS Workbench R1, que origina una estructura geométrica digital 3D de la estructura del material 3DPP, se deben ingresar los valores de las propiedades mecánicas del material de estudio, las cuales son: coeficiente de Poisson, módulo de volumen, módulo de corte, densidad y módulo de Young, características fundamentales para que se desarrolle la simulación de manera efectiva. Así se obtuvieron resultados para conocer los tipos de deformación entre los que destacan: deformación elástica causada debido al punto de esfuerzo máximo, y deformación unitaria obtenida a partir de la deformación máxima.

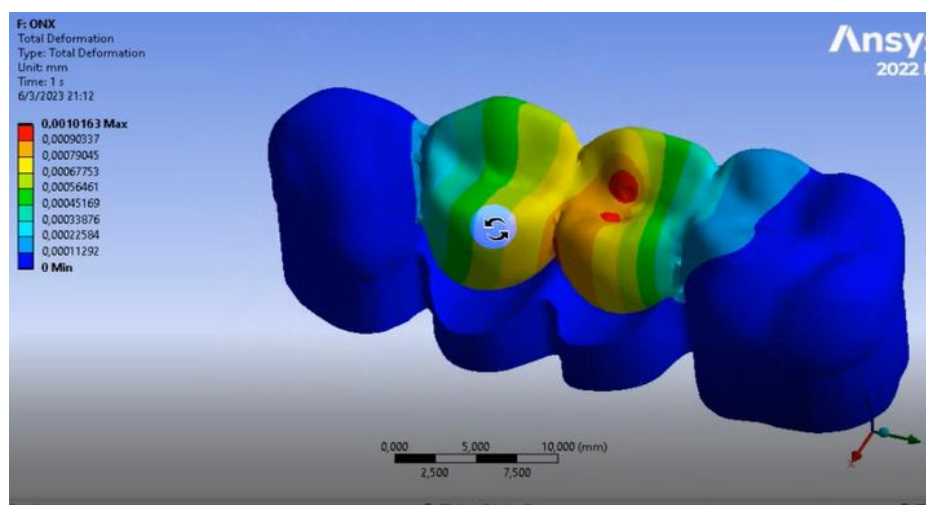


Figura 6 Simulación de estructura 3DPP (Ansys Workbench R1.)

Criterios de inclusión:

En la investigación se incluyó bibliografía relevante sobre características mecánicas de materiales usados en PPF o implantes dentales, dicha información científica fue extraída de artículos en idioma inglés, reportes de casos clínicos, metaanálisis o revisiones, estudios descriptivos y portales web.

Criterios de exclusión:

Se excluyeron artículos que describen resinas de composites, asimismo se excluyó artículos de revistas no trascendentes y bibliografía que fue localizada en idioma español.

Resultados

Los resultados obtenidos por medio de la determinación de masa de la estructura de prótesis parcial fija de 4 piezas de resina 3DPP es de 1,98 g, mientras que la densidad determinada de la estructura es de 2000kg/mm³

Los datos obtenidos por los ensayos para fuerzas compresivas que toleró la estructura fueron de 1000,88N, siendo su distribución de tensión 16,726 MPa; mientras que la fuerza tensional fue de 143,916 MPa.

Tabla 2 Resultados obtenidos de la resina de impresión 3DPP.

Material	Masa (g)	Fuerza Compresiva (N)	Distribución de Tensión. (MPa)	Fuerza Tensional (MPa)
3DPP	1,98	1000,88	16,726	143,916

En cuanto al análisis de elementos finitos de la estructura 3DPP realizado en el software Ansys, se observó que el material se deformó mínimamente en décimas de milímetro con un valor de 0,001mm, y la distribución de tensión del material fue de 15,36 MPa.

Tabla 3 Datos de deformación y distribución obtenidos por medio de la simulación Ansys Workbench R1

Material	Deformación (mm)	Distribución de Tensión (MPa)
3DPP	0,001	15,36

En lo que respecta a los valores de estrés del estudio se registraron un valor mínimo y un valor máximo en unidad de medida MPa, siendo el mínimo 2533,4 MPa y máximo 12667 MPa respectivamente.

Tabla 4 Datos de estrés mínimo y máximo registrados

Material	Estrés Mínimo (MPa)	Estrés Máximo (MPa)
3DPP	2533	12667

Discusión.

La prótesis fija plural es una de las opciones de tratamiento más comunes en la consulta clínica, la cual tiene la finalidad de dar soluciones de problemas de edentulismo parcial en los pacientes que lo requieren, con el objetivo de poder devolver funcionalidad y estética apropiada (1,2).

La presente investigación plantea un estudio descriptivo para determinar el peso estructural de la resina 3DPP. Con la finalidad de aportar información sobre características mecánicas del material, esto conlleva a una contribución sustanciosa en el desarrollo dentro de la clínica. Para tomar en consideración dentro un determinado tratamiento tanto de PPF como en implantes dentales. (2)

De forma contemporánea la tecnología CAD/CAM se ha convertido en una opción fundamental dentro de la odontología restauradora, por los avances en la impresión 3D y su aporte en la reducción de tiempo en el flujo de trabajo, siendo una gran ayuda dentro de la rehabilitación oral contemporánea (22).

Dentro de los resultados obtenidos por medio de los ensayos realizados al material 3DPP, podemos observar que la masa de la estructura es de 1,98 g, con una fuerza compresiva de 1000,88 N y la fuerza de tensión es de 143,916 MPa, demostrando relación muy cercana con las características propias de la resina 3DPP, que se presenta en la bibliografía en donde la fuerza de tensión es de 147 MPa (19). La variación de estos resultados obtenidos con respecto a las fuerzas de tensión del material 3DPP, puede atribuirse al grosor de la estructura de la prótesis originada por medio de la impresión 3D. Esto se debe a que en el proceso de impresión 3D, el material se deposita lentamente por capas hasta producir la forma en tercera dimensión de la estructura que se quiere reproducir, necesitando menos material y disminuyendo gastos que podría suponer su fabricación, de esta manera, mejorando las propiedades mecánicas de la estructura final debido a una eficaz resistencia atribuida a la unión química entre capas (23).



Figura 7 Relación de fuerza tensional del estudio realizado con características de la resina 3DPP dadas por el fabricante.

Con lo demostrado, se asemeja al estudio de Tahayeri et al. (2018), donde se comprobó que el grosor de la capa de resina puede favorecer a las propiedades mecánicas de las restauraciones para PPF, encontrando que cuanto menor es el grosor de la capa, se generan un aumento de interfaces, pero con una mejor polimerización afectando directamente al rendimiento mecánico de la estructura (24). De igual forma, Keating et al. (2008) manifiesta que mediante la técnica de prototipado rápido, con superposición de capas, existen diferencias en la producción de la estructura del material, con una contracción en el proceso, considerando la variación del grosor de las capas (25). Por otro lado, en lo que respecta al proceso de postproducción Tahayeri et al. (2018) establece otro punto importante a tomar en consideración con las restauraciones de impresión 3D, concluyendo que este tipo de restauraciones posee un mayor grado de conversión, así como también una menor cantidad de monómeros residuales, lo cual supone una mejora en la resistencia a la fractura del material y en la tenacidad del mismo (24).

Utilizando el software Ansys se logró demostrar la deformación del material con un valor de 0,001mm debido a las fuerzas ejercidas y presentando una distribución de tensión del material de 15,36 MPa.

Debido a esto es necesario que se plantee continuar con investigaciones para que de este modo sea posible indagar aún más las características mecánicas de este material, para que en un futuro sirvan de bases para poder realizar un análisis prospectivo.

Este estudio presenta algunas limitaciones, la escasa bibliografía respecto al material, las condiciones en las cuales se realizó el estudio fueron in vitro, la presión ejercida sobre las estructuras fue en un solo punto determinado lo cual puede generar diferencias en las cargas ejercidas.

Conclusiones:

De los resultados observados y contemplando las limitaciones del estudio se puede concluir que.

1. Se determinó el peso estructural del material 3DPP, que de acuerdo a su superficie es mucho menor que lo que se observa con otros materiales.
2. Los resultados de resistencia a la tensión del material 3DPP, se encuentran dentro de los parámetros para una PPF funcional para el sistema masticatorio
3. El material estudiado presentó mínima deformación, con lo cual se podría recomendar su uso para PPF.
4. Los materiales elaborados por medio de una técnica de fabricación aditiva son una alternativa factible por su rápida producción en la consulta.

Referencias

1. Rosenstiel SF, Land MF, Walter RD. Contemporary Fixed Prosthodontics. 6. edition. Philadelphia: Elsevier; 2022. 934 p.
2. Kisely S. No Mental Health without Oral Health. *Can J Psychiatry*. 1 de mayo de 2016;61(5):277-82.
3. Vasantha Kumar M, Ahila SC, Suganya Devi S. The Science of Anterior Teeth Selection for a Completely Edentulous Patient: A Literature Review. *J Indian Prosthodont Soc*. marzo de 2011;11(1):7-13.
4. Manappallil JJ. Basic dental materials. Fourth edition. New Delhi ; Philadelphia: Jaypee Brothers Medical Publishers (P), Ltd; 2016. 606 p.
5. Saeed F, Muhammad N, Khan AS, Sharif F, Rahim A, Ahmad P, et al. Prosthodontics dental materials: From conventional to unconventional. *Mater Sci Eng C*. enero de 2020;106:110167.
6. Ruse ND, Sadoun MJ. Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. *J Dent Res*. diciembre de 2014;93(12):1232-4.
7. Abduo J, Lyons K, Bennamoun M. Trends in Computer-Aided Manufacturing in Prosthodontics: A Review of the Available Streams. *Int J Dent*. 2014;2014:1-15.
8. Abdullah AO, Pollington S, Liu Y. Comparison between direct chairside and digitally fabricated temporary crowns. *Dent Mater J*. 30 de noviembre de 2018;37(6):957-63.
9. Dawood A, Marti Marti B, Sauret-Jackson V, Darwood A. 3D printing in dentistry. *Br Dent J*. diciembre de 2015;219(11):521-9.
10. Sakornwimon N, Leevailoj C. Clinical marginal fit of zirconia crowns and patients' preferences for impression techniques using intraoral digital scanner versus polyvinyl siloxane material. *J Prosthet Dent*. septiembre de 2017;118(3):386-91.
11. Stansbury JW, Idacavage MJ. 3D printing with polymers: Challenges among expanding options and opportunities. *Dent Mater*. 1 de enero de 2016;32(1):54-64.
12. Obregon F, Vaquette C, Ivanovski S, Hutmacher DW, Bertassoni LE. Three-Dimensional Bioprinting for Regenerative Dentistry and Craniofacial Tissue Engineering. *J Dent Res*. septiembre de 2015;94(9 Suppl):143S-52S.
13. Tian Y, Chen C, Xu X, Wang J, Hou X, Li K, et al. A Review of 3D Printing in Dentistry: Technologies, Affecting Factors, and Applications. *Scanning*. 2021;2021:9950131.
14. Panwar A, Tan L. Current Status of Bioinks for Micro-Extrusion-Based 3D Bioprinting. *Molecules*. 25 de mayo de 2016;21(6):685.
15. Chang CC, Boland ED, Williams SK, Hoying JB. Direct-write bioprinting three-dimensional biohybrid systems for future regenerative therapies. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. julio de 2011;98(1):160-70.

16. Li RWK, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. *J Prosthodont Res.* octubre de 2014;58(4):208-16.
17. Skorulska A, Piszko P, Rybak Z, Szymonowicz M, Dobrzyński M. Review on Polymer, Ceramic and Composite Materials for CAD/CAM Indirect Restorations in Dentistry-Application, Mechanical Characteristics and Comparison. *Mater Basel Switz.* 24 de marzo de 2021;14(7):1592.
18. Sadid-Zadeh R, Zirkel C, Makwoka S, Li R. Fracture Strength of Interim CAD/CAM and Conventional Partial Fixed Dental Protheses. *J Prosthodont.* octubre de 2021;30(8):720-4.
19. Resin-Sales-Sheet-OnX.pdf [Internet]. [citado 8 de abril de 2023]. Disponible en: <https://sprintray.com/oracle/uploads/2021/11/Resin-Sales-Sheet-OnX.pdf>
20. Bai Y, Jin WL. Offshore Structural Analysis. En: *Marine Structural Design* [Internet]. Elsevier; 2016 [citado 19 de junio de 2023]. p. 197-227. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780080999975000113>
21. Iona M. The meaning of weight. *Phys Teach.* mayo de 1975;13(5):263-74.
22. Salmi M, Paloheimo KS, Tuomi J, Ingman T, Mäkitie A. A digital process for additive manufacturing of occlusal splints: a clinical pilot study. *J R Soc Interface.* 6 de julio de 2013;10(84):20130203.
23. Aya I. Fracture resistance of interim restoration constructed by 3D printing versus CAD/CAM technique(in Vitro Study). *Ain Shams Dent J.* 16 de septiembre de 2020;19(23):13-20.
24. 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.* febrero de 2018;34(2):192-200. Kang SY
25. Keating AP, Knox J, Bibb R, Zhurov AI. A comparison of plaster, digital and reconstructed study model accuracy. *J Orthod.* septiembre de 2008;35(3):191-201.