

CORRELACIÓN DE PUNTOS DE CONTACTO EN REGISTROS OCLUSALES DIGITALES E IMPRESOS EN 3D.

Estudiantes:

**Juan Sebastian Olaya Villaquiran
Sharon Alexandra Diosa Martinez**

Director: Dr. Luis Felipe Márquez García

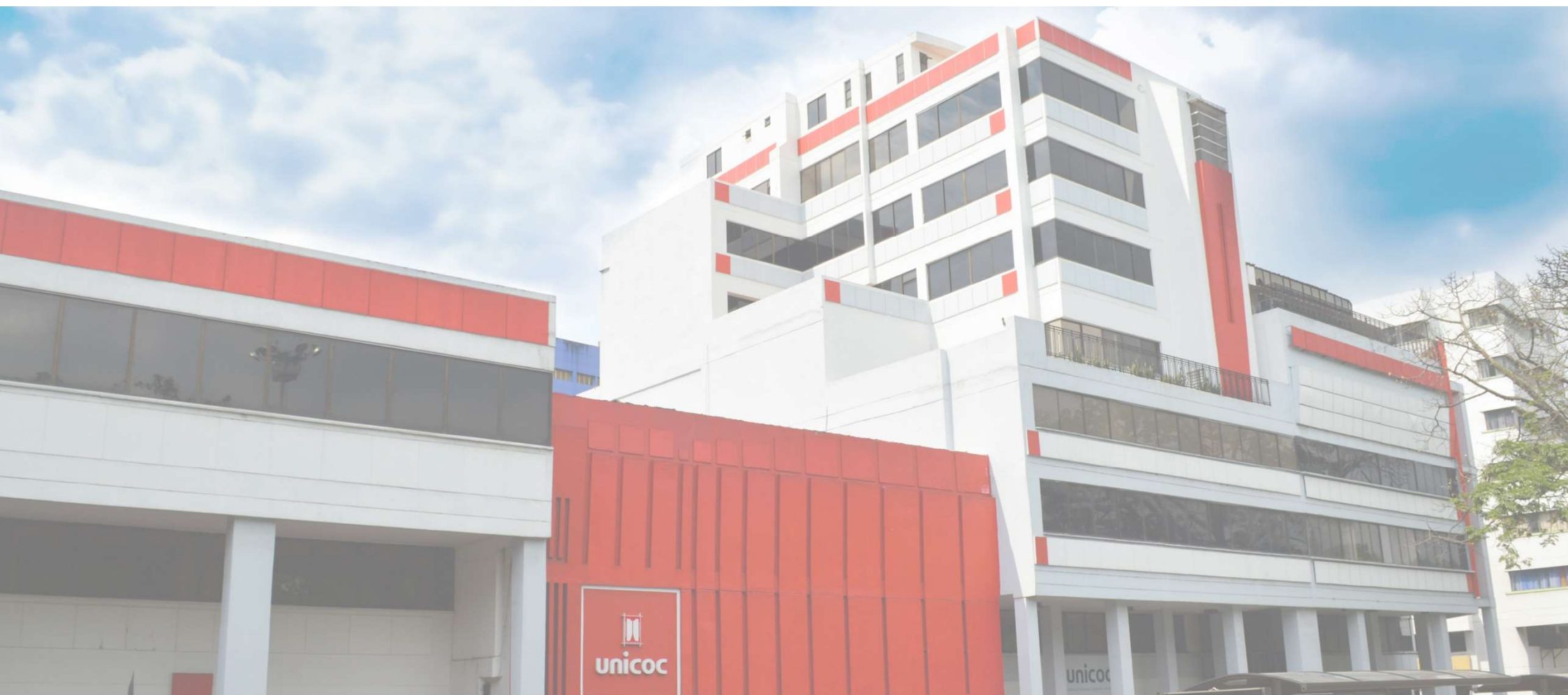
Codirector: Dra. Alejandra Ordoñez Molina

Asesor Estadístico: Dr. Julián Tamayo

**Institución Universitaria
Colegios de Colombia – UNICOC**

Programa Académico: Rehabilitación Oral


¡EDUCACIÓN...SUPERIOR!



Introducción

unicoc
¡EDUCACIÓN...SUPERIOR!

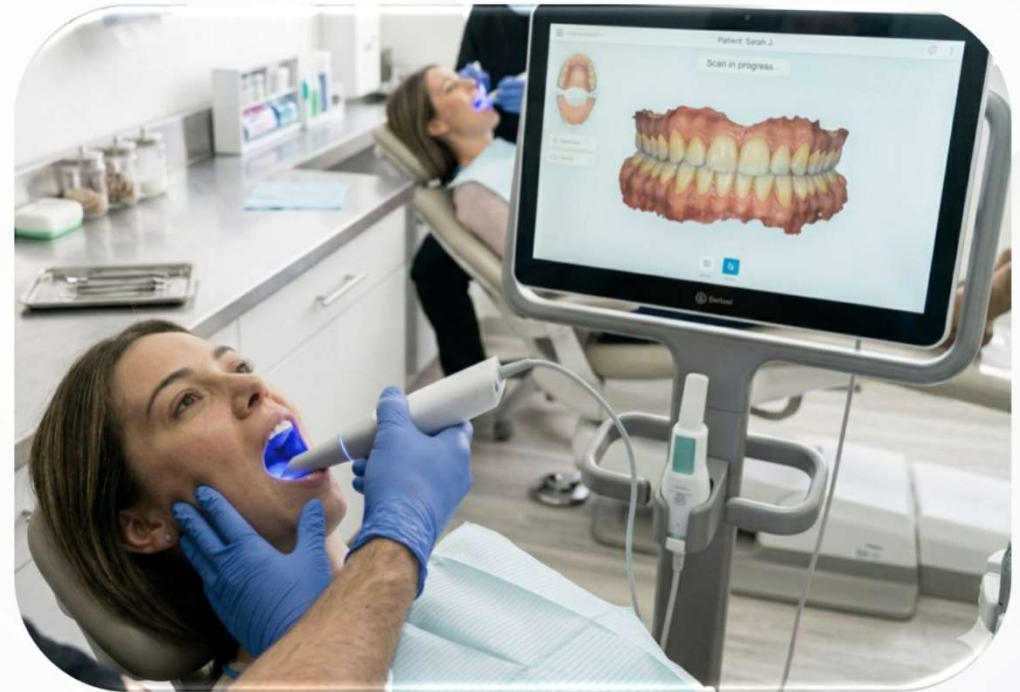
Introducción

FLUJO DE TRABAJO DE IMPRESIONES DENTALES

ANALOGO



DIGITAL

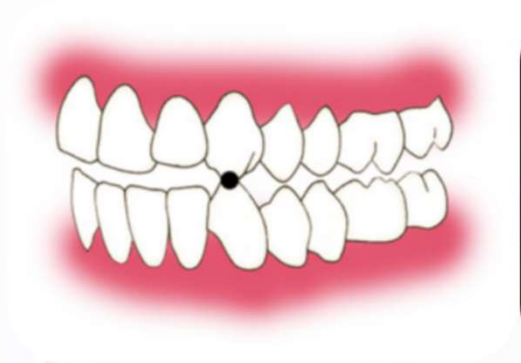


Las impresiones dentales son el punto de partida de casi todos los tratamientos. Pero tanto los métodos análogos, como los digitales (escáner) pueden tener ciertos errores.

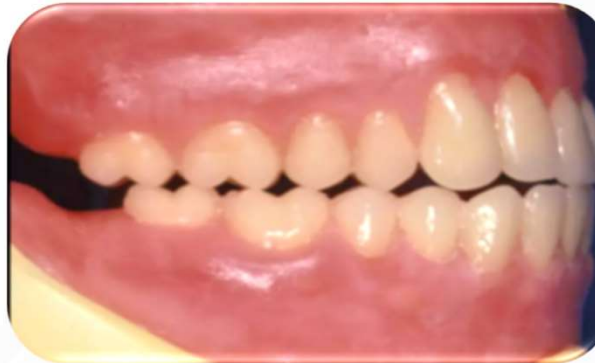
Marco teórico

PARADIGMAS DE OCLUSIÓN OPTIMA

Oclusión mutuamente protegida.

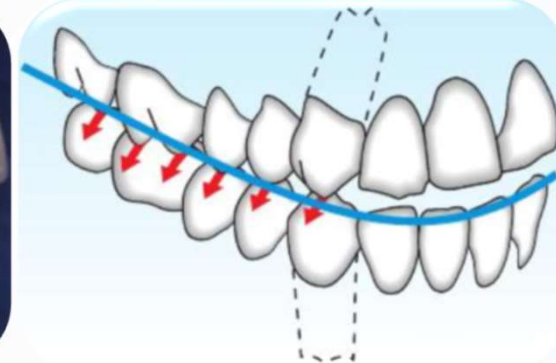


Oclusión bilateral balanceada.



Lado de Trabajo

Oclusión en grupo funcional.



Los esquemas oclusales de Okeson representan una clasificación fundamental en el estudio de Jeffrey P. Okeson, la dinámica mandibular y la interacción dentaria. experto en desórdenes temporomandibulares y oclusión.

RELEVANCIA BIOMECANICA DE LOS ESQUEMAS OCLUSALES

OPTIMIZACION DE CARGAS Y
DISTRIBUCION DE FUERZAS

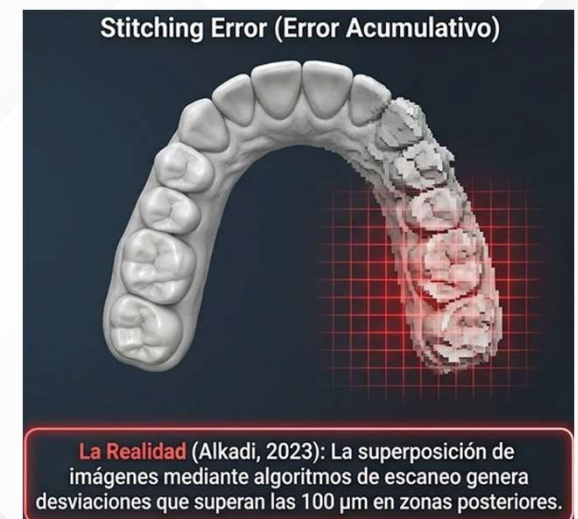
PREVENCION DE TRAUMA Y
PROTECCION TISULAR

SALUD OPTIMA A LARGO
PLAZO



La relevancia de estos esquemas radica en su impacto sobre los puntos de contacto dentarios, ya que determinan la distribución de fuerzas masticatorias y previenen desequilibrios biomecánicos.

Frente a las limitaciones de las técnicas análogas para la toma de impresiones, la odontología digital ofrece una solución innovadora mediante el uso de escáneres intraorales

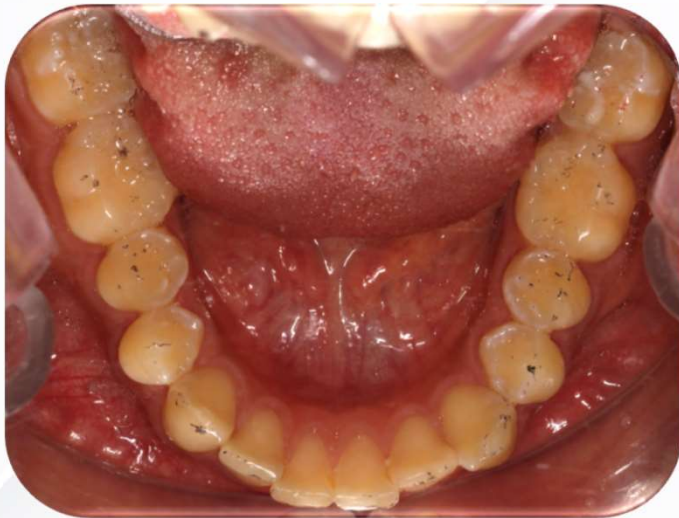


Mangano y colaboradores (2019) evaluaron cinco sistemas de escaneo intraoral diferentes en impresiones sobre implantes, encontrando diferencias significativas en veracidad y precisión entre ellos

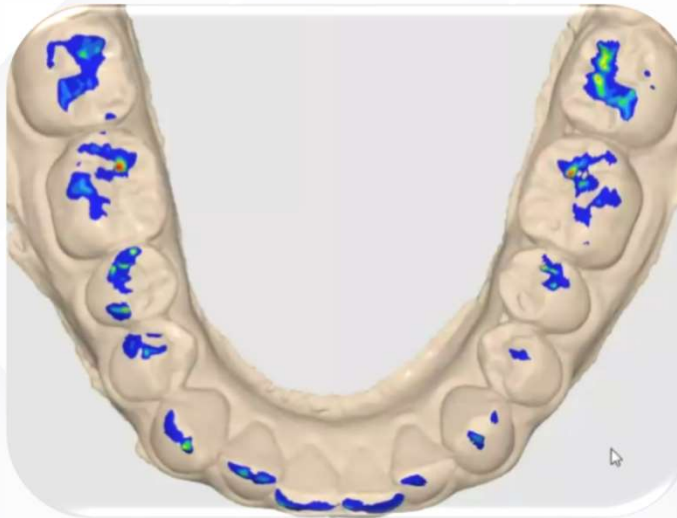
Justificación

EVALUACION DE EXACTITUD DE CONTACTOS OCLUSALES

REFERENCIA REAL



DATOS DIGITALES

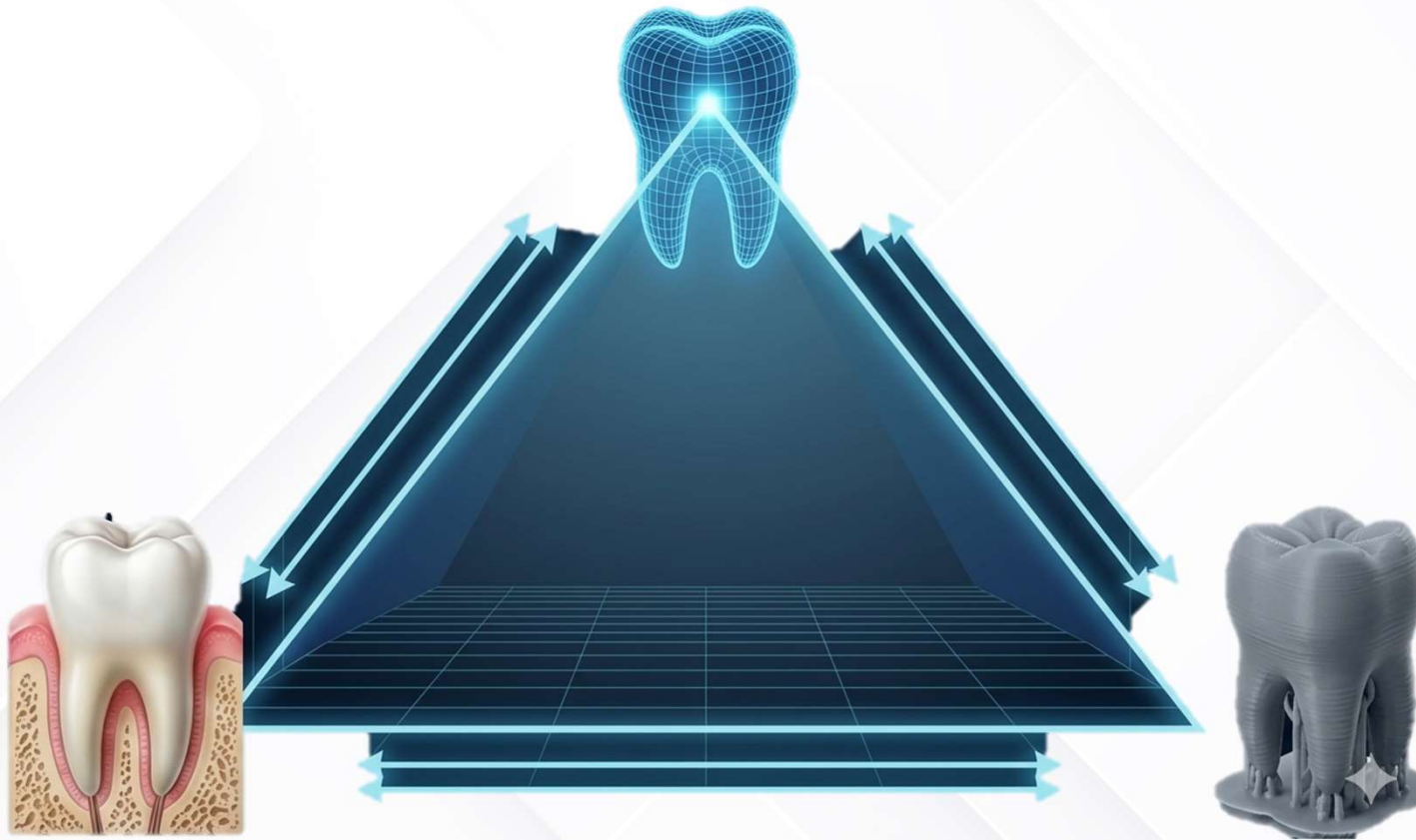


DATOS FISICOS



Si bien los modelos digitales son clínicamente aceptables, se desconoce si su versión impresa en 3D reproduce con la misma exactitud los puntos de contacto oclusales en todas las zonas del arco. Este estudio justifica evaluar dicha concordancia para determinar la confiabilidad del flujo completamente digital en rehabilitación oral.

Pregunta de Investigación



¿Existe concordancia entre los puntos de contacto oclusales registrados en (MI) mediante escáner intraoral (STL) y aquellos presentes en el modelo físico obtenido por impresión 3D a partir de dicho archivo digital, en comparación con el registro clínico directo tomado como estándar de referencia?



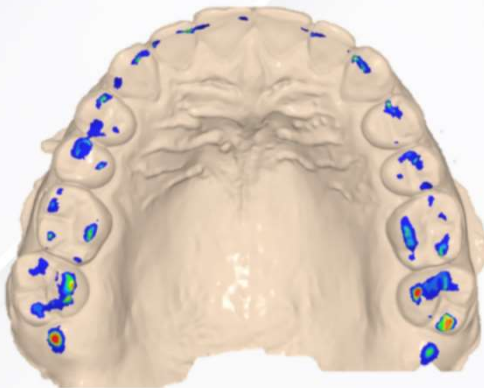
Objetivos

Objetivo General



Evaluar la exactitud de los puntos de contacto oclusales en máxima inter cuspidación identificados en modelos digitales, en comparación con los obtenidos en modelos físicos impresos en 3D

Objetivo Específicos



Determinar los puntos de contacto en máxima intercuspidadación en modelos digitales

Determinar los puntos de contacto en máxima intercuspidadación en modelos impresos en 3D

Comparar los puntos de contacto obtenidos en modelos digitales y modelos impresos en 3D



Materiales y Métodos

Materiales y Métodos

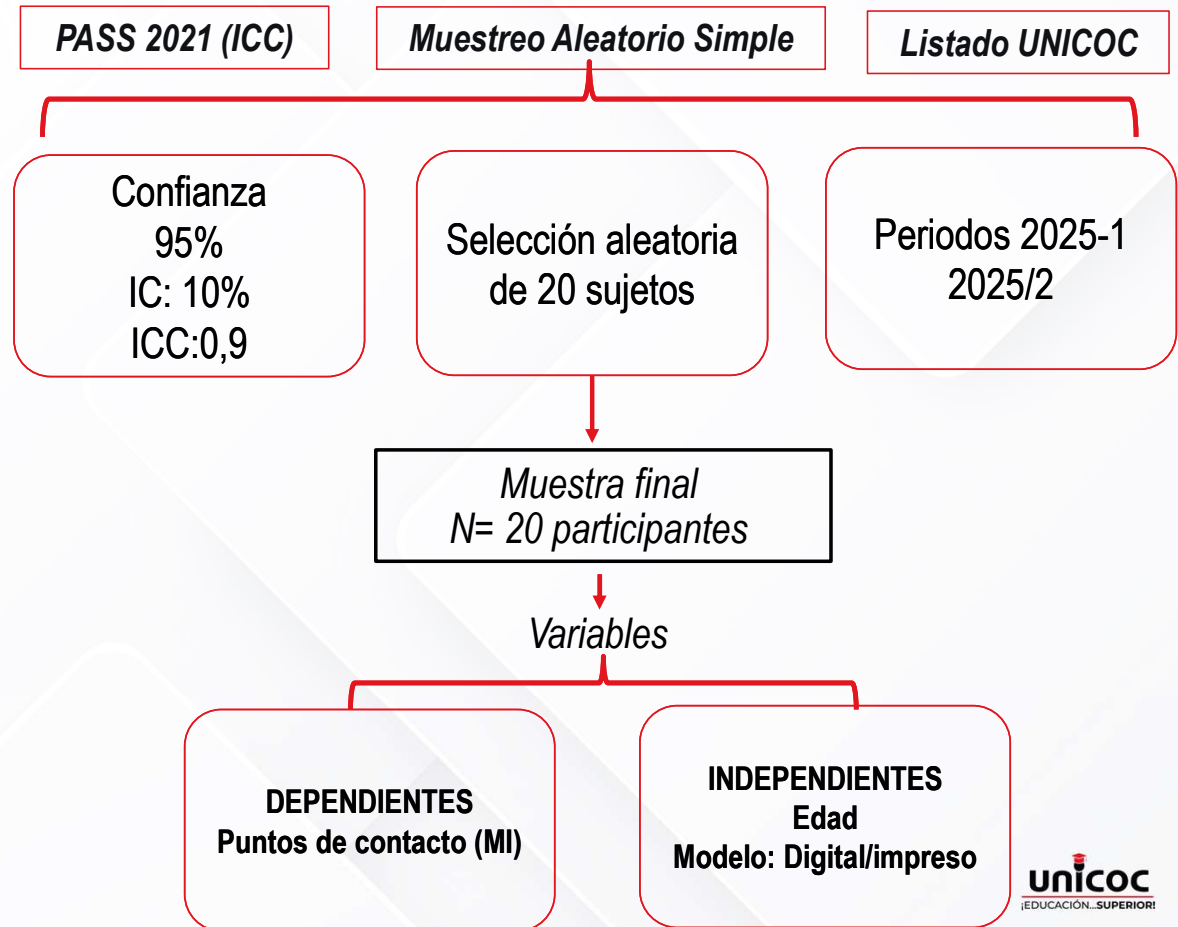
DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio experimental in vitro que pretendió valorar la precisión en la reproducción de la relación entre dientes y/o maxilares

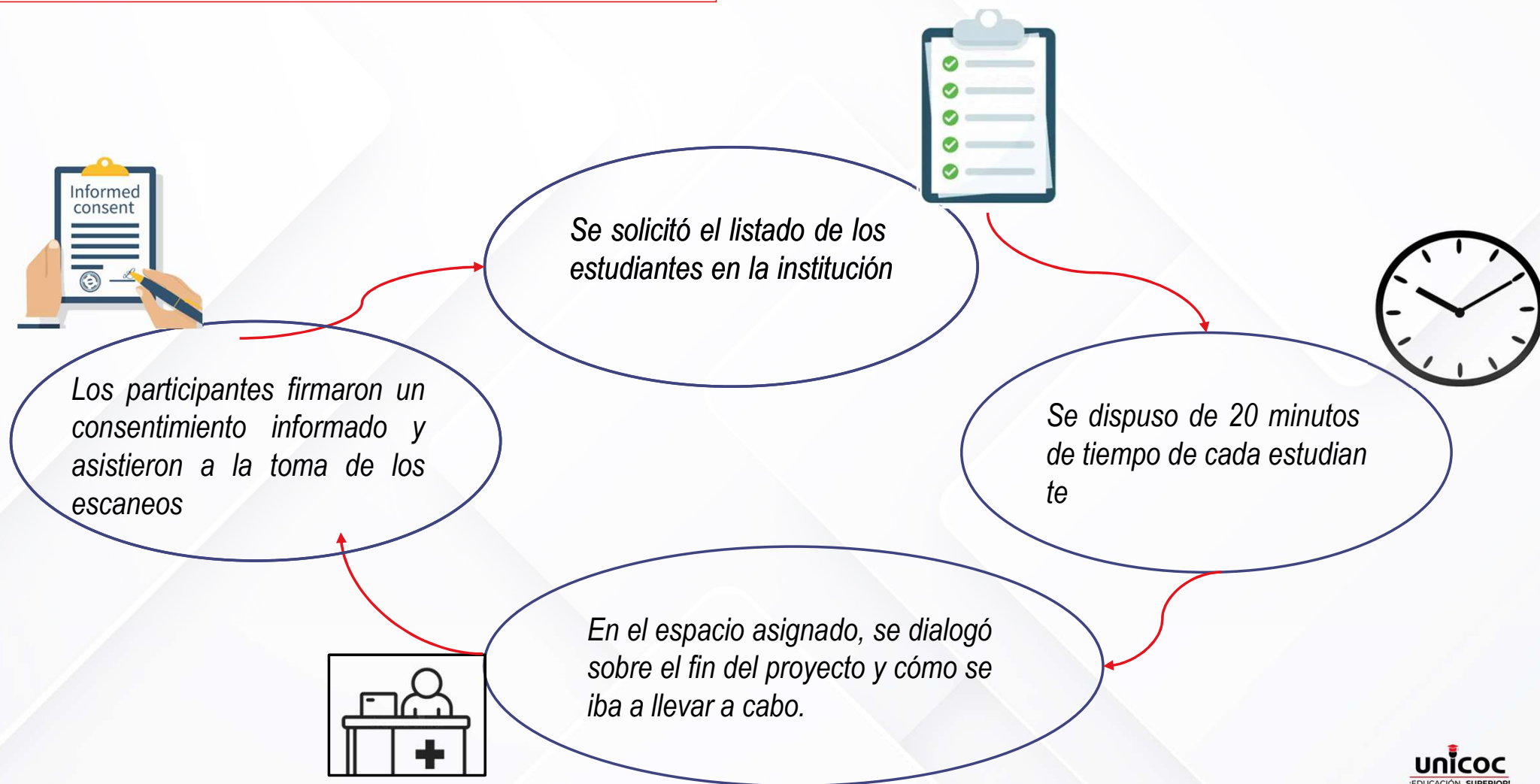
Estudiantes matriculados en el programa de Odontología de la Institución Universitaria Colegios de Colombia – UNICOC, sede Cali matriculados en los periodos académicos 2025-1 y 2025-2.



TAMAÑO DE MUESTRA, MUESTREO Y VARIABLE S

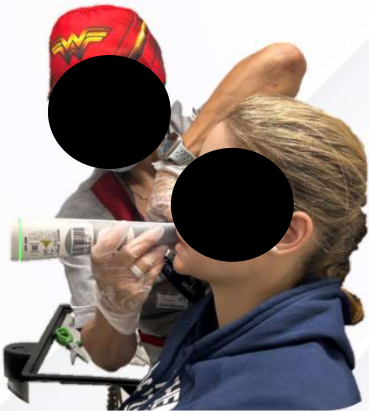


Inclusión de pacientes para el estudio

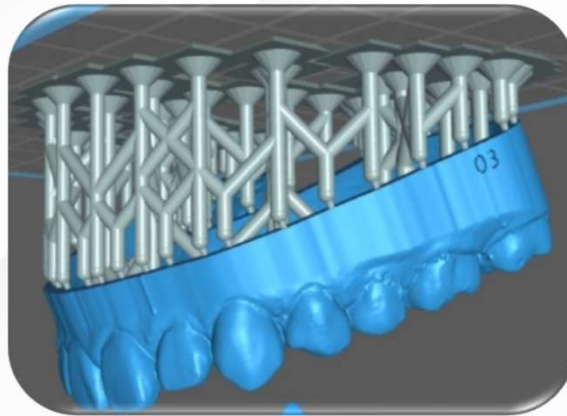


FLUJO DE TRABAJO METODOLÓGICO

OBTENCION DE REGISTROS OCLUSALES (N=20)



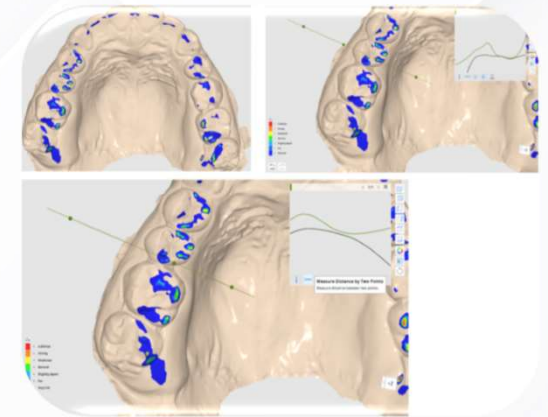
PROCESAMIENTO CAD



FABRICACION ADITIVA

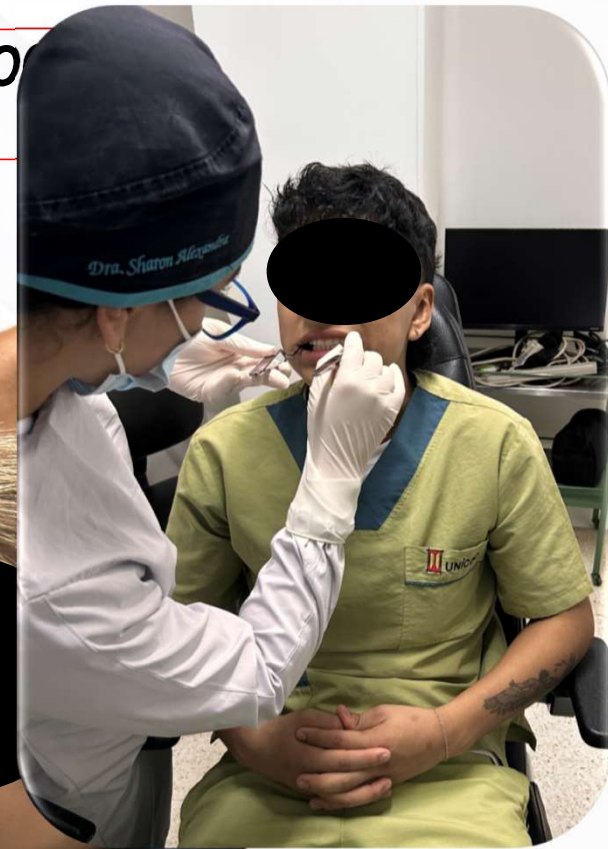


RECOLECCION DE DATOS



OBTENCION DE REGISTROS OCLUSAL (N=20)

Característica	Especificación
Marca / Modelo	Shining – Aoral Scan 3
Ventaja principal	No requiere uso de
Captura	Tiempo
Inteligencia artificial	Elimina auto tejidos blandos
Formatos de exportación	STL / OBJ



REGISTRO OCLUSAL

- ✓ Se indica al paciente que realice máxima intercuspidadación (MI)
- ✓ Se utilizan dos pinzas Miller por cuadrante
- ✓ Una pinza Miller se coloca en zona anterior para capturar contactos
- ✓ Registro complementario: Fotografías clínicas de maxilar superior e inferior
- ✓ Evidencia de zonas palatinas y linguales de incisivos



Camara eos2000D,
macro 100mm
roja linea canon

Del escaneo al modelo 3D - Procesamiento por software

PROCESAMIENTO CAD

Las imágenes capturadas se procesan para crear un modelo 3D detallado

La inteligencia artificial identifica y elimina datos innecesarios (tejidos blandos)

Post-procesamiento:

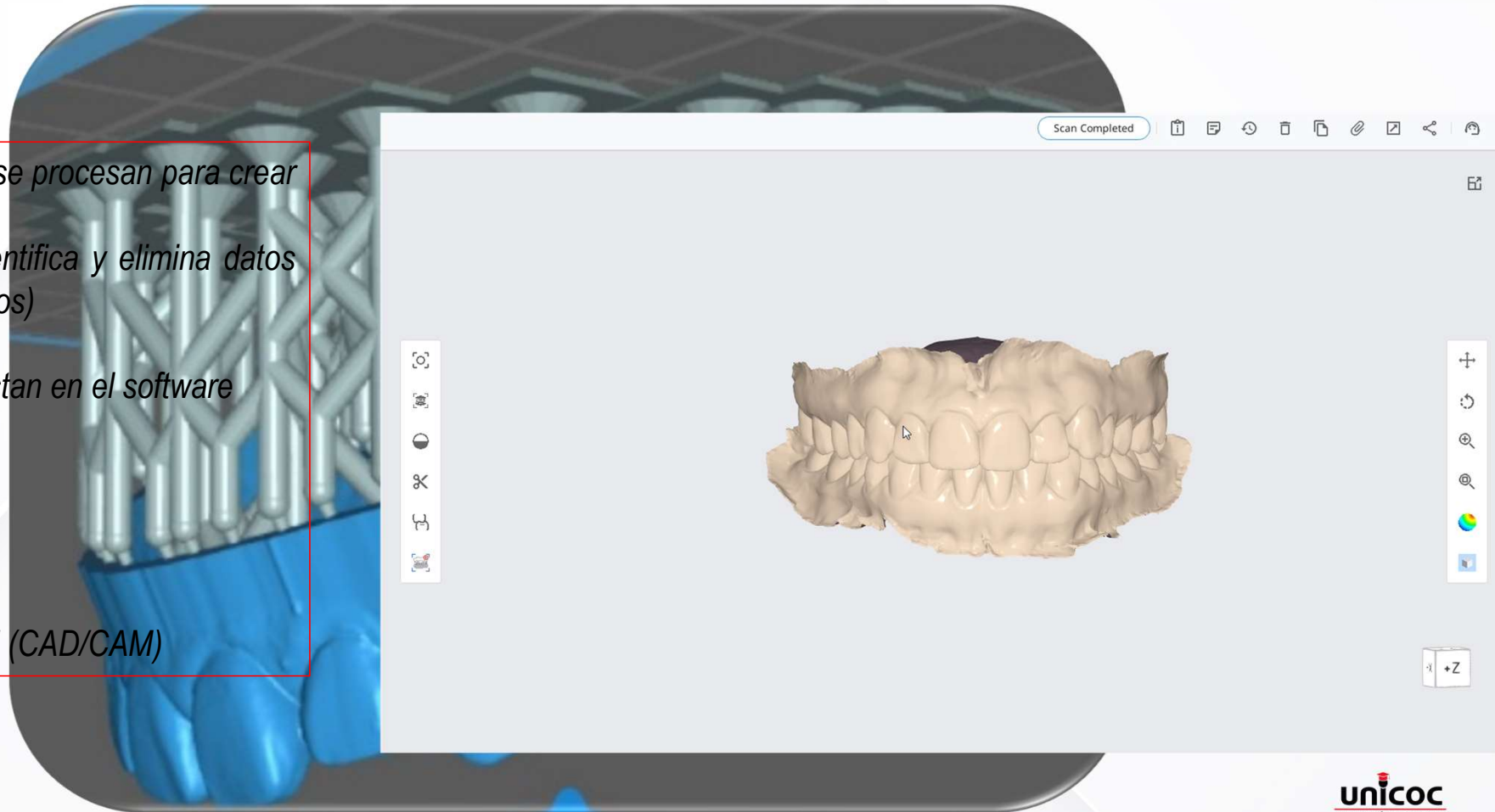
Los datos se revisan y ajustan en el software

Se exportan en formatos:

- STL
- OBJ
- PLY

Uso final:

Diseño y fabricación dental (CAD/CAM)



Obtención de modelos impresos – Software Chitubox Dental (CBD-Tech)

Flujo de trabajo en Chitubox Dental

Paso 1 – Importación

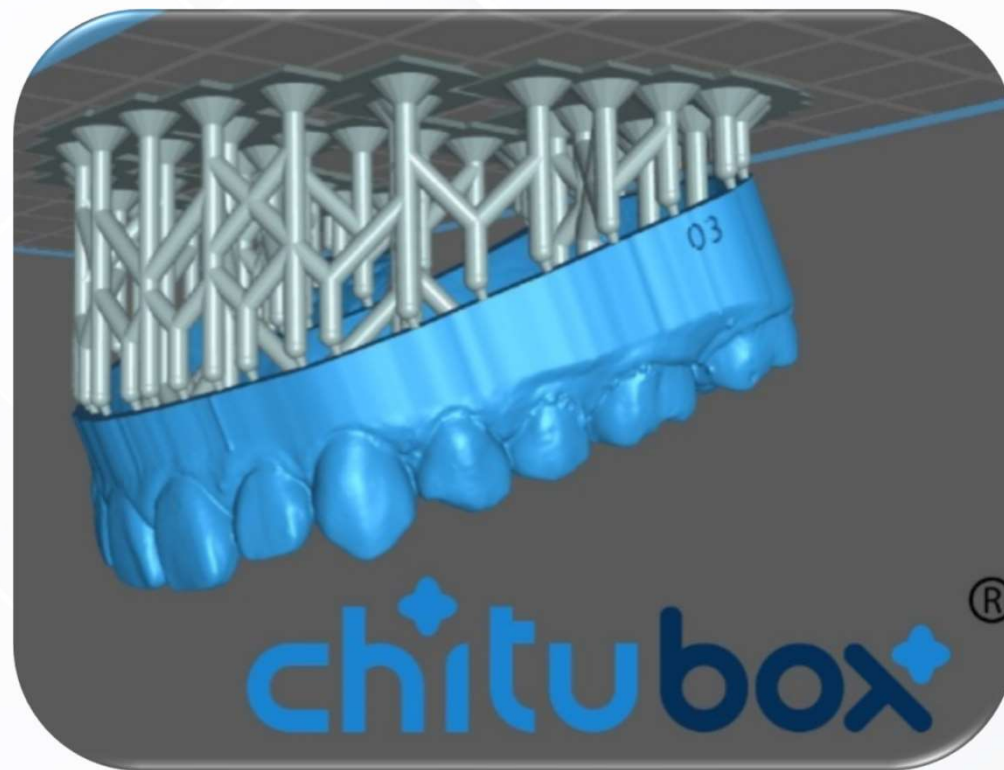
- *Importar el archivo 3D desde el software de escaneo*

Paso 2 – Orientación

- *Ajustar la orientación del modelo*
- *Asegurar que superficies críticas estén bien soportadas*

Paso 3 – Soportes

- *Añadir soportes*
- *Personalizar ubicación y densidad*



FABRICACION ADITIVA

Impresora 3D Dental Shining 3D AccuFab-L4D

Inicio de la impresión:

Seguir instrucciones del archivo generado

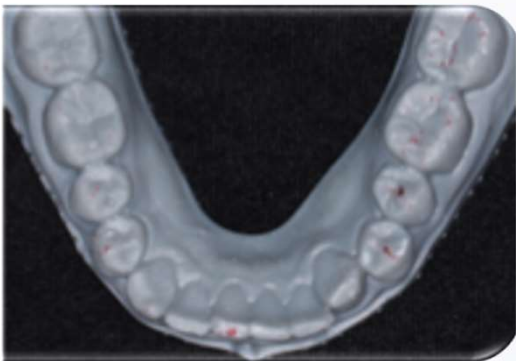
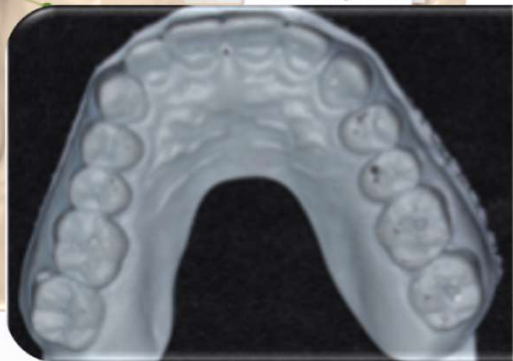
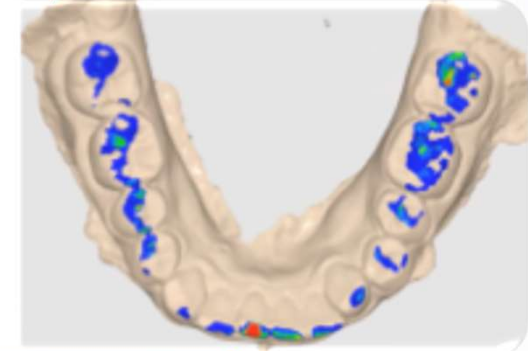
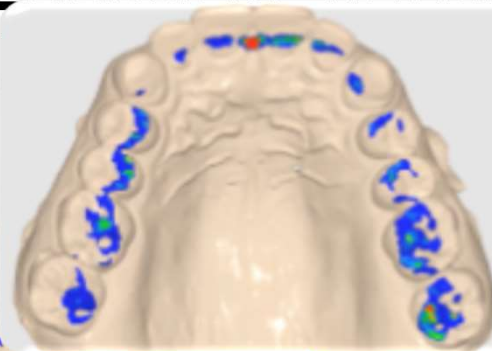
Monitoreo:

- *Importante monitorear el proceso*
- *Verificar que no haya fallos*
- *Asegurar que el modelo se imprima correctamente*

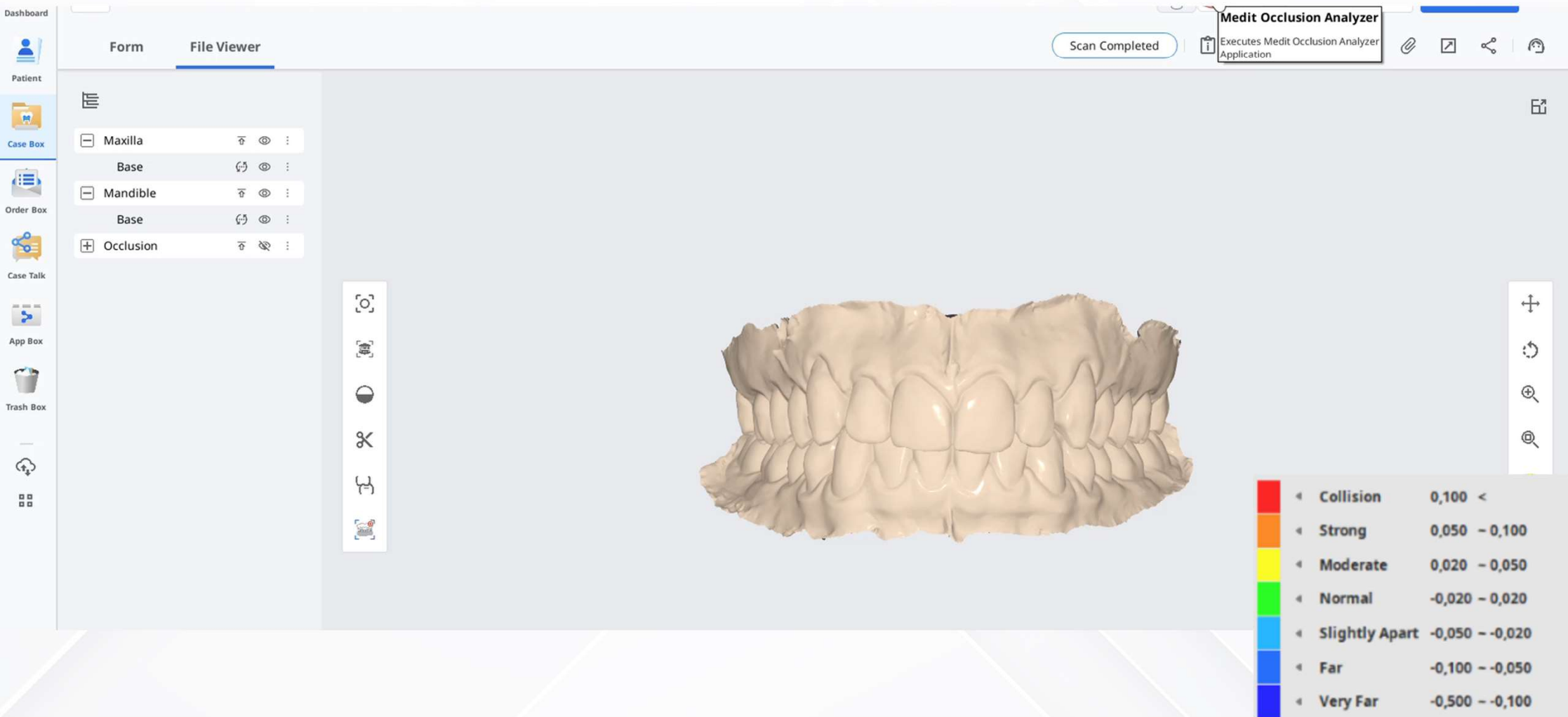


RECOLECCION DE DATOS

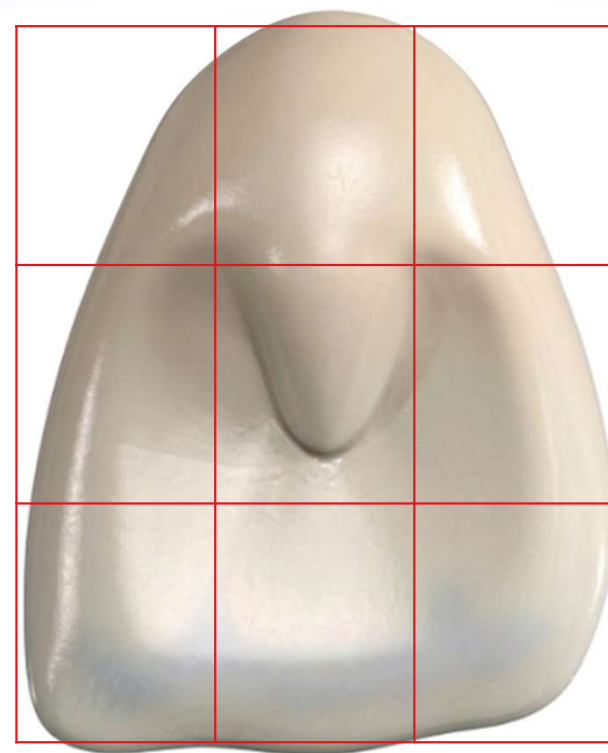
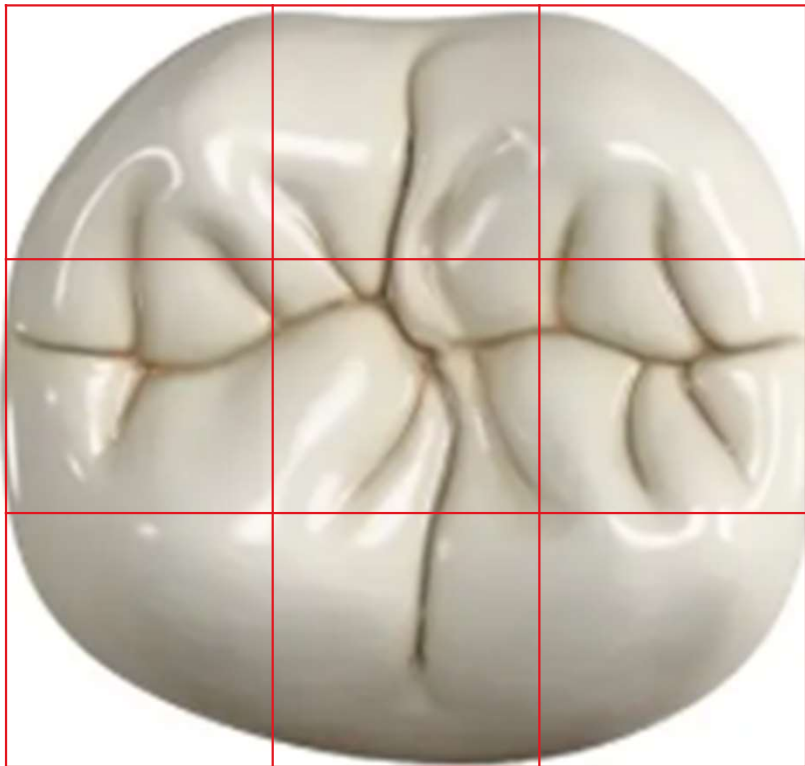
Elemento	Especificación
Muestra	20 pacientes (consentimiento informado)
Dientes evaluados	Incisivos, caninos y molares
Cuadrantes	1 y 4 (superior e inferior derecho)
Comparación	Escaneos digitales vs Modelos impresos en 3D



Método de identificación de contactos



Areas examinadas



Resultados

Escala de interpretación de kappa

VALOR	INTERPRETACIÓN
< 0,00	Pobre
0,00 – 0,20	Ligera
0,21 – 0,40	Aceptable
0,41 – 0,60	Moderada
0,61 – 0,80	Sustancial
0,81 – 1,00	Casi perfecta

Tabla resumen – Incisivos (comparaciones significativas)

GRUPO	VARIABLE	COMPARACIÓN	KAPPA	INTERPRETACIÓN
Incisivos inferiores	C_inci_inf_ID	S vs M	0,643	Sustancial
Incisivos superiores	C_inci_sup_PMD	S vs M	0,608	Sustancial
Incisivos superiores	C_inci_sup_PMD	S vs P	0,459	Moderada
Incisivos superiores	C_inci_sup_PMD	M vs P	0,459	Moderada
Incisivos superiores	C_inci_sup_PCM	S vs P	1,000	Casi perfecta

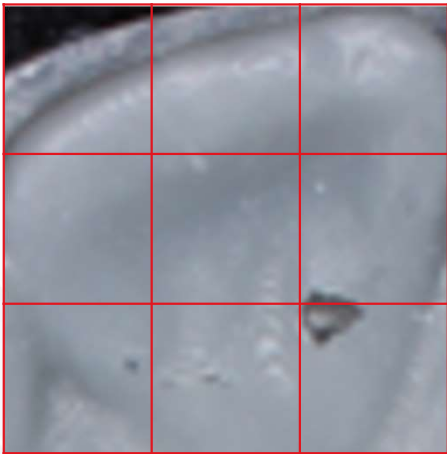
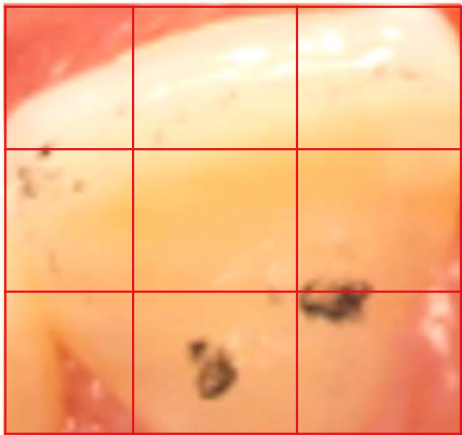
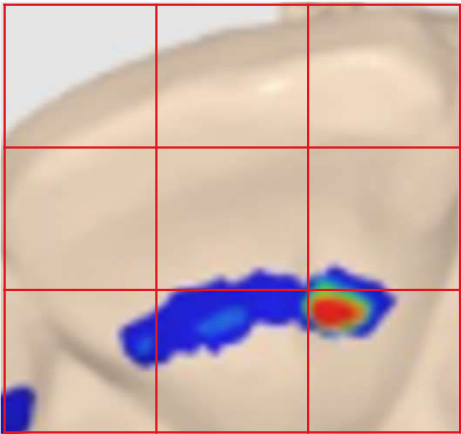


Tabla resumen - Caninos (comparaciones significativas)

GRUPO	VARIABLE	COMPARACIÓN	KAPPA	INTERPRETACIÓN
Caninos inferiores	C_Can_inf_IM	S vs M	0,733	Sustancial
Caninos inferiores	C_Can_inf_IMD	S vs P	0,600	Moderada
Caninos inferiores	C_Can_inf_ID	M vs P	0,467	Moderada
Caninos superiores	C_Can_Sup_PD	S vs M	0,634	Sustancial
Caninos superiores	C_Can_Sup_PD	S vs P	0,634	Sustancial
Caninos superiores	C_Can_Sup_PD	M vs P	0,560	Moderada

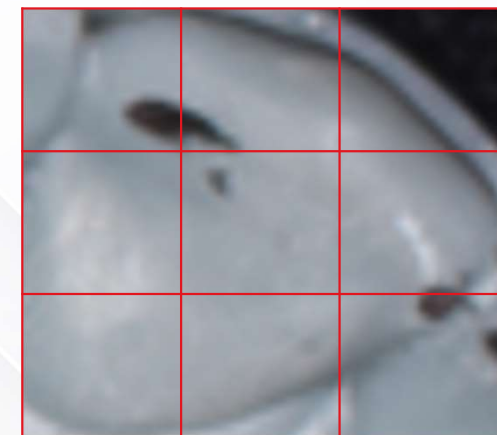
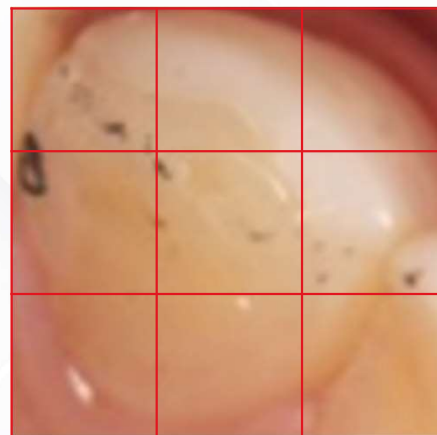
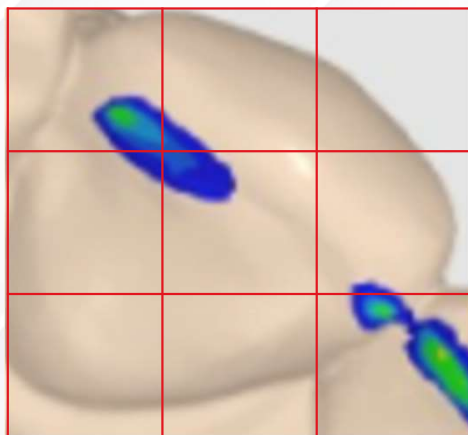
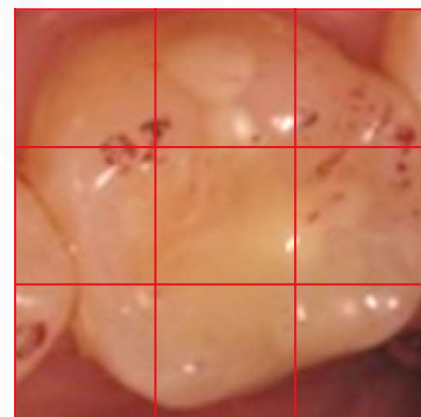
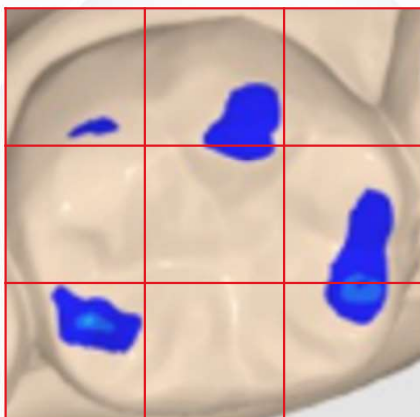


Tabla resumen – Molares (comparaciones significativas)

Grupo	Variable	Comparación	Kappa	Interpretación
Molares inferiores	C_Mol_inf_OVD	S vs P	0,412	Moderada
Molares inferiores	C_Mol_inf_OVM	S vs M	0,459	Moderada
Molares inferiores	C_Mol_inf_OVM	S vs P	0,348	Aceptable
Molares inferiores	C_Mol_inf_OMDM	S vs M	0,692	Sustancial
Molares inferiores	C_Mol_inf_OLM	M vs P	0,643	Sustancial
Molares superiores	C_Mol_sup_OVMD	M vs P	0,459	Moderada
Molares superiores	C_Mol_sup_OMDM	S vs M	0,444	Moderada
Molares superiores	C_Mol_sup_OPM	S vs M	0,615	Sustancial

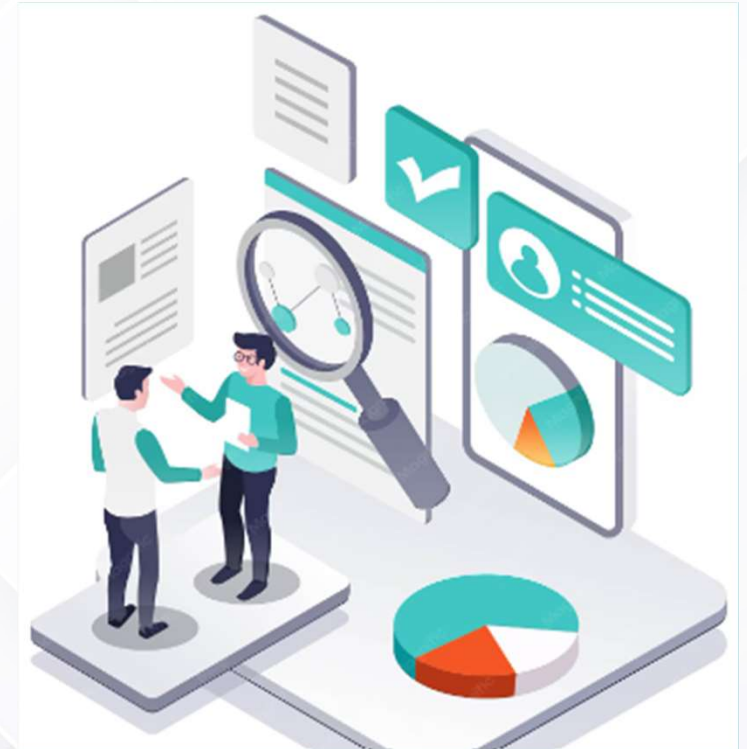


Recolección de la Información



Resultados

HALLAZGO	IMPLICACIÓN
Alta concordancia S vs M	Los modelos impresos en 3D son fieles a los archivos digitales originales
Concordancia variable con Gold estándar	Existe discrepancia entre la medición digital y el registro clínico funcional
Dependencia de ubicación anatómica	Regiones de fácil acceso (anterior) muestran mejor concordancia
Kappa cercanos a cero	Falta de concordancia clínica aceptable en algunos puntos de contacto específicos





Discusión

Discusión

Contexto general y relevancia del estudio

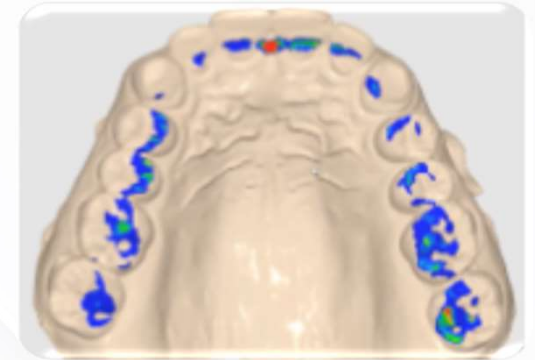
Objetivo del estudio

Sentar las bases para evaluar la correlación de puntos de contacto oclusales entre:

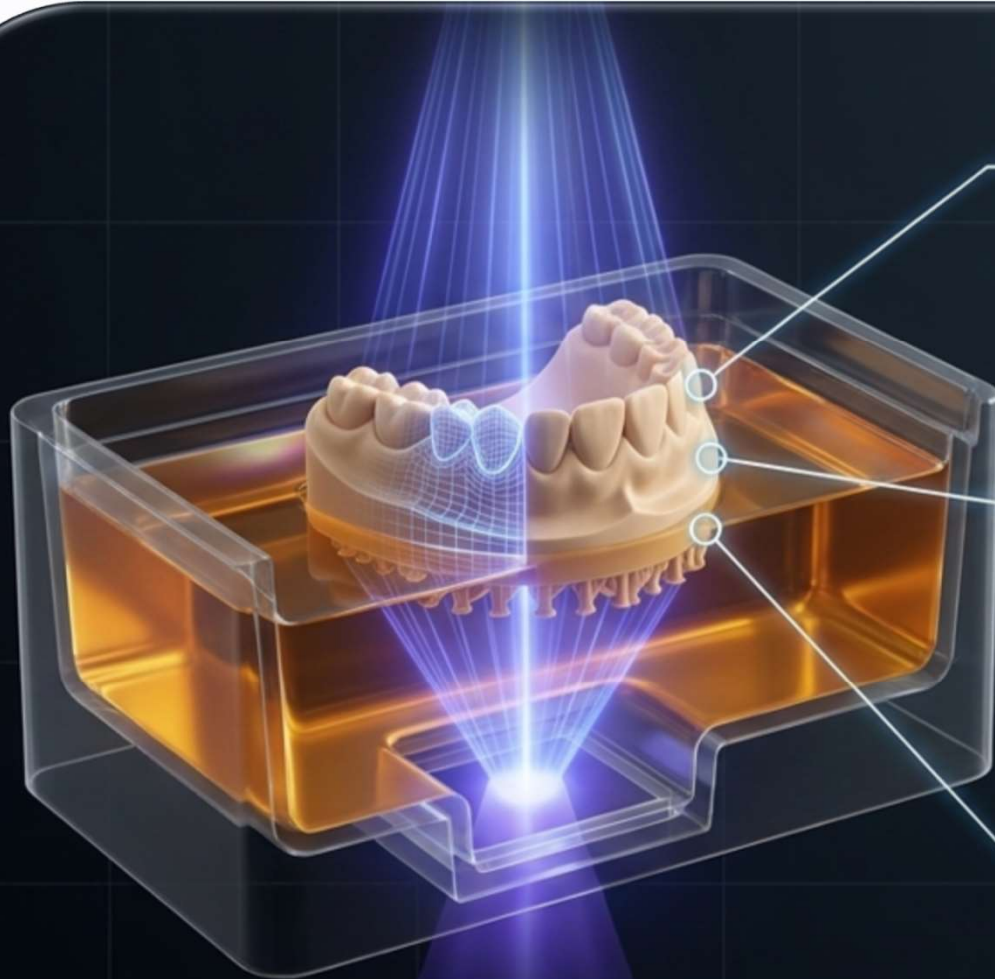
- *Modelos digitales (escáner intraoral Aoralscan 3)*
- *Modelos impresos en 3D (AccuFab-L4D)*
- *Gold estándar: fotografía clínica con papel de articular*

Relevancia

- *Primer referente institucional al iniciar una línea de investigación digital usando los equipos disponibles en la universidad para evaluar la correlación y veracidad de los mismos.*
- *Permite afinar metodologías y procesos académico-técnicos.*
- *Evidencia empírica sobre precisión y limitaciones de escáneres intraorales e impresión 3D.*



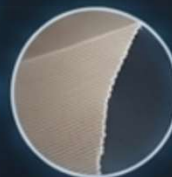
Factores explicativos (tabla de causas)



Contracción por Fotopolimerización:

El cambio dimensional durante el curado altera relaciones cuspídeas micro-métricas, creando contactos fantasma.

Resolución de Eje Z (Grosor de Capa):



Capas de 50-100 μm pueden generar superficies escalonadas que el software lee como interferencias, superando la sensibilidad natural de 8 μm .

Orientación y Tensiones:

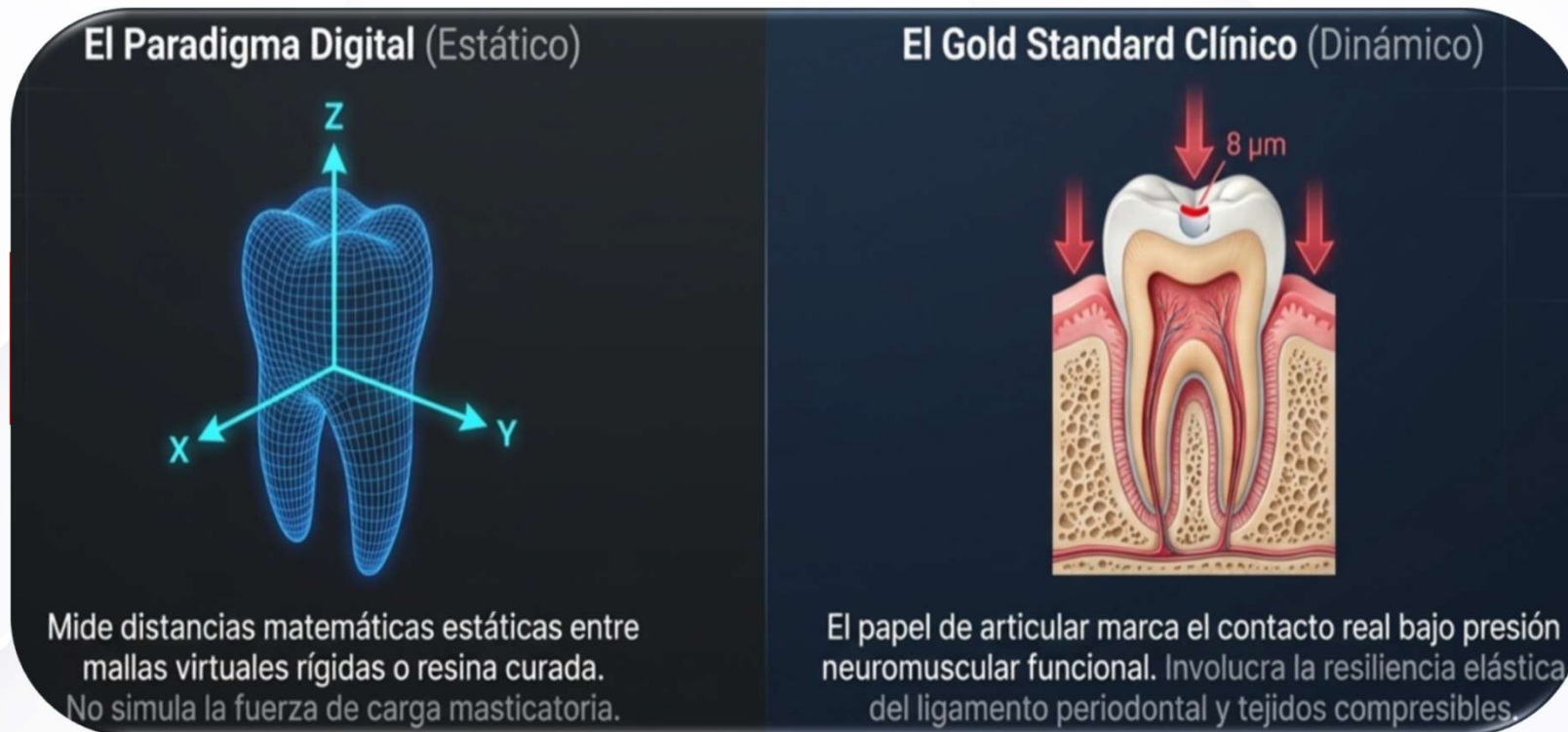
Modelos impresos horizontalmente (0° - 20°) minimizan capas. Las tensiones liberadas tras retirar soportes pueden alterar la geometría final.

EDUCACIÓN SUPERIOR

23. Alghauli MA, Almuzaini SA, Aljohani R, Alqutaibi AY. Impact of 3D printing orientation on accuracy, properties, cost, and time efficiency of additively manufactured dental models: a systematic review. BMC Oral Health. 2024 Dec 1;24(1). doi:10.1186/S12903-024-05365-5 PubMed PMID: 39725946.

24. Alkadi L. A Comprehensive Review of Factors That Influence the Accuracy of Intraoral Scanners. Diagnostics (2075-4418). 2023 Nov 1;13(21):3291. doi:10.3390/DIAGNOSTICS13213291

Comparación frente al estándar clínico (foto clínica)



Conclusiones

1. *Los registros oclusales digitales muestra mayor veracidad en el sector anterior, pero existe una pérdida de exactitud en sectores posteriores debido al error acumulativo*
2. *La impresión 3D introduce errores propios, aunque sea fiel al archivo digital*
3. *Existe una discrepancia entre los registros oclusales obtenidos digitalmente y los registros oclusales clínicos*
4. *Los modelos digitales son herramientas confiables para el desempeño de la práctica odontológica, pero no sustituyen la validación biológica y clínica*

Recomendaciones

- *A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio sobre la correlación de los puntos de contacto en modelos impresos y archivos STL, se plantean las siguientes recomendaciones:*
- *Se recomienda el uso de diferentes materiales de impresión 3D para modelos y comparación en los diferentes tipos de impresoras disponibles en el mercado con fines odontológicos*
- *Se sugiere estandarizar los protocolos del escaneo en los pacientes y el diseño digital de los modelos impresos en 3D bajo las mismas medidas y/o distancias del modelo y el articulado para reducir posibles variaciones metodológicas que puedan afectar la comparación entre los modelos físicos y los archivos digitales*

Agradecimientos

- Agradecemos a nuestros padres por el apoyo financiero de este proyecto, a la institución UNICOC por brindarnos el espacio para llevar a cabo dicha investigación, a nuestros tutores por su tiempo y dedicación, a los Docentes que hicieron parte de este proyecto y a nuestros compañeros por el acompañamiento.

Referencias

- 1. Rodríguez Sánchez AS. Estudio comparativo de un sistema de impresión convencional y el sistema di... En SIDECC (Sistema de Descubrimiento Colegios de Colombia). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG): Digital Repository [Internet]. 2022 [cited 2024 Mar 12]. Available from: <https://eds-p-ebscobhost-com.lgproxynicoc.edu.co/eds/detail/detail?vid=2&sid=ff059a7d-feaa-4784-a263-593635860a0e%40redis&bdata=Jmxbhmc9ZXMmc2l0Zl1lZHMtbgJ2ZSZZY29wZT1zaXRl#db=edsbas&AN=edsbas9341EDBA>
- 2. Fraile Benítez C, Pradies Ramiro GJ, Ferreiroa Navarro A, Solaberrieta Méndez E. Fiabilidad de los registros oclusales intermaxilares obtenidos mediante sistemas digitales: estudio clínico transversal [Internet]. 2020 [cited 2025 May 10]. Available from: <https://openurl-ebSCO-com.lgproxynicoc.edu.co/content/item/edsolaidsoai.oni1468954120?sid=ebSCOplinkcrawler&id=ebSCOedsolaidsoai.oni1468954120&cr1=c>
- 3. Ender A, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. J Prosthet Dent. 2016 Mar 1;115(3):313–20. doi:10.1016/J.PROSDENT.2015.09.011 PubMed PMID: 26548890.
- 4. García de Lara Fernández A. idUS - Toma de impresión sobre implantes: Precisión de las técnicas convencionales frente a digitales [Internet]. [SEVILLA]: Universidad de Sevilla; 2021 [cited 2024 Mar 18]. Available from: <https://idus.us.es/handle/11441/134290>
- 5. Carrillo Vaca DG, Astudillo Ortiz JL. Precisión de las impresiones digitales intraorales: una revisión de literatura. Odontología. Vol 23, N° 2, 2021 (Ejemplar dedicado a: Julio - Diciembre) [Internet]. 2021 [cited 2025 Feb 23]. Available from: <https://openurl-ebSCO-com.lgproxynicoc.edu.co/content/item/edsolaidsoai.oni10001513853?sid=ebSCOplinkcrawler&id=ebSCOedsolaidsoai.oni10001513853&cr1=c>
- 6. Kamimura E, Tanaka S, Takaba M, Tachi K, Baba K. In vivo evaluation of inter-operator reproducibility of digital dental and conventional impression techniques. PLoS One. 2017 Jun 1;12(6). doi:10.1371/JOURNAL.PONE.0179188 PubMed PMID: 28636642.
- 7. Tomita Y, Uechi J, Konno M, Sasamoto S, Iijima M, Mizoguchi I. Accuracy of digital models generated by conventional impression/plaster-model methods and intraoral scanning. Dent Mater J. 2018;37(4):628–33. doi:10.4012/DMJ.2017-208 PubMed PMID: 29669951.
- 8. Hurtado Morales MA, Cortellezzi SSS, Juan Emilio Jiménez García, Jaime Trapote Mateo S. article in journal/newspaper [Internet]. 2019 [cited 2024 Mar 15]. Precisión y fidelidad de los escáneres intraorales en rehabilitaciones full... En SIDECC (Sistema de Descubrimiento Colegios de Colombia). Available from: <https://eds-p-ebscobhost-com.lgproxynicoc.edu.co/eds/detail/detail?vid=1&id=7b79f9cd-8e30-4fdf-99ca-14482c5378ec%40redis&bdata=Jmxbhmc9ZXMmc2l0Zl1lZHMtbgJ2ZSZZY29wZT1zaXRl#AN=edsbas2cD1B0BF&db=edsbas>
- 9. Christine K, Christine K. Accuracy of full arch digital impressions: an in-vitro and in-vivo comparison [Internet]. Align Technology; 2025 [cited 2025 May 10]. Available from: <https://openurl-ebSCO-com.lgproxynicoc.edu.co/content/item/edsolaidsoai.oni100015459?sid=ebSCOplinkcrawler&id=ebSCOedsolaidsoai.oni100015459&cr1=c>
- 10. Hurtado Morales MA, Cortellezzi S, Santiago Saracho JE, Jiménez García J, Trapote Mateo S. Precisión y fidelidad de los escáneres intraorales en rehabilitaciones full arch con implantes dentales [Internet]. 2019 [cited 2026 Apr 6]. Available from: <https://openurl-ebSCO-com.lgproxynicoc.edu.co/content/item/edsolaidsoai.oni100015459?sid=ebSCOplinkcrawler&id=ebSCOedsolaidsoai.oni100015459&cr1=c>
- 11. Tratamiento de oclusión y afecciones temporomandibulares. En SIDECC (Sistema de Descubrimiento Colegios de Colombia) [Internet]. [cited 2024 May 5]. Available from: <https://eds-p-ebscobhost-com.lgproxynicoc.edu.co/eds/detail/detail?vid=1&sid=e7b31bc2-0207-467c-9eaa-4c9a666a48ec%40redis&bdata=Jmxbhmc9ZXMmc2l0Zl1lZHMtbgJ2ZSZZY29wZT1zaXRl#db=cat9082a&AN=ucoc.7218>
- 12. Mangano FG, Hauschild U, Veronesi C, Imburgia M, Mangano C, Admakin O. Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and multiple implants: a comparative in vitro study. BMC Oral Health 2019 19:1. 2019 Jun 6;19(1):101. doi:10.1186/S12903-019-0792-7 PubMed PMID: 31170969.
- 13. GÜth JF, Runkel C, Beuer F, Stimmelmayer M, Edelhoff D, Keul C. Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. Clin Oral Investig. 2017 Jun 1;21(5):1445–55. doi:10.1007/S00784-016-1902-4 PubMed PMID: 27406138.
- 14. Piza Pellizzer E, De Luna Gomes JM. La odontología digital en rehabilitación oral. Odontología Sanmarquina. 2021 Mar 31;24(2):3–4. doi:10.15381/OS.V24I2.19882
- 15. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-Arch dental impressions: A new method of measuring trueness and precision. Journal of Prosthetic Dentistry. 2013 Feb 1;109(2):121–8. doi:10.1016/S0022-3913(13)60028-1 PubMed PMID: 23395338.
- 16. Grau Sacoto MA. Evaluación de exactitud de los métodos convencionales y digitales para obten... En SIDECC (Sistema de Descubrimiento Colegios de Colombia) [Internet]. 2021 [cited 2024 Mar 12]. Available from: <https://eds-p-ebscobhost-com.lgproxynicoc.edu.co/eds/detail/detail?vid=3&sid=ff059a7d-feaa-4784-a263-593635860a0e%40redis&bdata=Jmxbhmc9ZXMmc2l0Zl1lZHMtbgJ2ZSZZY29wZT1zaXRl#AN=edsbas7f6B161c&db=edsbas>
- 17. Seo K, Kim S. A New Method to Evaluate Trueness and Precision of Digital and Conventional Impression Techniques for Complete Dental Arch. Applied Sciences 2021, Vol 11, 2021 May 17;11(10). doi:10.3390/AP11104612
- 18. Nulty A. A comparison of trueness and precision of 12 3D printers used in dentistry. BDJ Open. 2022 Dec 1;8(1). doi:10.1038/S41405-022-00108-6
- 19. Camardella LT, de Vasconcellos Vilella O, Breuning H. Accuracy of printed dental models made with 2 prototype technologies and different designs of model bases. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2017 Jun 1;151(6):1178–87. doi:10.1016/j.ajodo.2017.03.012 PubMed PMID: 28554463.
- 20. Additive Manufacturing Technologies Used for Processing Polymers: Current Status and Potential Application in Prosthetic Dentistry - Revilla-León - 2019 - Journal of Prosthodontics - Wiley Online Library [Internet]. [cited 2026 Apr 11]. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jopr.12801?msocid=06ca1f209860340c0e0b32be376189>
- 21. Jeong M, Radomski K, Lopez D, Liu JT, Lee JD, Lee SJ. Materials and Applications of 3D Printing Technology in Dentistry: An Overview. Dent J (Basel). 2024 Jan 1;12(1). doi:10.3390/DJ12010001
- 22. Gavounelis NA, Gogola CMC, Halazonetis DJ. The Effect of Scanning Strategy on Intraoral Scanner's Accuracy. Dent J (Basel). 2022 Jul 1;10(7):N.PAG-N.PAG. doi:10.3390/DJ10070123
- 23. Alghauli MA, Almuzaini SA, Aljohani R, Alqutaibi AY. Impact of 3D printing orientation on accuracy, properties, cost, and time efficiency of additively manufactured dental models: a systematic review. BMC Oral Health. 2024 Dec 1;24(1). doi:10.1186/S12903-024-05365-5 PubMed PMID: 39725946.
- 24. Alkadi L. A Comprehensive Review of Factors That Influence the Accuracy of Intraoral Scanners. Diagnostics (2075–4418). 2023 Nov 1;13(21):3291. doi:10.3390/DIAGNOSTICS13213291
- 25. Agustín-Panadero R, Moreno DM, Pérez-Barquero JA, Fernández-Estevan L, Gómez-Polo M, Revilla-León M. Influence of type of restorative materials and surface wetness conditions on intraoral scanning accuracy. J Dent. 2023 Jul 1;134. doi:10.1016/J.JDENT.2023.104521 PubMed PMID: 37061118.
- 26. Manziuc MM, Savu MM, Almășan O, Leucuța DC, Tăut M, Ifrim C, et al. Insights into Occlusal Analysis: Articulating Paper versus Digital Devices. Journal of Clinical Medicine 2024, Vol 13, 2024 Jul 31;13(15). doi:10.3390/JCM13154506

