



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA CON OPCIÓN
TERMINAL EN PEDIATRÍA

Tesis

“Concordancia de escáneres HEGES® y Polycam® en dimensiones faciales versus método convencional de niños en edad escolar”

Para obtener el grado de Maestra en estomatología con opción terminal en Pediatría

Presenta:

María Julieta Campos Vázquez **Matrícula:** 222450009

Director de tesis:

M.O. Estela Del Carmen Velasco León **ID:** 100225455

Asesor disciplinario:

M.O. Víctor Hernández Vidal **ID:** 100008655

Asesor metodológico:

D.S.P. Rosendo Gerardo Carrasco Gutiérrez **ID:** 100378833

Asesor externo:

E.P. Rubén Muñoz Salgado

Lectora:

MEP: Erika Beatriz Etcheverry Doger **ID:** 100426411

Dictamen de aprobación de tesis



Oficio No. FESIEP/CIFE/047/2024

C. María Julieta Campos Vázquez
Estudiante de la Maestría en Estomatología
Con opción en Terminal en Pediatría
Matrícula No.: 222450009
Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Estomatología
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

Sirva este medio para enviarle un cordial saludo, asimismo, la que suscribe MEP. Gisela Nataly Rubin de Celis Quintana en mi calidad de Secretaria de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; para comunicarle una noticia importante en relación con su proceso académico.

Con agrado, le informo que la Secretaría de Posgrado ha otorgado la aprobación para la impresión de su Tesis Titulada:

"Concordancia de escáneres HEGES® y Polycam® en dimensiones faciales versus método convencional de niños en edad escolar"

Esta tesis está inscrita en el libro de registros No. 09, página 01, con el No. de asignación 2024231, en la Secretaría de Investigación de esta Unidad Académica. Usted presentará esta tesis para realizar su examen profesional y así obtener el grado de Maestría en Estomatología.

La aprobación de la impresión de su tesis represente un hito significativo en su trayectoria académica y profesional. Es el reflejo de su arduo trabajo, dedicación y la profundidad de su investigación en el campo de la Estomatología.

Le insto a que proceda con los pasos necesarios para la impresión y presentación de Tesis, cumpliendo con todas las normativas y plazos establecidos por la Facultad. Esto incluye la revisión final de su documento, asegurándose de que desempeñe todos los requisitos académicos y formatos establecidos, así como la coordinación con la Secretaría para la programación de su examen profesional.

Para cualquier consulta, aclaración o información adicional, le invito a contactar directamente a este Posgrado, estamos aquí para asistirle en cada paso restante de su proceso académico.

Sin otro particular, le reitero mi más atenta y distinguida consideración y le deseo éxito en la etapa final de esta carrera académica.

A t e n t a m e n t e

"Pensar bien, para vivir mejor"

H. Puebla de Z., a lunes 06 de junio del 2024

MEP. Gisela Nataly Rubin de Celis Quintana
Secretaria de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Estomatología

* Nota: Se anexa Formato de Impresión de Tesis - C. María Julieta Campos Vázquez - Maestría en Estomatología con opción en Terminal en Pediatría - S.I.E.P. - Facultad de Estomatología - B.U.A.P. (origina) - p.s.c.y.a.

*C.c.p. Archivo

*MCO. FJMA/MEP. GNRCO/yaneth

Secretaría de Investigación y
Estudios de Posgrado
Facultad de
Estomatología

31 poniente 1304, Col. Volcanes
Puebla, Pue.
C.P. 72410
Tel. Of. 22*22 29 55 00
Ext. 5526



Autorización de impresión

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS RECEPCIONAL**

Para obtener el Grado de: **Maestra en Estomatología con opción terminal en Pediatría**

No. Registro CIFE: 2024231. **Fecha de Registro ante CIFE:** viernes 19 de enero del 2024.

Título de la Tesis: "Concordancia de escáneres HFGES® y Polycam® en dimensiones faciales versus método convencional de niños en edad escolar".

Nombre del alumno: María Julieta Campos Vázquez.

Matrícula: 222450009.

Domicilio: Calle Pinos No. 27, Fraccionamiento Cipreses de Mayorazgo, Puebla, Puebla. **Tel:** 22*23 15 36 84.

Fecha de ingreso a la Facultad: lunes 03 de enero del 2022.

Firma: _____

Director de Tesis: MO. Estela del Carmen Velasco León.

Grado académico: Maestra en Ortodoncia.

Adscripción: Facultad de Estomatología.

ID: 100225455.

Tel: 22*23 23 48 42.

Firma: _____

Director Disciplinario: MO. Víctor Hernández Vidal.

Grado académico: Maestro en Ortodoncia.

Adscripción: Facultad de Estomatología.

ID: 100378833.

Tel: 22*21 74 19 16.

Firma: _____

Director Metodológico: DSP. Rosendo Gerardo Carrasco Gutiérrez. **Grado académico:** Doctor en Salud Pública

Adscripción: Facultad de Estomatología.

ID: 100008655.

Tel: 22*25 05 30 84.

Firma: _____

Lector: MEP. Erika Beatriz Etcheverry Doger.

Grado académico: Maestra en Estomatología Pediátrica.

Adscripción: Facultad de Estomatología.

ID: 100426411

Tel: 22*24 92 01 90.

Firma: _____

Nombre y firma de aprobación del presidente de la academia/Responsable de la Maestría en Estomatología con Opción terminal en Pediatría

EEP. Nila Claudia Gil Orduña

Firma: _____

La Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Estomatología, autoriza la impresión de la Tesis.

MEP. Gisela Nataly Rubin de Celis Quintana



Fecha actual: lunes 03 de junio de 2024.

Sello _____

Constancia de Cambio de título



Constancia No. FESIEP/CIFE/252/2024

MO. Estela del Carmen Velásco León
Responsable del Proyecto de Investigación
Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Estomatología
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

Sirva este medio para enviarle un cordial saludo, asimismo, la que suscribe MEP. Gisela Nataly Rubin de Celis Quintana en mi calidad de Secretaria de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Es mi deber informarle acerca de una actualización significativa relacionada con el Proyecto de Investigación (Colectivo) que Usted lidera.

Título original:

"Fiabilidad de escáneres HEGES® y Polycam® en dimensiones faciales de niños en edad escolar".

Fue presentado por el equipo compuesto por:

No.	Cargos	Nombres	ID - Matrículas
1	Responsable del Proyecto de Investigación:	MO. Estela del Carmen Velásco León	100225455
2	Director Disciplinario:	MO. Víctor Hernández Vidal	100378833
3	Director Metodológico:	DSP. Rosendo Gerardo Carrasco Gutiérrez	100008655
4	Asesor Externo:	EP. Rubén Muñoz Salgado Universidad Autónoma de Tlaxcala.	S/N
5	Estudiante de Maestría en Estomatología <u>Terminal en Pediatría</u>	C. María Julieta Campos Vázquez	222450009

Dicho proyecto fue registrado en el libro de registros 09, página 01, bajo el No. de asignación 2024231, con fecha asentada el día viernes 19 de enero del año vigente, ante el Comité de Investigación de la Facultad de Estomatología (C.I.F.E.).

Se hace constar, que, el día viernes 31 de mayo del presente año, el C.I.F.E. recibió su notificación de Cambio de Título de su Proyecto de Investigación. Tras su revisión y aprobación.

El título ha sido modificado a:

"Concordancia de escáneres HEGES® y Polycam® en dimensiones faciales versus método convencional de niños en edad escolar".

Por lo anterior, el equipo de investigación y los roles asignados permanecen inalterados. Es importante destacar que esta actualización para para efectos legales y administrativos pertinentes.

Sin más por el momento y esperando una colaboración continua, le reitero mi disposición para cualquier consulta o aclaración.

Atentamente

"Pensar bien, para vivir mejor"

H. Puebla de Z., a viernes 31 de mayo del 2024

MEP. Gisela Nataly Rubin de Celis Quintana
Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Estomatología

*C.c.p. Archivo
*MCO. FJMA/MEP. GNRCO/yaneth



Secretaría de Investigación y
Estudios de Posgrado
Facultad de
Estomatología

31 poniente 1304, Col. Volcanes
Puebla, Pue.
C.P. 72410
Tel. Of. 22*22 29 55 00
Ext. 5526

Oficio de Aceptación de proyecto



Constancia No. FESIEP/CIFE/002/2024

MO. Estela del Carmen Velásco León
Responsable del Proyecto de Investigación
Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Estomatología
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

Sirva este medio para enviarle un cordial saludo, asimismo la que suscribe MEP. Gisela Nataly Rubin de Celis Quintana en mi calidad de Secretaria de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y tras un detenido análisis y evaluación en el Proyecto de Investigación (Colectivo):

Nombre del Título del Proyecto:

"Fiabilidad de escáneres HEGES® y Polycam® en dimensiones faciales de niños en edad escolar"

Presentado por:

No.	Cargos	Nombres	ID y/o Matrícula
1	Responsable del Proyecto de Investigación	MO. Estela del Carmen Velásco León	100225455
2	Director Metodológico	DSM. Rubén Gerardo Carrasco Guebara	100324623
3	Director Disciplinario	MO. Víctor Hernández Vidal	100312833
4	Asesor Externo	EP. Rubén Muñoz Salgado Universidad Autónoma de Tlaxcala	SN
5	Estudiante de Maestría en Estomatología: <u>Terminal en Pediatría</u>	CI. Maria Julieta Campos Vázquez	22249009

HAGO CONSTAR que, ha sido oficialmente ACEPTADO. Este relevante proyecto ha sido registrado ante el Comité de Investigación de la Facultad de Estomatología (C.I.F.E.), inscrita en el libro de registros No. 09, página 01, bajo el No. de asignación 2024231, en la Secretaría de Investigación de esta Unidad Académica.

Para los fines legales que los interesados convergan, y sin otra particular, reitero a Usted mi más atenta y distinguida consideración.

Atentamente
"Pensar bien, para vivir mejor"
H. Puebla de Z., a viernes 19 de enero de 2024

MEP. Gisela Nataly Rubin de Celis Quintana
Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Estomatología



C.c.p. Archivo
MCO. FJMA/MO.FADV/Instituto

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado
Facultad de Estomatología | 31 poniente 1304, Col. Volcanes
Puebla, Pue.
C.P. 72410
Tel. Of. 22*22 29 55 00
Ext. 5526

Reporte antiplagio

(A001) Revisado por Jefatura de Servicios Especializados de Información

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA

Trabajo del estudiante

9%

2

repositorioinstitucional.buap.mx

Fuente de Internet

2%

3

www.repositorioinstitucional.uson.mx

Fuente de Internet

<1%

4

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1%

5

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1%

6

Submitted to UPAEP: Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Trabajo del estudiante

<1%

7

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1%

8

moam.info

Fuente de Internet

<1%

Evidencia de productos académicos derivados del proyecto

La Facultad de Odontología de la Universidad Veracruzana otorga el presente

Reconocimiento

a Vázquez María Julieta, Verdugo Lugo Lirio Rubí, Campos, Carrasco Gutiérrez Rosendo, Velasco León Estela del Carmen, Hernández Vidal Víctor, Agustín Serrano Ricardo



Por haber obtenido **1er lugar** en el
IX Concurso de Investigación Internacional en Odontología
En la categoría: Inv. Epidemiológica Nivel: Posgrado Modalidad: Oral
Con el trabajo titulado:
CONCORDANCIA DE DIMENSIONES FACIALES ENTRE ESCÁNER BELLUS3D Y MÉTODO CONVENCIONAL EN NIÑOS
LIBRO: 3 FOJA: 2 FOLIO: 140
EN EL MARCO DEL IX CURSO DE ACTUALIZACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL ODONTOLÓGICA Y XVII CONGRESO DE EGRESADOS
Celebrado en la ciudad de Boca del Río, Ver., los días 28, 29 y 30 de septiembre 2022


Dra. Laura Koesel Ramos
Directora
Universidad Veracruzana


Dra. María del Pilar Leosma Velázquez
Secretaria Académica
Universidad Veracruzana

 Universidad Autónoma de Tlaxcala
Facultad de Odontología

Consejo Nacional de Cuerpos Académicos en Odontología A.C.



Otorgan el presente:

RECONOCIMIENTO

A:

VERDUGO LUGO LIRIO RUBÍ, CAMPOS VÁZQUEZ MARÍA JULIETA, CARRASCO GUTIÉRREZ ROSENDO, VELASCO LEÓN ESTELA DEL CARMEN, HERNÁNDEZ VIDAL VÍCTOR, AGUSTÍN SERRANO RICARDO.

Por haber obtenido el SEGUNDO LUGAR en el concurso de PRESENTACIONES ORALES con el tema "CONCORDANCIA DE DIMENSIONES FACIALES ENTRE ESCÁNER BELLUS3D Y MÉTODO CONVENCIONAL EN NIÑOS" a nivel POSGRADO en el marco del XV Encuentro Nacional e Internacional de Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación en Odontología.

"POR LA CULTURA A LA JUSTICIA SOCIAL"
TLAXCALA TLAX. A., 31 DE MARZO DE 2023

M. EN C. AURORA LUCERO REYES
DIRECTORA DE FACULTAD


DRA. GUADALUPE ROSALÍA CAPETILLO
HERNÁNDEZ
PRESIDENTE DE CONACAO

Agradecimientos

A mis padres por su paciencia y apoyo incondicional sin los cuales esto no hubiera sido posible.

A mis amistades las cuales agregaron alegría y diversión a este proceso.

A mis asesores los cuales con paciencia, dedicación y tiempo ayudaron a guiar el proyecto.

Índice General

Portada.....	1
Dictamen de aprobación de tesis.....	3
Autorización de impresión	4
Constancia de Cambio de título.....	5
Oficio de Aceptación de proyecto	6
Reporte antiplagio.....	7
Agradecimientos.....	9
RESUMEN.....	13
PALABRAS CLAVE.....	13
INTRODUCCIÓN	14
ANTECEDENTES.....	15
Antecedentes generales.....	15
Antecedentes específicos.....	22
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	27
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	27
JUSTIFICACIÓN.....	28
HIPÓTESIS	28
OBJETIVOS.....	29
Objetivo general.....	29
Objetivos específicos	29
MATERIAL Y MÉTODOS	29
UBICACIÓN ESPACIO TEMPORAL	37
RESULTADOS	38
DISCUSIÓN	41
CONCLUSIÓN	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44
ANEXOS	48
Índice de tablas y figura	
Diagrama de flujo.....	28
Imagen 1.....	31
Imagen 2.....	32
Imagen 3.....	32
Tabla 1.....	33

Gráfico 1	34
Gráfico 2	34
Gráfico 3	35
Anexo 1	43
Anexo 2	43
Anexo 3	43
Anexo 4	44
Abreviaturas	

2D: Bidimensional

3D: Tridimensional

CBTC: Tomografía computarizada de haz cónico

CCI: Coeficiente de Correlación Intraclase

Ch: Chelion

DE: Desviación estándar

Der: Derecho

FTR: Facial Recognition Technologies

G: Glabella

glTF: GL Transmission Format/formato de archivo para escenas y modelos 3D

Izq: Izquierdo

Li: Labio inferior

LiDAR: Light Detection And Ranging

Ls: Labio superior

Me: Mentón

NHP: Posición normal de la cabeza

PLY: Polygon File Format/Formato de archivo poligonal

RM: Resonancia magnética

Sn: Subnasal

STL: stereolithography/estereolitografía

TC: Tomografía computarizada

Tra: Trago

Tri: Trichion

Z: Zigomático

"Concordancia de escáneres HEGES® y Polycam® en dimensiones faciales de niños en edad escolar"

RESUMEN

Introducción: El estudio de las características faciales es un paso crucial en la evaluación inicial de pacientes pediátricos que podrían requerir tratamiento de Ortopedia Maxilofacial. En este contexto, la necesidad de contar con técnicas de análisis facial modernas, no invasivas y confiables es fundamental. **Objetivo:** Evaluar la concordancia entre las mediciones de análisis facial obtenidas mediante escáneres HEGES® y Polycam® en comparación con el método convencional en niños en edad escolar. **Material y métodos:** Se realizó un estudio observacional en el que se escaneó el rostro de 120 pacientes de ambos sexos, con edades entre 5 y 12 años. Las medidas faciales obtenidas con los escáneres HEGES® y Polycam® se compararon con las obtenidas mediante el método convencional de medición manual. **Resultados:** Los resultados muestran que la mayoría de los planos antropométricos presentan una excelente concordancia entre las tres técnicas de escaneo facial, con índices de concordancia intraclase (CCI) superiores a 0.90 y una gran similitud entre sus promedios ($p > 0.05$), indicando que no existen diferencias significativas. **Conclusión:** Los escáneres HEGES® y Polycam® demuestran ser herramientas confiables para la medición de dimensiones faciales en niños en edad escolar, ofreciendo resultados comparables al método convencional.

PALABRAS CLAVE

HEGES®, Polycam®, Análisis facial, Escáneo facial, Tejidos Blandos.

INTRODUCCIÓN

En odontología para establecer un adecuado diagnóstico de los padecimientos en los pacientes se analizan diferentes hallazgos bucodentales, debido a que el rostro es lo primero que observamos en una persona y juega un papel fundamental en la definición de su personalidad e individualidad, resulta crucial realizar un análisis facial detallado.

A través de este análisis detallado, los profesionales odontólogos pueden identificar de manera oportuna posibles desviaciones de la norma en la estructura facial de los pacientes, tanto en general como en los niños que se encuentran en etapa de crecimiento. Esta información es crucial para establecer un diagnóstico preciso y diseñar un plan de tratamiento ortodóncico adecuado, optimizando los resultados estéticos y funcionales.

La forma tradicional de obtener estas mediciones y análisis es de manera directa en la cara del paciente, o mediante fotografías, radiografía lateral de cráneo, y en algunos casos con tomografía de haz cónico. En combinación proporcionan suficiente información, aunque de manera aislada algunos son insuficientes, y pueden tener distorsión, entregar medidas sólo en dos dimensiones, o tener riesgo por la radiación que requieren para su proceso, en especial para la población infantil.

Los escáneres faciales o intraorales son softwares que reproducen muestras digitales en 3D de la cara o dentadura de las personas. Estos datos sirven para realizar análisis tridimensionales del paciente, con información para llevar a cabo mediciones, cálculos, controles o impresiones en 3D. Algunos son muy precisos, complejos y caros, otros son más sencillos, y tienen libre acceso.

Las ventajas de la digitalización facial de los teléfonos inteligentes incluyen la reducción del tiempo del escaneo, el procesamiento de imágenes y el aprendizaje técnico. Se han desarrollado varias aplicaciones para escanear rostros y representar modelos faciales en 3D, que pueden transferirse a un diseño asistido por computadora. Dentro de las aplicaciones que se evaluaron en este estudio están Heges® y Polycam®. Las cuales cuentan con dos tecnologías: fotogrametría y Light Detection And Ranging (LiDAR).

La finalidad del presente proyecto fue establecer la concordancia y fiabilidad de las dimensiones faciales en niños, mediante la ubicación de 7 puntos y medición de 11 planos, usando los escáneres Heges® y Polycam® en niños de edad escolar que asistieron a consulta en la clínica de pediatría de la facultad de Estomatología, en comparación con el método convencional. Además, se obtuvieron índices de medidas antropométricas de los niños para el análisis facial tridimensional.

La implementación del escaneo facial tridimensional en grandes poblaciones permitirá desarrollar un análisis facial único específicamente para la población infantil al mismo tiempo que abre la puerta para futuras investigación.

ANTECEDENTES

Antecedentes generales

El análisis facial representa el inicio del examen clínico de los pacientes que están en proceso de recibir tratamiento ortopédico maxilofacial. Esto se debe de manera principal a que los rasgos del rostro manifiestan de manera externa la morfología esquelética subyacente. El estudio de los tejidos blandos cuantifica los rasgos para analizar la anatomía de los tejidos de referencia y las medidas de tamaño de estos, dentro de los parámetros normales. Algunos autores tales como Holdaway, Ricketts, Arnett, Bergman Leagan, Burstone, Powel y Kokich desarrollaron evaluaciones faciales específicas a lo largo de los años. Esto fue logrado tomando medidas clínicas del rostro de una población adulta y derivando un criterio 'estándar' mediante análisis estadísticos.¹ Las radiografías craneales y las imágenes clínicas se han utilizado durante mucho tiempo en el campo de la odontología para realizar análisis faciales, pero se ha demostrado que los resultados obtenidos tienen sesgos y las mediciones clínicas están sujetas a cambios.²

La antropometría craneofacial es confiable para medir tejidos blandos porque mide directamente los tejidos del paciente. Sin embargo, realizar este procedimiento en niños requiere mucho tiempo y la colaboración del paciente. En la actualidad, hay múltiples técnicas disponibles para recopilar y medir la forma de la superficie craneal, incluyendo imágenes bidimensionales y, más recientemente, procedimientos tridimensionales como la tomografía computarizada. Sin embargo, estos métodos presentan inconvenientes para los pacientes infantiles en cuanto al riesgo de radiación. Más recientemente, los escáneres láser de superficie pueden generar imágenes estéreo digitales en 3D de los tejidos blandos del rostro.

Alrededor del 450-420 a. C., se cree que es el escultor griego Policleto, que escribió tratados sobre los cánones. Sus estudios se fundamentan en el principio egipcio que la cabeza es $\frac{1}{8}$ de la longitud total del cuerpo, mientras que la cabeza incluyendo el cuello es $\frac{1}{6}$ de la longitud total del cuerpo. Estas características se muestran en la conocida estatua de Doryphorus, la cual resalta la belleza de un cuerpo masculino musculoso.³

Cánones neoclásicos:

1. Una línea horizontal entre los ojos puede dividir la cabeza en dos mitades iguales.
2. La nariz ocupa el tercio medio de la cara dividida en tres.
3. Se puede dividir la cabeza en partes iguales, con una línea vertical que atraviese la frente y la nariz como partes medias.
4. La medida de la nariz es equivalente a la medida de las orejas.
5. El ancho de la nariz es igual a la distancia entre los ojos.
6. Se puede dividir el ancho de la cara en cinco partes iguales porque la distancia entre los ojos es similar a la distancia intercantal.
7. La boca es 1.5 veces más ancha que la nariz.
8. La cuarta parte del ancho de la cara corresponde al ancho de la nariz.

9. La inclinación del puente de la nariz corresponde a la de las orejas.
10. La parte inferior de la cara se puede dividir en tres.
11. La parte inferior de la cara se puede dividir en cuatro.

Según Leonardo da Vinci (1452-1519), los tercios horizontales de la cara deben tener proporciones idénticas.⁴ Albrecht Dürer (1471-1528) al igual que da Vinci, se dio cuenta de que el rostro se divide en tres partes iguales. Se mide desde la frente hasta la nariz, desde la nariz hasta la boca y desde la boca hasta la barbilla. También descubrió que la medida entre los ojos es equivalente a la longitud del ojo.³ Farkas (1915 - 2008) estudió la antropometría craneofacial e hizo importantes contribuciones a la comprensión del complejo craneofacial. Se interesó en explorar el uso de técnicas antropométricas tradicionales en el análisis facial en pacientes. Entre 1968 y 1984, midió y comparó 2500 sujetos para crear un estándar para la mayoría de las mediciones de tejidos blandos de la cara.⁵ El campo de la cirugía maxilofacial comenzó a valorar el análisis facial. La sociedad en la década de 1970 estaba llena de estudios de imagen y clínicos para obtener buenos resultados en los tejidos blandos de la cara antes y después de la cirugía.^{6,7}

Crecimiento y desarrollo

Durante el tercer mes de desarrollo intrauterino, dentro del periodo fetal, la cabeza representa aproximadamente la mitad de la longitud total del cuerpo. Cabe destacar que el cráneo ocupa más del 50% del volumen total de la cabeza en comparación con la cara. Tras el nacimiento, la cabeza constituye un tercio del tamaño total del cuerpo. El patrón general de crecimiento se mantiene constante, con la cabeza disminuyendo gradualmente de proporción hasta alcanzar alrededor del 12% en la edad adulta.⁸

La cara generalmente se desarrolla en un patrón "hacia abajo y hacia adelante". Mientras la cara va madurando se producen una serie de variaciones morfológicas características relacionadas con la edad. Esto es producto de los cambios de remodelación que ocurren en el esqueleto facial durante el desarrollo general. Los seres humanos muestran variabilidad en la tasa de crecimiento craneofacial que se modifica a lo largo del desarrollo, comenzando en la infancia y disminuyendo alrededor de los 3 años. Luego el crecimiento se ralentiza ligeramente hasta su punto más bajo antes de la pubertad, entonces se acelera rápidamente hasta alcanzar su punto máximo durante la pubertad y finalmente disminuye gradualmente al final de la adolescencia. La cara del bebé sufre cambios en diferentes direcciones y tamaños durante el crecimiento, y con el tiempo adquirirá diferentes dimensiones con la edad.⁸

Para establecer un plan de tratamiento integral para los niños con deficiencias en el desarrollo craneofacial y poder realizar comparaciones eficaces, es fundamental comprender el momento y el ritmo de estos cambios durante los primeros años de vida. Esto se debe a que actualmente se carece de datos precisos sobre las distancias lineales y las proporciones faciales durante este periodo crítico.

Métodos para analizar el crecimiento facial

El primer método para medir el desarrollo craneofacial fue la medición craneofacial, que se basa en mediciones craneales de restos óseos humanos, iniciado por la antropología física. La cualidad de este método es la posibilidad de obtener mediciones puntuales.⁹

Otro método para evaluar el desarrollo craneofacial es la antropometría. Se realiza en individuos que utilizan áreas de tejido blando cubiertas por puntos de referencia óseos. Aunque los resultados pueden variar en función del grosor del tejido, estos hallazgos pueden compararse con las mediciones obtenidas mediante craneometría. La antropometría, que realiza mediciones repetidas en diferentes momentos en los pacientes, permite monitorear directamente el crecimiento de una persona.

Cefalometría, análisis bidireccional:

Este método combina eficazmente las ventajas de la antropometría y la craneometría al permitir la evaluación simultánea del tamaño óseo y de los tejidos blandos subyacentes (nariz, labios, mentón). Antes de la llegada de la radiografía craneofacial, el patrón general de desarrollo craneofacial se comprendía principalmente mediante estudios antropométricos y cronológicos.⁸

Tradicionalmente, los ortodoncistas han confiado en las radiografías para evaluar el desarrollo facial, empleando mediciones de puntos de referencia bidimensionales (2D) en cefalogramas laterales. El reto a la hora de escalar el cráneo reside en distinguir los tejidos blandos de los duros debido a la naturaleza superpuesta de varias estructuras. Además, las radiografías se quedan cortas a la hora de captar las características tridimensionales (3D) completas de la cara y la cabeza, ya que sólo pueden proporcionar datos numéricos no direccionales que representen el tamaño y la profundidad.¹⁰

Bishara y Peterson en 1984, llevaron a cabo un estudio longitudinal cuyo objetivo era cuantificar los cambios en el tamaño facial y las relaciones que se producían entre los 5 y los 25 años mediante cefalometría. Los cambios totales los dividieron arbitrariamente en tres etapas de desarrollo: 5 a 10 años (GPI), 10 a 15 años (GP II) y 15 a 25,5 años (GP III). El estudio contó con 20 hombres y 15 mujeres. Los resultados de la investigación demostraron que el momento y la magnitud del cambio en los diversos parámetros faciales varían durante el mismo período de crecimiento, como las diferencias entre hombres y mujeres. En la mayoría de las discrepancias en las diferentes medidas en mujeres ocurren en 5 a 10 años y 10 a 15 años, mientras que en hombres las discrepancias se distribuyen proporcionalmente en las tres etapas de desarrollo. Hubo varias diferencias en 15 a 25,5 años en varias medidas clínicamente significativas (p. ej., en mujeres, la relación de altura anterior se reduce significativamente en 15 a 25,5 años, mientras que en hombres hay un incremento significativo).¹¹

Las radiografías panorámicas y laterales de cráneo han sido durante mucho tiempo el pilar de las imágenes diagnósticas en ortodoncia. Sin embargo, estos métodos convencionales son inherentemente propensos a errores de distorsión y ampliación debido a su naturaleza bidimensional (2D), que puede limitar la precisión de las mediciones. El advenimiento de las técnicas de imagen en 3D ha revolucionado la ortodoncia, ofreciendo una distorsión significativamente reducida y una mayor precisión en la cuantificación de las estructuras anatómicas.¹⁰

Imágenes diagnósticas

Los estándares de referencia en imagen médica radiológica son la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM). Estos proporcionan la información más precisa y completa (no sólo fuera, sino sobre todo dentro de la cabeza mediante imágenes transversales) y suelen ser necesarios para descartar una craneosinostosis craneal infantil. Sin embargo, estas técnicas son costosas e invasivas, ya que suele ser necesario sedar al paciente. La tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM) rutinarias no son habituales en la rutina clínica. Además, para evaluar resultados puramente estéticos la TC y la RM están limitadas por la posición en decúbito de los lactantes. Esta posición puede alterar los tejidos blandos en algunas zonas de la cabeza debido a la gravedad y a la presión de la zona de apoyo. La alteración de la forma de la cabeza puede observarse fácilmente una vez reconstruidos los modelos 3D.¹²

La fotografía digital se ha convertido en una herramienta indispensable en ortodoncia, ya que sirve para multitud de propósitos a lo largo del proceso de tratamiento. Permite a los clínicos documentar meticulosamente las fases clave del tratamiento, facilitando una evaluación exhaustiva y el seguimiento del progreso. Más allá de su papel en el mantenimiento de registros, la fotografía digital también mejora la comunicación con el paciente, permitiendo a los especialistas ilustrar claramente los objetivos y el progreso del tratamiento. Además, constituye una valiosa herramienta de autoevaluación para los ortodontistas, ya que fomenta la mejora continua y el perfeccionamiento de las técnicas. Además, la fotografía digital desempeña un papel crucial en la planificación del tratamiento, ya que permite analizar con precisión la dentición y los rasgos faciales del paciente para desarrollar estrategias de tratamiento individualizadas. Además, contribuye al avance de la investigación, la educación y el marketing en ortodoncia. Al capturar imágenes atractivas de los resultados del tratamiento, fomenta la motivación y la cooperación del paciente, contribuyendo en última instancia al éxito del tratamiento. En la práctica ortodóncica, se recomienda un mínimo de cuatro fotografías extraorales y cinco intraorales para una documentación completa. Las fotografías extraorales deben captar el perfil facial completo del paciente, especialmente la sonrisa natural, para garantizar una planificación y documentación precisas del tratamiento.¹³

Escáner 3D

La tecnología de escaneo 3D tiene numerosas aplicaciones, desde características a microescala, objetos a gran escala como edificios, hasta la

identificación de expresiones faciales humanas. Permite crear modelos precisos y de alta resolución, desde paisajes naturales a escenas de crímenes o cubiertas de barcos. Hay múltiples factores que influyen en la precisión de una imagen obtenida mediante escaneado 3D, como la capacidad de escáner para registrar detalles, el principio e intervalo de escaneado, el tamaño y el tipo de área de escaneado, la longitud del arco, las irregularidades de la superficie del objeto, la temperatura, la humedad relativa y la iluminación. Al escanear a un ser humano, entran en juego nuevas variables que pueden variar de una persona a otra en función de la edad, la postura y el sexo.¹⁴

Tecnología LiDAR

LiDAR fue pionera en la digitalización del rostro humano. Para la obtención de la imagen, se emite luz con puntos característicos hacia un objeto con una superficie lisa o irregular y extrae la información de profundidad del objeto, basándose en la información estereoscópica de la luz. En el estudio publicado por Yueyan y cols. en 2023, en el cual se revisaron 226 artículos recopilados hasta febrero de 2023, concluyeron que la tecnología de reconstrucción 3D ofrece beneficios significativos en odontología, mejorando la precisión y la visualización de estructuras dentales y faciales, la toma de decisiones en la elección de tecnologías de reconstrucción 3D en odontología debe estar basada en objetivos específicos, considerando las características y escenarios de aplicación de cada técnica.¹⁵

Esterofotogrametría

La estereofotogrametría se define como la construcción de una imagen 3D combinando fotografías tomadas desde distintos ángulos con al menos dos cámaras. El procedimiento puede ser pasivo (los ángulos únicos de las cámaras determinan la distancia de los puntos de la cara mediante triangulación y la calibración) o activo (se incorporan técnicas de para exploraciones de mayor resolución).¹⁶

En 1998, Ferraio et al. realizaron un estudio exhaustivo para evaluar la precisión de los digitalizadores magnéticos en la medición de las dimensiones faciales entre niños italianos. El estudio incluyó una amplia muestra de 1.347 individuos caucásicos sanos, que abarcaba niños y adolescentes de 6 a 18 años y adultos jóvenes de 19 a 32 años. Utilizando fotogrametría infrarroja automatizada, capturaron meticulosamente las coordenadas tridimensionales de 22 puntos de referencia faciales. Posteriormente, calcularon y promediaron los volúmenes faciales, las distancias lineales seleccionadas y las proporciones, estratificando los datos por edad y sexo. Aprovechando este amplio conjunto de datos, desarrollaron un análisis específico adaptado a niños y adultos italianos.¹⁷

Bellus3D, escáner comercial desarrollado especialmente para el escaneo facial, se empleó en ensayos de maquillaje virtual, diseño de anteojos individualizados y empresas de efectos especiales de Hollywood, casas de producción, modelado 3D

y en odontología. Sin embargo, los estudios son controversiales en la precisión de esta técnica en la medición de tejidos blandos.¹⁴

En un estudio realizado por Quinzi y cols. 2022, compararon la precisión de los escáneres de teléfonos inteligentes frente a la tecnología de estereofotogrametría para la digitalización facial en niños. Donde revisaron artículos publicados desde el 1 de enero de 2010 hasta el 30 de agosto de 2022, de los cuales veintitrés artículos cumplieron los criterios de inclusión. Los dispositivos estacionarios de estereofotogrametría mostraron una precisión media que osciló entre 0,087 y 0,860 mm, los escáneres portátiles de estereofotogrametría entre 0,150 y 0,849 mm, y los teléfonos inteligentes entre 0,460 y 1,400 mm. Aunque los smartphones mostraron un menor rendimiento en superficies profundas e irregulares, todos los dispositivos analizados fueron suficientemente precisos para su aplicación clínica. Las cámaras internas de detección de profundidad o las cámaras externas de detección de profundidad con luz estructurada infrarroja conectadas a los smartphones/tablets aumentaron la precisión. Finalmente concluyeron que estos dispositivos son portátiles y baratos, pero requieren una mayor experiencia del operador y la conformidad del paciente para el aumento del tiempo de adquisición.¹⁸

Obtención de la imagen escaneada

La tecnología de captura se basa en la proyección de rayas paralelas sobre la cara del paciente para crear un patrón, que luego es captado por cámaras para reconstruir un modelo tridimensional basado en algoritmos matemáticos que tienen en cuenta la distorsión del patrón de luz. Estas diferentes técnicas de captura presentan diversas ventajas y han sido ampliamente evaluadas en la literatura. Las técnicas de escaneado facial son capaces de producir imágenes 3D con una precisión de 0,32 a 0,89 mm. En investigaciones realizadas en Alemania por Bartella y cols. en 2022, su investigación "Precisión de escáneres faciales alternativos de bajo costo: un estudio de cohorte prospectivo". Evaluó si dos procedimientos de bajo costo para la creación de imágenes tridimensionales de escaneado facial eran capaces de producir conjuntos de datos suficientemente precisos para el análisis clínico, en una muestra no aleatorizada de 50 voluntarios. Se utilizó la t de student y desviaciones estándar de medidas obtenidas mediante método manual, escáner facial y fotogrametría. e encontró que la fotogrametría manual con una cámara fotográfica normal demostró una mayor precisión que el escaneado con un dispositivo inteligente, pero con una complejidad mucho mayor durante el procesamiento para la obtención de imágenes faciales en 3D. Por lo tanto, esta técnica puede ser más adecuada en algunos casos, especialmente en entornos de investigación. El escaneado con dispositivos inteligentes es más intuitivo y podría ser preferible en contextos de educación de pacientes. Esta tecnología está experimentando un desarrollo técnico masivo y es probable que su reevaluación clínica sea de interés en un futuro próximo.¹⁹

Concordancia

El concepto de concordancia, que tiene su origen en la expresión latina «concordare», significa la concordancia o correspondencia entre dos entidades. En el ámbito de la sanidad, la concordancia adquiere una importancia capital, ya que se emplean diversas metodologías y herramientas de diagnóstico para evaluar distintos fenómenos sanitarios y enfermedades. En consecuencia, la concordancia se convierte en un factor crítico para determinar si los nuevos métodos o instrumentos, que se apartan de los enfoques convencionales, arrojan resultados equivalentes. Esta evaluación allana el camino para la posible sustitución o intercambiabilidad de métodos, impulsada por factores como la simplicidad, la rentabilidad, la seguridad del paciente y otras consideraciones de peso.²⁰

Antecedentes específicos

Análisis 3D

El crecimiento es un proceso de tres vías que debe ser analizado en todas las direcciones para evitar perder información esencial y brindar detalles sobre las proporciones de biomasa. Para el ortodoncista y el odontopediatra, el crecimiento facial es una preocupación importante, particularmente si el resultado del crecimiento facial puede verse afectado por el tratamiento de ortopedia/ortodoncia. Los médicos ahora pueden comprender mejor los cambios en la cara de un bebé en desarrollo debido a las nuevas modalidades 3D.¹⁶

La estereofotogrametría, los sistemas de imágenes por láser, los sistemas de luz estructurada, la videografía y los métodos de rayos X como la tomografía computarizada (TC), la tomografía de haz cónico (CBCT), la resonancia magnética (RM) y el ultrasonido son métodos de imágenes en 3D.¹⁸ A través de mediciones cuantitativas y comparativas del lado derecho e izquierdo de las estructuras faciales, las imágenes en 3D pueden proporcionar información más precisa y detallada para el diagnóstico y la planificación del tratamiento. Se pueden girar y ver fácilmente estas imágenes tridimensionales desde cualquier ángulo. La rotación permite el análisis específico de las estructuras faciales y la visualización de estructuras que no se pueden capturar claramente mediante radiografías o fotografías.¹⁰

Se ha creado una base de datos utilizando imágenes estereotácticas para evaluar los resultados clínicos de los tratamientos quirúrgicos y no quirúrgicos de la cabeza y el cuello. Muchos autores han empleado técnicas 3D para efectuar análisis faciales, planificar cirugías maxilofaciales, dispositivos médicos, comparar medidas faciales, etc.²²

En 2002, Jiy cols. presentó un novedoso enfoque que utilizaba un sistema de escaneo digital tridimensional (3D) en color para medir meticulosamente la expansión del tejido blando facial en un paciente de 14 años con quemaduras extensas que afectaban al cuero cabelludo, la cara, el cuello y la parte superior del abdomen. Esta técnica innovadora se ha generalizado en el ámbito de la cirugía reconstructiva, sobre todo para tratar defectos importantes de los tejidos blandos de la cara y el cuello. Su atractivo radica en su capacidad para expandir los tejidos blandos sanos preservando la textura natural y la sensación táctil de los apéndices, lo que da lugar a resultados estéticos y funcionales notables.²³

Un dispositivo de escaneo digital, un programa de plantilla estereotáctica (STL) y un programa de diseño por computadora conforman el procedimiento. Utilizando este sistema de medición, se obtuvieron datos precisos sobre el área de ablación y la hipertrofia del capuchón cervical en una paciente joven con cicatrices de retracción facial.¹⁸

En 2009, Sforza y cols. realizó un estudio muy detallado para establecer criterios estéticos de los rasgos faciales comparando el tamaño y la forma de los rostros de 95 mujeres italianas, clasificadas como atractivas y poco atractivas, con edades

comprendidas entre los 18 y los 30 años. El estudio capturó meticulosamente puntos de referencia tridimensionales (3D) en 50 puntos de la cara. Estos parámetros de los tejidos blandos fueron cuidadosamente identificados y localizados por operadores experimentados mediante examen visual y/o palpación para cada mujer. Se utilizó un digitalizador electromagnético informatizado (3Draw, Polhemus Inc, Colchester, Vt.) para adquirir las coordenadas faciales tridimensionales. Para cada grupo de mujeres se calcularon estadísticas descriptivas (media y desviación estándar) y se compararon mediante un análisis de varianza unidireccional (ANOVA). Para encontrar diferencias estadísticamente significativas, se utilizaron las pruebas HSD de Tukey. Para todas las comparaciones, se estableció un nivel de significancia del 5 %. Las mujeres atractivas tenían tercios faciales diferentes que las mujeres de control; las mujeres atractivas tenían tercios superiores más grandes, labios más carnosos, línea de mandíbula más pequeña y cara más redondeada que las mujeres de control.²⁴

En su estudio de 2009, Bozic y cols. investigaron la hipótesis de que las formas faciales de dos poblaciones europeas, Eslovenia y Gales, no presentan diferencias significativas. Para abordar esta hipótesis, emplearon un dispositivo de escaneo láser no invasivo para adquirir datos tridimensionales (3D) de una muestra de 187 individuos. Los participantes en el estudio eran 50 hombres y 50 mujeres de Gales, y 43 hombres y 44 mujeres de Eslovenia.²⁵

El objetivo de este estudio fue comparar las diferencias en la morfología facial entre las poblaciones caucásicas de Eslovenia y Gales mediante el uso de un sistema de escaneo láser y un software. Los sujetos fueron fotografiados en la posición normal de la cabeza (NHP). Dos cámaras Minolta Vivid VI900 3D de alta resolución se incluyen en el sistema de escaneo láser. Se ha demostrado que NHP es clínicamente reproducible. Se les pidió a los sujetos que miraran un objeto entre las cámaras después de sentarse en una silla ajustable. Para lograr un NHP y un posicionamiento adecuado, se realizaron ajustes de altura y ángulo. Durante todo el examen, se les pidió a los sujetos que mantuvieran sus músculos faciales lo más relajados posible y permanecieran quietos. Para la obtención de las imágenes se requiere de 10 segundos por paciente. Descubrieron que los hombres y mujeres eslovenos tendían a exhibir una morfología facial terciaria en comparación con los hombres y mujeres galeses del mismo sexo. Concluyeron que la hipótesis fue refutada, por lo que existen diferencias morfológicas entre los rostros eslovenos y galeses.¹⁸

Mai Hang-Nga y cols. En su estudio: "Precisión de los dispositivos portátiles de escaneo facial para obtener modelos faciales tridimensionales: una revisión sistemática y un metanálisis". Concluyeron que los dispositivos portátiles de escaneo facial tienen una precisión similar a la de los métodos tradicionales de obtención de modelos faciales tridimensionales, los dispositivos portátiles son más rápidos y menos invasivos que los métodos tradicionales y pueden tener aplicaciones útiles en diversas áreas de la medicina y la odontología, como la planificación de implantes dentales o la evaluación de la eficacia de los tratamientos

de ortodoncia. La mayoría de los estudios incluidos en la revisión tenían un bajo riesgo de sesgo, lo que sugiere que los resultados son confiables.²⁶

En el estudio “Protocolo de paciente virtual en sillón. Parte 2: Gestión de múltiples escaneos faciales y previsibilidad de alineación”, Raffone y cols. destacan la importancia del escaneo facial en la planificación del tratamiento dental y presentan un protocolo efectivo y confiable para la gestión de múltiples escaneos faciales y la previsibilidad de alineación, sin embargo, menciona que son importantes las referencias frontales para la alineación precisa de los escaneos faciales y la mejora de la confiabilidad de los resultados. Este protocolo tiene el potencial de mejorar la precisión y la eficiencia en la planificación del tratamiento dental, lo que puede mejorar la calidad de la atención dental y la satisfacción del paciente.²⁷

En el estudio de Li y cols. “Veracidad y precisión de los teléfonos inteligentes económicos registro de arco facial virtual”. Los resultados mostraron que los registros virtuales del arco facial obtenidos mediante el uso de teléfonos inteligentes (smartphone), eran precisos y exactos en comparación con los registros obtenidos mediante el uso del arco facial tradicional. Sugieren que el uso de un smartphone con escáner 3D de la cara puede ser una alternativa viable y económica a los métodos tradicionales de toma de registro.²⁸

El artículo “Precisión del escaneo facial con estereofotogrametría y tecnología de teléfonos inteligentes en niños: Revisión sistemática” de Quinzi y cols. sugiere que tanto la estereofotogrametría tradicional como la tecnología de teléfonos inteligentes son opciones precisas y viables. Sin embargo, concluye que se necesitan más investigaciones para confirmar estos hallazgos y determinar las implicaciones clínicas a largo plazo de la tecnología de escaneo facial en niños.¹⁸

Mientras que Lee J. y cols. En su artículo publicado en 2022 “Escáneres faciales en odontología: descripción general” reportaron que, durante el proceso de escaneo facial, es importante que los profesionales dentales expliquen claramente el proceso y brinden apoyo emocional durante todo el procedimiento. Los pacientes pueden sentirse incómodos o ansiosos durante la duración de escaneo facial, por lo que es importante que los profesionales dentales se comuniquen de manera efectiva para garantizar una experiencia positiva para el paciente.²⁹

Heges®

Heges® fue desarrollado en Europa, república Checa. Según el desarrollador la aplicación es la más adecuada para escanear objetos de tamaño pequeño y mediano, como caras, manos, estatuas pequeñas, peluches, piezas de coches, etc. Para lograr el mayor nivel de precisión, utiliza la cámara FaceID para selfies y se selecciona la configuración de precisión "0,5mm". La principal ventaja es la privacidad. Heges® no rastrea de ninguna manera, no hay anuncios, ni rastreadores y no hay terceros involucrados. Todos los datos (escaneos) se quedan estrictamente en el dispositivo de escaneo, a menos que se decida compartirlos manualmente. No requiere utilizar Internet, excepto al comprar y/o restaurar la aplicación. Otras ventajas podrían ser el bajo costo de la aplicación (una tarifa única,

sin suscripciones: sólo se paga una vez y se puede utilizar la aplicación para siempre). Los escaneos se capturan en tiempo real, por lo que no hay que esperar al posprocesamiento.

Cómo obtener un escaneo:

1. Abrir la aplicación, cambiar a la cámara selfie FaceID y seleccionar el ajuste de precisión de 0,5MM para obtener la mayor precisión
2. Iniciar la sesión de escaneo pulsando el botón de alternancia.
3. Mover lentamente el dispositivo mientras el objeto escaneado permanece sin ningún movimiento.
4. Terminar de escanear pulsando de nuevo el botón de alternancia.
5. Para exportar su escaneo a un archivo 3D: abrir el detalle del escaneo en la sección Biblioteca, pulsar "Exportar a [formato]", esperar unos segundos y pulsar "Compartir" para obtener el archivo 3D.³⁰

Es una aplicación basada en la óptica de la cámara TrueDepth® que se encuentra en un iPhone de Apple®. La cámara TrueDepth® está diseñada para el reconocimiento facial y ha estado disponible en determinados productos de Apple desde 2017. Utiliza un emisor de puntos infrarrojos (cuadrícula irregular de más de 30 000 puntos) y una cámara de infrarrojos dedicada para capturar las características objetivo. La aplicación de Heges® aprovecha esta capacidad para crear un modelo tridimensional.³¹

Heges® es muy preciso cuando se trata de escaneos faciales, pero cuando empieza a escanear algo más allá de la cara en sí, causa grandes problemas y distorsiones, creando una gran cantidad de protuberancias, texturas y cicatrices, y recogiendo cosas detrás de la persona como paredes que se conectan con la persona en el escaneo final. Si se tienen en cuenta otros criterios como el proceso de escaneado y la dificultad de generación del modelo, el precio y otros Heges®, Scandy Pro® y Bellus 3D® son los tres mejores para escanear rostros. Heges® obtiene la puntuación más alta teniendo en cuenta todos los criterios, debido a su mejor rendimiento y suavidad del proceso, también por ser menos costoso que Scandy Pro®, que produce una mejor precisión y calidad del modelo 3D y en comparación con Bellus 3D®, que obtuvo el mismo número de puntos en esta evaluación que Scandy Pro, obtiene una puntuación alta en los criterios de evaluación del proceso, pero carece de parecido con el rostro escaneado. Scandy Pro®, Bellus 3D® y 3D Scanner Pro® tienen la peor puntuación en precio, debido a los múltiples pagos. Capture® y 3D Scanner Pro® no tienen la mejor calidad y parte técnica para obtener los escaneados acabados y son más complicadas de usar, lo que las hace más lentas y propensas al factor humano y al uso imperfecto de la aplicación en comparación con las demás.¹⁹

Polycam®

Polycam[®] es un programa desarrollado en 2020 en Los Ángeles, CA. Es una app de escaneo 3D para los nuevos modelos iPhone 12 Pro con sensor LiDAR[®]. La aplicación permite a los usuarios crear rápidamente escaneos 3D en color de alta calidad que pueden utilizarse para la visualización 3D. Debido a que los escaneos son dimensionalmente precisos, se pueden utilizar para tomar medidas de prácticamente cualquier cosa en el escaneo a la vez.³²

Polycam[®] permite escaneos realistas e ininterrumpidos de objetos brillantes. El software LiDAR generado por Polycam[®] se puede convertir en una malla texturizada utilizando OpenDroneMap y Meshroom de AliceVision[®].³³

La aplicación requiere que otra persona gire el teléfono alrededor de el cuerpo, mientras permanece inmóvil, para captar todas las perspectivas de las zonas de su cuerpo que están expuestas. A continuación, los usuarios pueden acercarse a zonas concretas de su cuerpo para verlas desde una perspectiva anatómica.³⁴

Polycam[®], tiene una licencia con un costo de 6,99 dólares al mes, lo que permite exportar las nubes de puntos en diferentes formatos (una posibilidad que no se ofrece en la versión gratuita, que sólo es capaz de exportar la malla en formato glTF).³²

Vacca en 2023, realiza un trabajo que tiene como objetivo proporcionar una evaluación cuantitativa de algunas de las aplicaciones y dispositivos LiDAR más utilizados, destacando su potencial y posibles limitaciones. Como era de esperar, diferentes aplicaciones funcionaron mejor en diferentes escenarios de aplicación; sin embargo, con la configuración elegida, Polycam[®] parece proporcionar reconstrucciones consistentemente razonables en todos los casos probados.³⁵

En el estudio publicado por Rosser-Williams y cols. en 2022 Development of a fit-matching app: validation of 3-D scanning applications, se evaluaron siete medidas antropométricas obtenidas con las aplicaciones de escaneo (Polycam[®] y Metascan 3D scanner[®]) no presentaron diferencias estadísticamente significativas en comparación con el escáner de alta precisión (EinScan Pro 2X[®]). (P>0.05).³⁶

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la ortodoncia y la ortopedia maxilofacial y odontopediatría, la precisión en la medición de las estructuras faciales es crucial para la planificación y el seguimiento de los tratamientos, especialmente en niños en edad escolar que se encuentran en etapas críticas de crecimiento. La tecnología de escaneo facial ha emergido como una herramienta potencialmente valiosa para obtener mediciones faciales precisas. Dos de las opciones disponibles en este campo son los escáneres HEGES® y Polycam®, que ofrecen la ventaja de ser no invasivos y cómodos para los pacientes. Sin embargo, existe la necesidad de evaluar la concordancia entre las mediciones obtenidas con estos escáneres y el método convencional, que generalmente involucra la toma de radiografías y fotografías. La concordancia entre los métodos podría tener implicaciones significativas en la planificación y el éxito de los tratamientos en esta población pediátrica.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe una concordancia significativa entre las mediciones de análisis facial obtenidas mediante escáneres HEGES® y Polycam® en comparación con el método convencional en niños en edad escolar?

JUSTIFICACIÓN

Los problemas dentales y maxilofaciales son comunes en la población infantil, y su corrección temprana es esencial para prevenir complicaciones futuras y mejorar la calidad de vida de los niños. La precisión en la medición de las estructuras faciales es esencial en la planificación y ejecución de tratamientos en niños en crecimiento. Pequeñas variaciones en las mediciones pueden tener un impacto significativo en los resultados finales de los tratamientos. Los escáneres faciales, como HEGES® y Polycam®, representan avances tecnológicos en la toma de medidas faciales. Ofrecen ventajas en términos de comodidad para el paciente y no implican exposición a radiación ionizante, lo que los hace especialmente atractivos en el contexto pediátrico. A pesar del potencial beneficio de estos escáneres faciales, hay una falta de investigaciones sólidas que comparen su concordancia con el método convencional en niños en edad escolar. Esta brecha en la literatura resalta la necesidad de llevar a cabo un estudio que evalúe la precisión de estos dispositivos en este grupo demográfico específico.

HIPÓTESIS

Hi: La concordancia entre las mediciones de análisis facial obtenidas mediante escáneres HEGES® y Polycam® es similar al método convencional en niños en edad escolar.

H0: La concordancia entre las mediciones de análisis facial obtenidas mediante escáneres HEGES® y Polycam® difiere del método convencional en niños en edad escolar.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la concordancia entre las mediciones de análisis facial obtenidas mediante escáneres HEGES® y Polycam® en comparación con el método convencional en niños en edad escolar

Objetivos específicos

1. Especificar la igualdad en las medias de ambas técnicas
2. Registrar los valores en las dimensiones faciales de pacientes en edad escolar mediante el método convencional.
3. Obtener los valores en las dimensiones faciales de pacientes en edad escolar mediante Escáner Heges® y Polycam®.
4. Cotejar dimensiones en el plano vertical en pacientes en edad escolar mediante el método convencional comparado con el escáner Heges® y Polycam®.
5. Cotejar la dimensión del plano transversal en pacientes en edad escolar usando el método convencional comparado con el escáner Heges® y Polycam®.
6. Obtener índices de medidas antropométricas para análisis facial tridimensional en niños en edad escolar.

MATERIAL Y MÉTODOS

- **Diseño de estudio:** estudio observacional, prospectivo, transversal, analítico, *in vivo*.
- **Población:** Pacientes que acuden actualmente a la Clínica de Estomatología Pediátrica de la Facultad de Estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Diferentes a la muestra del estudio anterior con el escáner Bellus 3D.
 - **Población muestra:** 120 pacientes
- **Tipo de muestra:** No probabilístico por conveniencia, secuencial de pacientes que cumplan los criterios de inclusión

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Inclusión

1. Pacientes de 5 a 12 años aparentemente sanos (sin alteraciones sistémicas, sin patologías visibles, que el paciente niegue alguna enfermedad).
2. Pacientes de ambos sexos.
3. Pacientes con aparente simetría facial.

Exclusión

1. Pacientes poco cooperadores que no puedan mantenerse inmóviles durante el escaneo.
2. Pacientes cuyos padres o el niño no quieran firmar el consentimiento y asentimiento válido informado.

Eliminación

1. Falta de claridad y continuidad de imagen escaneada

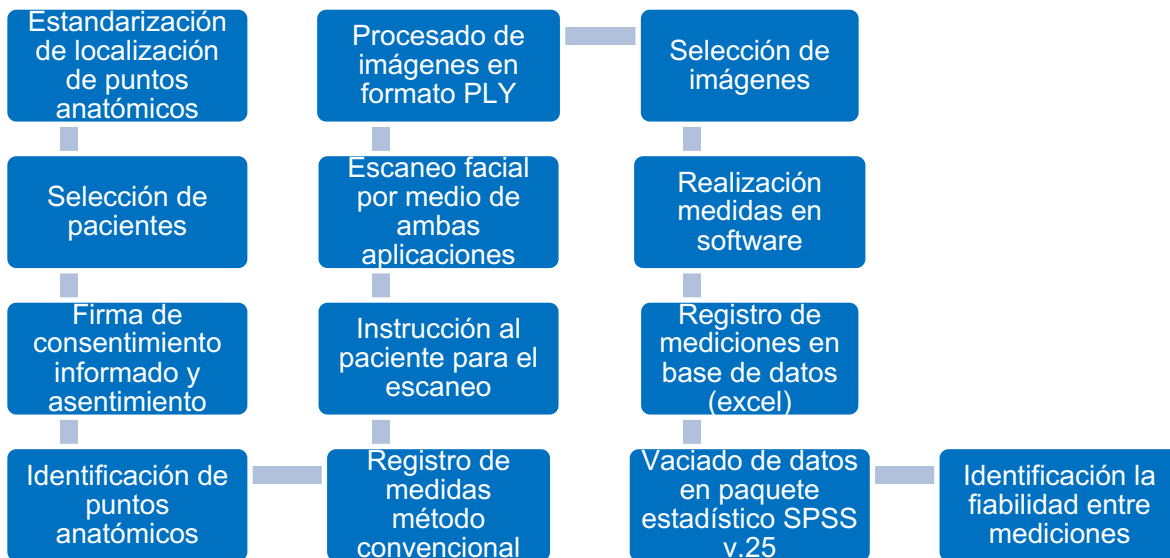
VARIABLES

VARIABLES	NIVEL DE DEPENDENCIA	CATEGORÍA	ESCALA DE MEDICIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ANÁLISIS ESTADÍSTICO
Técnica de análisis facial	Independiente	Cualitativa nominal dicotómica	Escáner /Técnica convencional	Técnicas diagnósticas para obtener dimensiones faciales	
Planos	Dependiente	Cualitativa nominal Policotómicas	Vertical / Sagital / Transversal	Puntos anatómicos para obtener dimensiones faciales	
Trichon-Glabela	Dependiente	cuantitativa por razón continua	mm	Distancia entre el crecimiento del cabello frontal al punto más anterior de la región frontal	Estadística descriptiva y t de student Coeficiente de correlación intraclase CCI.
Glabela-Subnasal	Dependiente	cuantitativa por razón continua	mm	Distancia entre el punto más anterior de la región frontal al punto más profundo de la curvatura nasolabial	Estadística descriptiva y t de student Coeficiente de correlación intraclase CCI.
Subnasal-Mentón	Dependiente	cuantitativa por razón continua	mm	Distancia entre el punto más profundo de la curvatura nasolabial al punto más anterior del mentón.	Estadística descriptiva y t de student Coeficiente de correlación intraclase CCI.
Subnasal-vermelion superior	Dependiente	cuantitativa por razón continua	mm	Punto más profundo de la curvatura nasolabial al punto más inferior del labio superior.	Estadística descriptiva y t de student Coeficiente de correlación intraclase CCI.
Subnasal-vermelion inferior	Dependiente	cuantitativa por razón continua	mm	Punto más profundo de la curvatura nasolabial al Punto más anterior del vermilion del labio inf.	Estadística descriptiva y t de student Coeficiente de correlación intraclase CCI.
Vermilion inferior-Mentón	Dependiente	cuantitativa por razón continua	mm	Punto más inferior del vermilion del labio inf. al Punto	Estadística descriptiva y t de student

				más anterior del mentón cutáneo	Coefficiente de correlación intraclase CCI.
Zigomático-Zigomático	Dependiente	cuantitativa por razón continua	mm	Punto más externo, anterior y prominente del hueso cigomático al lado opuesto.	Estadística descriptiva y t de student Coefficiente de correlación intraclase CCI.
Trago-Glabela	Dependiente	cuantitativa por razón continua	mm	punto que marca la hendidura en el margen superior del trago, donde el cartílago se une a la piel de la cara, al punto más anterior de la región frontal.	Estadística descriptiva y t de student Coefficiente de correlación intraclase CCI.
Trago-Subnasal	Dependiente	cuantitativa por razón continua	mm	punto que marca la hendidura en el margen superior del trago, donde el cartílago se une a la piel de la cara, al punto de la línea media que marca la unión entre el borde inferior del tabique nasal y el labio superior cutáneo al	Estadística descriptiva y t de student Coefficiente de correlación intraclase CCI.
Trago-Mentón	Dependiente	cuantitativa por razón continua	mm	punto que marca la hendidura en el margen superior del trago, donde el cartílago se une a la piel de la cara, al punto más anterior del mentón cutáneo	Estadística descriptiva y t de student Coefficiente de correlación intraclase CCI.
Chelion	Dependiente	cuantitativa por razón continua	mm	esquina más externa (comisura) de la boca, donde se unen los labios superior e inferior al lado opuesto.	Estadística descriptiva y t de student Coefficiente de correlación intraclase CCI.
Edad	Independiente	Cuantitativa por razón e	Años cumplidos	Estadística descriptiva	Estadística descriptiva

		intervalo discreta		cuantitativa (medidas de tendencia central, dispersión y forma)	cuantitativa (medidas de tendencia central, dispersión y forma)
Sexo	Independiente	Cualitativa nominal dicotómica	Hombre/ Mujer	Estadística descriptiva cualitativa (porcentaje)	Estadística descriptiva cualitativa (porcentajes)

Diagrama de Procedimientos



ESTADÍSTICA

Para la recolección de datos se utilizó microsoft Excel Office 2019, se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 25, se realizó estadística descriptiva cualitativa mediante tablas de contingencia, porcentaje y gráficos correspondientes. Se realizó estadística descriptiva cuantitativa mediante medidas de tendencia central y dispersión, se determinó la normalidad de los datos mediante la prueba Kolmogorv-Smirnov. para comparar medias de cada uno de los planos cefalométricos se utilizó la prueba de T de student para grupos independientes debido a que se tiene distribución normal y para medir la concordancia se utilizó la prueba Coeficiente de Correlación Intraclase CCI.

RECURSOS

Recursos humanos

- Una tesista
- Responsable del proyecto
- Director metodológico
- Director disciplinario
- Asesor externo

Recursos materiales

- Vernier digital
- Iphone 13 Pro (Cámara de 12 MP)
- Aplicación Heges® 3D Scan
- Aplicación Polycam®
- Paquete estadístico SPSS (Statistics Program Science Socials) v25.

Recursos financieros

Fueron aportados por el investigador con el financiamiento de la Beca CONAHCYT.

FUENTES DE RECOLECCIÓN Y PROCEDIMIENTOS

Se realizó una entrevista con el padre de familia en donde se le explicó de forma verbal y detallada en qué consistía el estudio y la importancia de la participación de su hijo(a), de igual manera se le entregó un consentimiento informado; se informó al niño acerca del estudio y se preguntó si aceptaba su participación y se entregó asentimiento informado (anexo 1), para que fuera firmado en caso de aceptación.

Método convencional: se realizó en la Clínica de Estomatología Pediátrica de la Maestría en Estomatología en Pediatría de la FEBUAP. Se colocaron puntos para marcar la distancia a medir en los diferentes planos. Se registraron las medidas obtenidas mediante vernier digital y escaneo (anexo 2).

Escaneo del niño: se realizó en la Clínica de Estomatología Pediátrica de la Maestría Estomatología con Opción Terminal en Pediatría de la FEBUAP. El escaneo se realizó mediante la aplicación Heges® y Polycam® por medio de un celular Iphone 13 Pro. Se pidió al paciente que se mantuviera inmóvil sentado en una silla, se le pide al paciente que cierre los ojos durante el escaneo, se realizó el escaneo a 25cm del rostro del paciente, se tomó desde el ángulo 0° que fue la oreja izquierda del paciente terminando en la oreja derecha del paciente completando 180° caminando alrededor del paciente. El tiempo de escaneo fue de 1 minuto por medio de Heges® y 40 segundos para Polycam®. Al final de cada escaneo se comprobaba que la imagen fuera adecuada, de lo contrario se repetía.

Selección de imágenes: Se seleccionaron las imágenes que contaron con la definición y continuidad adecuada para tomar las medidas entre los puntos.

Procesamiento: las imágenes se visualizaron en el programa MeshLab en formato PLY y se trazaron líneas de punto a punto y obtener las medidas.

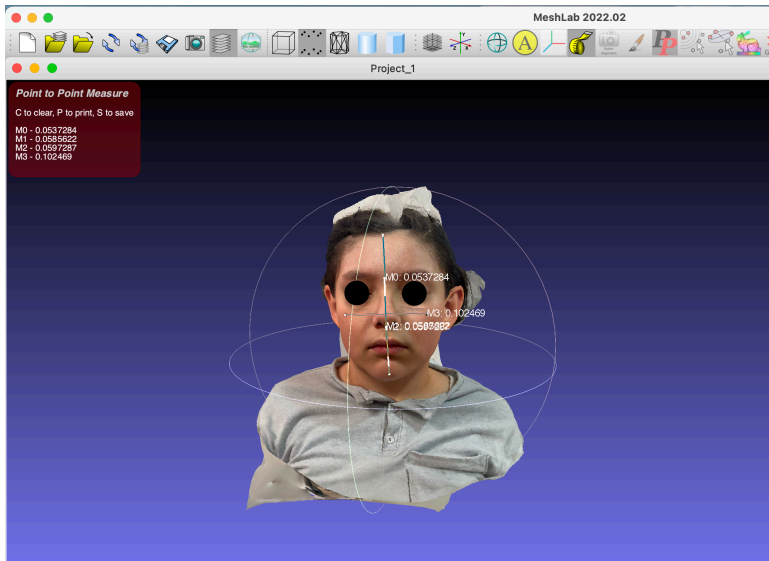


Imagen 1. Medidas punto a punto procesamiento de imagen en MeshLab

Análisis estadístico: Se elaboró una base de datos para la captura de los mismos y la realización del análisis estadístico en el paquete SPSS (Statistics Program Science Socials) v25 para calcular la concordancia entre ambas medidas mediante pruebas de correlación.

CONCORDANCIA Y FIABILIDAD

Para garantizar la precisión y concordancia de las mediciones de los puntos de referencia faciales, se aplicó un riguroso proceso de estandarización bajo la dirección del experto y director de tesis. Este proceso implicó la identificación meticulosa de puntos anatómicos en los tejidos faciales blandos: trichion, glabella, subnasal, labios superior e inferior, mentón, zigomático, trago y chelion tanto para las mediciones faciales directas como para las mediciones de escaneo 3D (Anexo 3). El proceso de estandarización comenzó con una formación exhaustiva impartida por el asesor disciplinario del proyecto, que sirvió como estándar de referencia. Para evaluar la competencia de medición del estudiante, se llevó a cabo una prueba piloto en la que se evaluó la fiabilidad interobservador e intraobservador. Se emplearon el coeficiente de correlación intraclass (CCI) o el coeficiente r^2 de Pearson como medidas estadísticas para determinar la fiabilidad, reproducibilidad y concordancia entre las mediciones. Los resultados de las pruebas arrojaron valores interobservador e intraobservador de 0.96 y 0.97, respectivamente, lo que indica



una excelente concordancia y la capacidad del alumno para realizar las mediciones con precisión.

Imágenes 2 y 3. Estandarización interobservador.

UBICACIÓN ESPACIO TEMPORAL

El estudio fue realizado en la clínica de pediatría de la Facultad de estomatología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la toma de muestra fue realizada en el periodo de Marzo-Abril de 2024.

ÉTICA Y BIOSEGURIDAD

Esta investigación al involucrar la participación de pacientes se tomará en cuenta el artículo 13° de la ley general de salud, que establece que en toda investigación sobre personas debe prevalecer el respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar. El artículo 16° de la ley establece que en las investigaciones sobre seres humanos se protegerá la privacidad del individuo sujeto de investigación, identificándose sólo cuando los resultados lo requieran, y que él lo autorice.³⁷

Como se establece en el artículo 100° punto IV de la declaración de Helsinki, una vez que se haya informado de los objetivos de la experimentación y de las posibles consecuencias positivas o negativas para su salud, se debe obtener el consentimiento informado por escrito del sujeto de la investigación, o de su representante legal en caso de incapacidad legal.³⁸

En el estudio publicado en 2021 por Almeida y cols., resalta la necesidad de un enfoque ético y transparente en el desarrollo y uso de Facial Recognition Technologies (FRT), así como la importancia de la rendición de cuentas en todas las etapas del proceso. Este análisis proporciona una visión integral de los desafíos éticos y las consideraciones regulatorias en torno al uso de tecnologías de reconocimiento facial, ofreciendo una base sólida para futuras discusiones y acciones en este ámbito.³⁹

En el artículo publicado en 2019 por Martínez -Martín, se concluye que el uso de la FRT en los entornos sanitarios plantea importantes consideraciones éticas relacionadas con el consentimiento informado, las relaciones entre el paciente y el médico, la privacidad y la parcialidad. Si bien la FRT tiene el potencial de mejorar los resultados de la atención sanitaria, su uso debe supervisarse y regularse cuidadosamente para garantizar la protección de los derechos e intereses de los pacientes. A medida que la FRT siga evolucionando y se vuelva más sofisticada, será importante que las organizaciones sanitarias y los responsables políticos trabajen juntos para desarrollar directrices éticas y mejores prácticas para su uso en la asistencia sanitaria.⁴⁰

RESULTADOS

El tamaño de la muestra fue de 124 niños, de los cuales 120 cumplieron con los criterios de inclusión fue una muestra de 50% hombres y 50% mujeres, la media de edad de la muestra fue de 8.51 años. Los 4 restantes fueron excluidos debido a falta de cooperación de los pacientes para mantenerse inmóviles durante el escaneo. Los escaneos fueron tomados después de la toma manual de las medidas de los planos, para evitar distorsión en la ubicación de los puntos, se procesaron en formato PLY a color para poder ser analizadas en el programa MeshLab donde se llevaron a cabo las mediciones punto a punto.

Previo a la descripción de los resultados, se realizó una revisión de los datos descriptivos para analizar las medias, desviaciones estándar, asimetría y curtosis. Los valores obtenidos para la asimetría y curtosis se encuentran dentro del rango (-2 a +2), lo que sugiere una distribución normal de los datos. Para confirmar esta suposición, se aplicó la prueba Kolmogorov-Smirnov. El valor de la prueba ($p > 0.05$) indica que no existe una diferencia significativa entre la distribución de los datos y una distribución normal, lo que confirma la normalidad de los mismos.

Los resultados muestran que la mayoría de los planos antropométricos presentan una excelente concordancia entre las tres técnicas de escaneo facial, con índices de concordancia intraclass (CCI) superiores a 0.90 y valores de p mayores a 0.05, indicando que no existen diferencias significativas (Gráfico 1). Sin embargo, existen diferencias entre la concordancia de escaneos con respecto a la técnica manual en ciertos planos, por ejemplo, plano derecho trago-glabella el cual muestra concordancia reducida mediante el escáner Heges® y diferencias significativas ($p < 0.05$). Se observa concordancia moderada en el plano izquierdo trago-glabella y chelion-chelion mediante el escáner Heges®, sin embargo, no muestran diferencias significativas ($p > 0.05$) lo cual puede observarse en la Tabla 1.

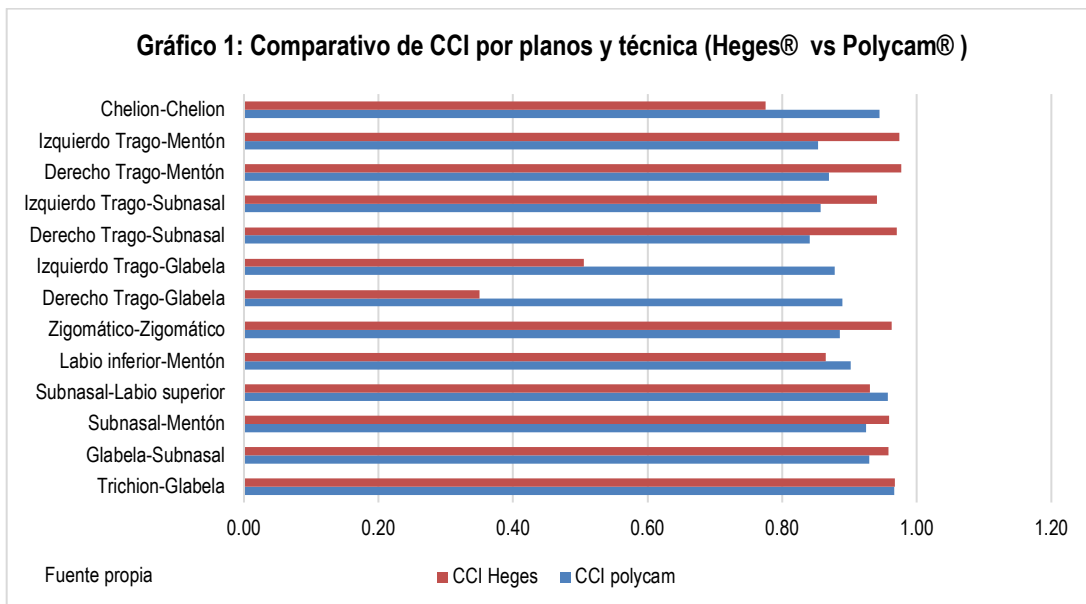
Tabla 1. Comparativo de concordancia por plano y técnica				
Planos	Manual VS Polycam®		Manual VS Heges®	
	CCI	P VALOR	CCI	P VALOR
Plano Trichion-Glabela	0.97	0.84	0.97	0.72
Plano Glabella-Subnasal	0.93	0.63	0.96	0.26
Plano Subnasal-Mentón	0.92	0.73	0.96	0.71
Plano Subnasal-Labio superior	0.96	0.68	0.93	0.36
Plano Labio inferior-Mentón	0.90	0.19	0.87	0.18
Plano Zigomático-Zigomático	0.89	0.86	0.96	0.28
Plano Derecho Trago-Glabela	0.89	0.88	0.35	0.05
Plano Izquierdo Trago-Glabela	0.88	0.93	0.50	0.29
Plano Derecho Trago-Subnasal	0.84	0.65	0.97	0.57
Plano Izquierdo Trago-Subnasal	0.86	0.52	0.94	0.89

Plano Derecho Trago-Mentón	0.87	0.77	0.98	0.80
Plano Izquierdo Trago-Mentón	0.85	0.79	0.97	0.99
Plano Chelion-Chelion	0.94	0.65	0.78	0.08
Fuente propia				

La mayoría de los planos analizados presentaron valores de p mayores a 0.05, lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas de escaneo.

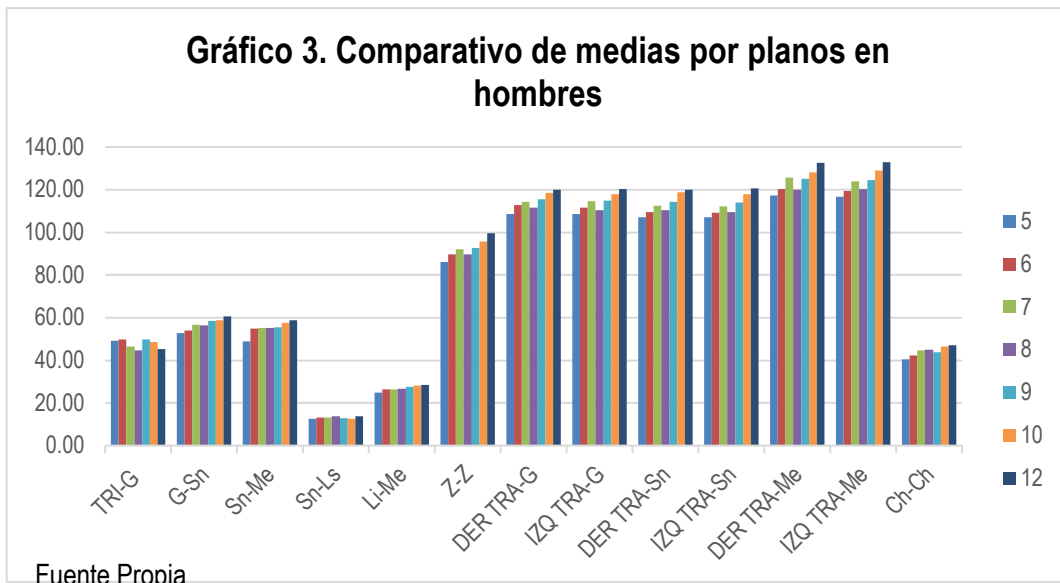
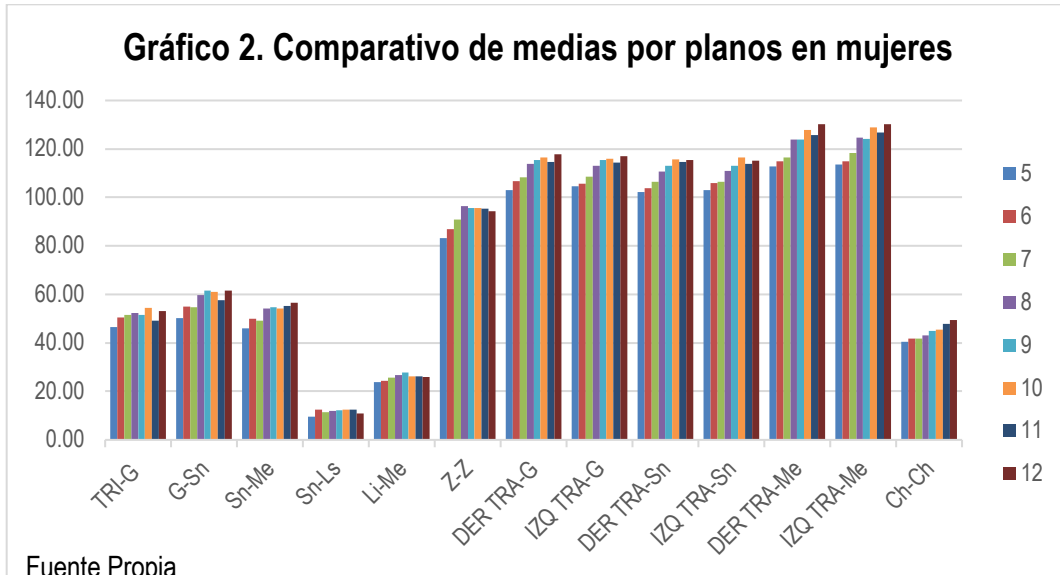
Se observó concordancia moderada para el escáner Heges® en los planos Izquierdo Trago-Glabela (CCI = 0.50) y Chelion-Chelion (CCI = 0.78). Aunque estos valores son inferiores a los de otros planos, aún indican una buena concordancia, sugiriendo que las mediciones en estos planos pueden ser ligeramente menos precisas pero aún aceptables para la mayoría de las aplicaciones clínicas y de investigación.

El análisis mediante escáner Heges® del "Plano Derecho Trago-Glabela" reveló un Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) de 0.35 y un P valor de 0.05, lo que indica diferencias significativas entre las técnicas de escaneo evaluadas.



En los gráficos 2 y 3 se presentan los valores de las medias de las medidas antropométricas faciales en mujeres y hombres de diferentes edades. Los resultados de este estudio muestran que hay una serie de diferencias significativas en las medidas antropométricas faciales entre hombres y mujeres. En general, los hombres tienen rostros más grandes y anchos que las mujeres. Esto se refleja en medidas como la distancia entre el trichion y la glabela, la distancia entre el subnasal y el mentón, y la distancia entre los zigomáticos. Las medidas antropométricas

faciales también cambian con la edad, esto se refleja en medidas como la distancia entre el subnasal y el mentón.



DISCUSIÓN

La alta concordancia observada entre las técnicas de escaneo y el método manual para la mayoría de los planos cefalométricos es un resultado positivo que respalda la confiabilidad y precisión de estas herramientas en la evaluación de dimensiones faciales. Este hallazgo concuerda con la literatura científica actual, como los estudios de Bartella y cols. (2022)¹⁹ y Beretta y cols. (2022)⁴¹, que demostraron una alta concordancia entre los escáneres faciales 3D y el método convencional en la obtención de medidas cefalométricas en niños y adolescentes.

Sin embargo, las diferencias en la concordancia observadas en algunos planos específicos, como el plano derecho trago-glabela, requieren mayor análisis. Es posible que estas discrepancias se deban a factores técnicos relacionados con la sensibilidad del escáner Heges® o la variabilidad en la colocación del mismo durante la adquisición de datos, esto se menciona en la investigación de Dzelzkaleja y cols.(2021)¹⁴, en donde se concuerda, al momento de escanear para el presente estudio al menor movimiento el paciente como parpadeos, cabello o movimiento de labios el escaneo se distorsiona de manera notoria, lo que influye en la toma de medidas, a pesar de llevar a cabo modificaciones como pedir a los pacientes cerrar los ojos durante el escaneo los pacientes de menor edad en ocasiones se muestran inquietos y por lo tanto se dificulta obtener una imagen adecuada de ciertas áreas (labios: debido a movimientos como sonrisa, oídos: movimiento por curiosidad de ver la pantalla del teléfono). Estudios adicionales con mayor número de participantes y un control más estricto de las variables técnicas podrían ayudar a determinar la causa precisa de estas diferencias.

El estudio actual complementa la literatura existente sobre la precisión de los escáneres faciales en la obtención de datos cefalométricos. Los resultados concuerdan con la mayoría de los estudios previos que han demostrado una alta concordancia entre los escáneres faciales y el método convencional para la mayoría de los planos cefalométricos.^{42,43,44} A pesar de ser artículos publicados recientemente la mayoría evalúan la fiabilidad del escáner Bellus 3D el cual se encontraba muy bien evaluado en la literatura, sin embargo esta aplicación fue sacada del mercado en 2022, debido a esto en el presente estudio se buscaron aplicaciones diferentes.

Sin embargo, el estudio actual también resalta la importancia de considerar las limitaciones de los escáneres faciales en ciertos planos específicos, como el plano derecho trago-glabela. Este hallazgo es consistente con el estudio de Buzayan y cols. (2023)⁴⁵, que identificó una concordancia reducida entre los escáneres faciales y el método convencional para algunos planos cefalométricos específicos. Es importante estandarizar una técnica correcta de escaneo como se menciona el artículo publicado por Hobbs y cols.(2024)⁴⁶, uno de los puntos a considerar es el colocar la cara del paciente sobre una superficie paralela al piso con la finalidad de evitar que el paciente se mueva.

De acuerdo con lo observado en los resultados se muestra que las medidas antropométricas faciales cambian con la edad, lo cual coincide con lo mencionado por Ainuz y cols.(2021)⁴⁷ donde se reporta que la proporción de la altura facial en los niños aumentó en magnitud hasta los 9 años y luego disminuyó a los 10 y 11 años, para las niñas observaron un aumento constante hasta los 10 años. En cuanto a las medidas orales, la altura labial total y la anchura intercomisural (también conocido como Ch-Ch) aumentaron mínimamente con el tiempo, lo cual también es comparable a lo observado en el presente estudio.

En el estudio publicado por Goto y cols. (2019)⁴⁸ presentan estadísticas descriptivas actualizadas de mediciones detalladas realizadas en cabezas y caras de 302 niños neerlandeses, en el cual hacen hincapié en que aún faltan datos antropométricos detallados en 3D de las cabezas y caras de los niños.

La literatura científica disponible acerca del uso de aplicaciones de escaneo en smartphones para análisis facial en ortopedia maxilofacial es limitada por lo que se tiene pocos registros sobre el uso de Polycam®^{33,36,45} en dicha área, en cuanto a Heges®^{14,18,28,31,41,42,43}, se encuentra una mayor cantidad de artículos registrados, sin embargo Polycam® muestra menores complicaciones al momento del escaneo, por lo que es importante continuar con investigaciones a futuro sobre el uso de aplicaciones de escaneo. El uso de escáneres no profesionales reduce costos y tiempo al momento de realizar análisis facial, además de la ventaja de poder contar con expedientes digitalizados, por lo que su uso podría ser recomendado para la práctica clínica.

CONCLUSIÓN

Los altos niveles de concordancia en la mayoría de los planos cefalométricos respaldan el uso de los escáneres HEGES® y Polycam® en entornos clínicos y educativos. Estos dispositivos ofrecen una alternativa no invasiva, rápida y accesible para la medición de dimensiones faciales en niños. Además, su uso puede facilitar el seguimiento del crecimiento y desarrollo facial en esta población, contribuyendo a la detección temprana de anomalías y al diseño de intervenciones personalizadas.

Dado que el plano Derecho Trago-Glabela mostró diferencias significativas, se recomienda realizar estudios adicionales para identificar las causas subyacentes de esta variabilidad y desarrollar estrategias para mejorar la concordancia en este plano. Además, investigaciones futuras podrían explorar la aplicabilidad de estas técnicas en diferentes grupos de edad y en poblaciones con características faciales diversas, para validar y generalizar los hallazgos de este estudio.

En resumen, los escáneres HEGES® y Polycam® demuestran ser herramientas confiables para la medición de dimensiones faciales en niños en edad escolar, ofreciendo resultados comparables al método convencional en la mayoría de los en el plano Derecho Trago-Glabela y seguir investigando para optimizar la precisión de estas técnicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Quevedo L, Jeldes G. Análisis cefalométricos y estéticos más utilizados en planificación de tratamiento. Chile. Pedro Lora y CIA Ltda. 2004
2. Zúñiga, J. Quantification by quadrants of the distortion present in conventional panoramic radiograph. *Int. J. Morphol.* 2017;35(1):265-272
3. Bashour M. History and Current Concepts in the Analysis of Facial Attractiveness. *Plast Reconstr Surg.* 2006;118(3):741–56.
4. Utkualp N, Ercan I. Anthropometric Measurements Usage in Medical Sciences. *BioMed Research International [Internet]*; 2015:1–7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4564618/>
5. Farkas LG, Hreczko TA, Kolar JC, Munro IR. Vertical and Horizontal Proportions of the Face in Young Adult North American Caucasians. *Plastic and Reconstructive Surgery.* 1985 Mar;75(3):328–37.
6. Farkas LG, Kolar JC. Anthropometrics and art in the aesthetics of women's faces. *Clinics in Plastic Surgery [Internet]*. 1987 Oct 1 [citado 2023 Mayo 20];14(4):599–616. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3652607/>
7. Farkas LG, Forrest CR, Litsas L. Revision of Neoclassical Facial Canons in Young Adult Afro-Americans. *Aesthetic Plastic Surgery.* 2000 Jul 1;24(3):179–84.
8. Enlow DH, Hans MG. *Essentials of facial growth.* 2nd ed. Distributed by Neddham Press Inc. Ann Arbor Michigan. USA; 2008.
9. Proffit W., Fields H., Sarver D. *Ortodoncia contemporánea.* 5ta Ed.; Barcelona España: Elsevier. 2013.
10. Akhil G, Senthil Kumar KP, Raja S, Janardhanan K. Three-dimensional assessment of facial asymmetry: A systematic review. *J Pharm Bioall Sci* 2015;7(2):433-7
11. Bishara SE, Ortho D, Jakobsen JR. Longitudinal changes in three normal facial types. *American Journal of Orthodontics.* 1985 Dec;88(6):466–502.
12. Barbero-García I, Lerma JL, Mora-Navarro G. Fully automatic smartphone-based photogrammetric 3D modelling of infant's heads for cranial deformation analysis. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing.* 2020;166:268–77.
13. Çifter M. A Qualitative Analysis of Dental Photography in Orthodontics: The Patient's Perspective. *BioMed Research International.* 2018 Jul 30;2018:1–9.
14. Dzelzkalēja L, Knēts JK, Rozenovskis N, Sīlītis A. Mobile Apps for 3D Face Scanning. *Lecture Notes in Networks and Systems.* 2021;34–50.
15. Yueyan C, Huang X, Liu J, Qin Y, Wu X, Ye S, et al. Application of three-dimensional reconstruction technology in dentistry: a narrative review. *BMC Oral Health.* 2023;23(1).
16. Brons S., Van Beusichem M., Maal. Development and reproducibility of a 3D stereophotogrammetric reference frame for facial soft tissue growth of babies and young children with and without orofacial clefts. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2013;42:2-8
17. Ferrario, V., Sforza, C., Poggio, C., Schmitz, J. H. Facial volume changes during normal human growth and development. *The Anatomical Record.* 1998;250(4):480–487.

18. Quinzi, V.; Polizzi, A.; Ronsivalle, V.; Santonocito, S.; Conforte, C.; Manenti, R.J.; Isola, G.; Lo Giudice, A. Facial Scanning Accuracy with Stereophotogrammetry and Smartphone Technology in Children: A Systematic Review. *Children* 2022, 9, 1390. <https://doi.org/10.3390/children9091390>
19. Bartella AK, Laser J, Mohammad Amjad Kamal, Krause M, Neuhaus M, Niels Christian Pausch, et al. Accuracy of low-cost alternative facial scanners: a prospective cohort study. 2022 Mar 5;27(1):33–41.
20. Cortés-Reyes E, Rubio-Romero JA, Gaitán-Duarte H. Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproducibilidad de pruebas diagnósticas, Statistical methods for evaluating diagnostic test agreement and reproducibility. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*. 2010 Sep 1;61(3):247–55.
21. Kau, C., Richmond, S. Three-dimensional analysis of facial morphology surface changes in untreated children from 12 to 14 years of age. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;134(6):751–760.
22. Pan Fangwei, Liu J, Cen Y, Chen Y, Cai R, Zhao Z, et al. Accuracy of RGB-D camera-based and stereophotogrammetric facial scanners: a comparative study. *Journal of Dentistry*. 2022 Sep 1;127:104302–2.
23. Ji, Y., Zhang, F., Schwartz, J., Stile, F., Lineaweaver, W. C. Assessment of Facial Tissue Expansion With Three-Dimensional Digitizer Scanning. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2002;13(5):687–692.
24. Sforza, C., Laino, A., D'Alessio, R., M., Ferrario, V. F. Soft-Tissue Facial Characteristics of Attractive Italian Women as Compared to Normal Women. *The Angle Orthodontist*. 2009;79(1):17–23.
25. Bozic, M., Kau, C., Richmond, S., Ihan Hren, N. Facial Morphology of Slovenian and Welsh White Populations Using 3-Dimensional Imaging. *The Angle Orthodontist*. 2009;79(4):640-645.
26. Mai HN, Kim J, Choi YH, Lee DH. Accuracy of Portable Face-Scanning Devices for Obtaining Three-Dimensional Face Models: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020 Dec 25;18(1):94.
27. Raffone C, Gianfreda F, Pompeo MG, Antonacci D, Bollero P, Canullo L. Chairside virtual patient protocol. Part 2: Management of multiple face scans and alignment predictability. *Journal of Dentistry*. 2022 Jul; 122:104123.
28. Li J, Chen Z, Decker AM, Wang H, Joda T, Mendonca G, et al. Trueness and Precision of Economical Smartphone-Based Virtual Facebow Records. *Journal of Prosthodontics*. 2021;31(1):22–9.
29. Lee JD, Nguyen O, Lin YC, Luu D, Kim S, Amini A, et al. Facial Scanners in Dentistry: An Overview. *Prosthesis*. 2022 Nov 15;4(4):664–78.
30. Hege — the iOS 3D Scanner app | using FaceID or LiDAR to make scans [Internet]. hege.sh. [citado 2022 Dec 5]. Disponible en: <https://hege.sh>

31. You P, Liu YCC, Silva RC. Fabrication of 3D Models for Microtia Reconstruction Using Smartphone-Based Technology. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*. 2021 Jun 10;131(4):373–8.
32. Polycam - LiDAR 3D Scanner [Internet]. poly.cam. Disponible en: <https://poly.cam>
33. Chenoweth, E.M.; Houston, J.; Burek Huntington, K.; Straley, J.M. A Virtual Necropsy: Applications of 3D Scanning for Marine Mammal Pathology and Education. *Animals* 2022,12,527. <https://doi.org/10.3390/ani12040527>
34. Today C. Newsbytes - CAP TODAY [Internet]. www.captodayonline.com. 2023 [citado 2023 Dic 5]. Disponible en: <https://www.captodayonline.com/newsbytes-0323/>
35. Vacca G. 3D Survey with Apple LiDAR Sensor—Test and Assessment for Architectural and Cultural Heritage. *Heritage*. 2023;6(2):1476–501.
36. Rosser-Williams, Jasna, "Development of a it-Matching App: Validation of 3-D Scanning Applications"(2022). All ETDs from UAB. 137. <https://digitalcommons.library.uab.edu/etd-collection/137>
37. De Diputados C, Congreso De D, Unión L. Reglamento de la ley general de salud en materia de investigacion para la salud reglamento de la ley general de salud en materia de investigacion para la salud Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1987 [Internet]. Disponible en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Req_LGS_MIS.pdf
38. Declaración de Helsinki Antecedentes y posición de la Comisión Nacional de Bioética [Internet]. Disponible en: <http://www.conbioetica-mexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/helsinki.pdf>
39. Almeida D, Shmarko K, Lomas E. The ethics of facial recognition technologies, surveillance, and accountability in an age of artificial intelligence: a comparative analysis of US, EU, and UK regulatory frameworks. *AI and Ethics*. 2021;2(3).
40. Martinez-Martin N. What Are Important Ethical Implications of Using Facial Recognition Technology in Health Care? *AMA Journal of Ethics* [Internet]. 2019 Feb 1;21(2):E180-187. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6634990>
41. Beretta M, Federici Canova F, Zaffarano L, Gianolio A, . "Face Scan for Ceph 3D: A Green Way for Diagnosis in Children." *Eur J Paediatr Dent*. 2022; 23(3):201–203.
42. Gašparović B, Morelato L, Lenac K, Mauša G, Zhurov A, Katić V. Comparing Direct Measurements and Three-Dimensional (3D) Scans for Evaluating Facial Soft Tissue. *Sensors*. 2023;23(5):2412.
43. Lina VL, Christiaens L, Stroo V, Bila M, Willaert R, Sun Y, et al. Accuracy Comparison of 3D Face Scans Obtained by Portable Stereophotogrammetry and Smartphone Applications. *Journal of medical and biological engineering*. 2023;43(5):550–60.
44. Andrews J, Abdulraheem A, Bichu YM, Pliska BT, Mostafa N, Zou B. Validation of three-dimensional facial imaging captured with smartphone-

- based photogrammetry application in comparison to stereophotogrammetry system. Heliyon. 2023;9(5):e15834–4.*
45. Buzayan MM, Elkezza AH, Ahmad S, Mohd Salleh N, Sivakumar I, Fauzza Ahmad S. “A Comparative Evaluation of Photogrammetry Software Programs and Conventional Impression Techniques for the Fabrication of Nasal Maxillofacial Prostheses.” *JPD. 2023; 30(20):1-7*
 46. Kayna Hobbs-Murphy, Olmedo-Nockideneh I, Brazile WJ, Morris K, Rosecrance J. Intra-rater and inter-rater reliability of 3D facial measurements. *Applied Ergonomics. 2024 Apr 1;116:104218–8.*
 47. Ainuz BY, Hallac RR, Kane AA. Longitudinal composite 3D faces and facial growth trends in children 6–11 years of age using 3D cephalometric surface imaging. *Annals of human biology. 2021 Nov 17;48(7-8):540–9.*
 48. Goto L, Lee W, Molenbroek JFM, Cabo AJ, Goossens RHM. Traditional and 3D scan extracted measurements of the heads and faces of Dutch children. *International Journal of Industrial Ergonomics. 2019;73:102828.*

ANEXOS

Anexo 1



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
MAESTRÍA EN TERMINAL EN PEDIATRÍA
CONSENTIMIENTO VÁLIDO INFORMADO

El (la) _____ que suscribe _____ como padre (madre) del menor _____ quien está inscrito como paciente de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, manifiesto: Que he sido debidamente informado del proyecto de tesis de la alumna de la maestría en terminal en pediatría de la misma universidad con nombre de María Julieta Campos Vázquez con título "Fiabilidad del escáner Heges® y Polycam® en dimensiones faciales en niños es edad escolar" para la participación de mi hijo (a) en el estudio, el cual consiste en el escaneo facial mediante escáner Heges y la toma de medidas faciales sin alterar armonía general de mi hijo (a). A través del presente expreso mi consentimiento y autorización para:

- Proporcionar los datos necesarios para el escaneo facial de mi hijo (a)
- Evaluación de los datos obtenidos del escaneo facial por parte de la alumna María Julieta Campos Vázquez y por el Dr. Victor Hernández Vidal.
- De poder proyectar la imagen de mi hijo tomada por medio del escáner Heges® y Polycam® con fines educativos y por proyecto de tesis
- Estoy en el entendido que este estudio, no representa ningún riesgo para la salud de mi hijo (a).

Para los fines antes mencionados, estoy de acuerdo que la alumna María Julieta Campos Vázquez de la clínica de pediatría de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, recabe, utilice y conserve los datos personales de carácter médico de mi hijo (a), por lo que la BUAP no podrá utilizar o difundir tales datos para propósitos distintos de los aquí autorizados.

Hago constar que no recibiré ningún beneficio económico y que se me ha dejado en claro que puedo tomar la decisión de dejar de participar en dicho proyecto en el momento que yo decida sin que esto repercuta en el trato hacia mi hijo (a), ni en la atención a su salud bucal.

Me comprometo a cumplir las instrucciones que se me han dado, tanto en forma verbal como escrita.
Declaro que no tengo duda y doy mi consentimiento para la participación de mi hijo (a) en el estudio.

Firma del Padre _____

Firma de la Madre _____

Firma del investigador _____

Firma del testigo _____



MODELO ASSENTIMIENTO INFORMADO

Fiabilidad del escáner Heges en dimensiones faciales en niños es edad escolar

Hola mi nombre es María Julieta Campos Vázquez y estudio en la Maestría con terminal en Pediatría de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Actualmente se está realizando un estudio para conocer acerca de la fiabilidad del escáner Heges® y Polycam® en dimensiones faciales en niños es edad escolar y para ello queremos pedirte que nos apoyes.

Tu participación en el estudio consistirá en escaneo de tu cara, tanto de frente como de lado, el cual se llevará a cabo con un escáner 3D y durante 20-30 segundos permanecerás tranquilo y sin movimiento. Podrás ver el resultado del escaneo de tu cara junto con tus papas y verificar que solo se estará tomando registros del rostro.

Tu participación en el estudio es voluntaria, es decir, aun cuando tus papá o mamá hayan dicho que puedes participar, si tú no quieres hacerlo puedes decir que no. Es tu decisión si participas o no en el estudio. También es importante que sepas que si en un momento dado ya no quieres continuar en el estudio, no habrá ningún problema, o si no quieres responder a alguna pregunta en particular, tampoco habrá problema.

Toda la información que nos proporcionas/ las mediciones que realicemos nos ayudarán a corroborar la fiabilidad del escáner Heges.

Esta información será confidencial. Esto quiere decir que no diremos a nadie tus respuestas (O RESULTADOS DE MEDICIONES), sólo lo sabrán las personas que forman parte del equipo de este estudio.

Si aceptas participar, te pido que por favor pongas una (✓) en el cuadrado de abajo que dice "Si quiero participar y escribe tu nombre.

Si no quieres participar, no pongas ninguna (✓), ni escribas tu nombre.

() Si quiero participar

Nombre: _____

Nombre y firma de la persona que obtiene el asentimiento

Fecha: _____ de _____ de _____

Anexo 2.



HOJA DE REGISTRO DE MEDICIONES

Registro por alumno Responsable

NÚMERO DE PACIENTE: _____

NOMBRE DEL PACIENTE: _____

SEXO: _____

EDAD: _____

Variables	Método convencional	Heges®	Polycam®
Plano vertical			
Trichon-Glabela			
Glabela-Subnasal			
Subnasal-Mentón			
Subnasal-Stomion superior			
Subnasal-Labio inferior			
Labio inferior-Mentón			
Dimensión transversal			
Zigomático-Zigomático			
Trago-Glabela			
Trago-Subnasal			
Trago-Mentón			
Chelion			

Anexo 3.

Persona que tomó las medidas: _____



HOJA DE REGISTRO DE ESTANDARIZACIÓN

Registro por Responsable

NÚMERO DE PACIENTE: _____

NOMBRE DEL PACIENTE: _____

SEXO: _____

EDAD: _____

Variables	Método convencional
Plano vertical	
Trichon-Glabela	
Glabela-Subnasal	
Subnasal-Mentón	
Subnasal-Labio superior(arco de cupido)	
Labio inferior(borde bermellon inferior)-Mentón	
Dimensión transversal	
Zigomático-Zigomático	
Trago-Glabela	
Trago-Subnasal	
Trago-Mentón	
Chelion	

Anexo 4.

Tabla 2. Comparativa de medias por planos en Mujeres													
EDA D	TRI-G	G-Sn	Sn-Me	Sn-Ls	Li-Me	Z-Z	DER TRA-G	IZQ TRA-G	DER TRA-Sn	IZQ TRA-Sn	DER TRA-Me	IZQ TRA-Me	Ch-Ch
5	46.50	50.27	46.09	9.67	23.80	83.10	102.94	104.54	102.20	103.07	112.80	113.54	40.37
6	50.54	54.96	50.03	12.57	24.23	86.87	106.73	105.70	103.89	105.99	114.99	115.03	41.80
7	51.59	54.66	49.21	11.40	25.66	90.81	108.24	108.44	106.39	106.53	116.59	118.31	41.86
8	52.30	59.84	54.30	11.96	26.64	96.36	113.90	112.97	110.76	110.96	123.84	124.63	43.07
9	51.48	61.63	54.64	12.25	27.71	95.51	115.38	115.43	113.14	113.07	123.92	124.24	44.85
10	54.57	61.11	54.21	12.56	26.20	95.63	116.41	116.00	115.63	116.54	127.91	128.79	45.51
11	49.24	57.63	55.14	12.59	26.24	95.39	114.56	114.27	114.71	113.94	125.86	126.79	47.81
12	53.14	61.57	56.46	10.93	26.01	94.36	117.91	116.97	115.33	115.17	130.26	130.27	49.49

Tabla 3. Comparativa de medias por planos en Hombres													
EDA D	TRI-G	G-Sn	Sn-Me	Sn-Ls	Li-Me	Z-Z	DER TRA-G	IZQ TRA-G	DER TRA-Sn	IZQ TRA-Sn	DER TRA-Me	IZQ TRA-Me	Ch-Ch
5	49.04	52.84	48.90	12.47	25.00	86.21	108.70	108.56	107.07	107.10	117.21	116.81	40.51
6	49.73	53.86	54.73	13.24	26.30	89.65	112.91	111.69	109.61	109.33	120.15	119.43	42.39
7	46.60	56.57	55.21	13.03	26.36	92.00	114.31	114.51	112.40	112.27	125.70	123.99	44.61
8	44.55	56.36	55.20	13.70	26.80	89.79	111.44	110.45	110.33	109.40	120.06	120.38	44.96
9	49.79	58.49	55.51	12.84	27.70	92.64	115.59	114.93	114.26	114.06	124.95	124.58	43.66
10	48.65	58.78	57.68	12.58	28.09	95.63	118.53	117.84	118.66	117.78	128.19	128.95	46.41
11	50.13	59.73	59.33	13.53	28.71	93.96	118.70	118.23	117.30	118.11	131.74	133.33	46.90
12	45.13	60.70	58.69	13.87	28.34	99.56	120.03	120.16	120.10	120.61	132.59	132.87	47.09

Fuente propia