



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
SUPERIORES UNIDAD LEÓN**

TEMA:

CREACIÓN DE CATÁLOGO DIGITAL DE
CÓDIGO ABIERTO, PARA EL DISEÑO Y
CONFECCIÓN DE PRÓTESIS MAXILOFACIALES

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ODONTOLOGÍA

P R E S E N T A:

MARIO ALEJANDRO RODRIGUEZ MUÑOZ

TUTOR:

MTRO. ROGELIO DANOVAN VENEGAS LANCÓN

ASESORES:

MTRA. EDNA PAMELA VILCHIS VALADEZ

MTRO. JUAN PABLO NAOSHI MORIKAWA YÁÑEZ



León, Guanajuato, México (ENES León) 2024.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Agradecimientos

A mi tutor Mtro. Rogelio Danovan Venegas Lancón por el compromiso con su trabajo y con la escuela, por haberme dado la oportunidad de trabajar con él, por el apoyo brindado durante el proyecto y sobre todo por la paciencia, por demostrar y enseñarme más dentro de mi carrera y aquellos consejos sobre la vida.

A mi asesores que me apoyaron durante el proyecto, cada uno a su manera y a sus conocimientos, por su compromiso y respeto con su trabajo y con la escuela, por orientarme en todas las ocasiones que me tocó trabajar con ella, por ser paciente y explicarme cada tema o duda que me surgía durante la elaboración del proyecto y trabajo escrito.

A mis profesores que, durante la carrera, me enseñaron y mostraron lo mejor de ellos, aportando a mi formación profesional y mejora de mi persona a nivel moral. También agradezco sus llamadas de atención, pues fueron necesarias para corregir todo aquello que hacía mal y por siempre recordarme lo capaz que soy para afrontar los retos que se me van presentando en el día a día.

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por el apoyo que le brinda a cada estudiante de formar parte de su institución y apoyar a lograr sus sueños de carrera estudiada.

A la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León por darme la oportunidad de ser parte de ella y cumplir mis sueños de estudiar esta maravillosa carrera, siempre será mi segunda casa.

Al Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación (PAPIME), por su apoyo y financiamiento para poder llevar a cabo este proyecto.

2. Dedicatorias

A mi madre Ma. Angélica Muñoz Roldán, por ser uno de mis pilares más importantes de mi vida, por brindarme su amor, apoyo y ayuda durante toda mi vida. Por todos los sacrificios que realizó para que yo pudiera estudiar mi carrera profesional y sobre todo a formarme como la persona que soy.

A mi padre Mario Rodríguez, también por ser uno de los pilares más importantes de mi vida, quien a través de su ejemplo y consejo me guio para ser una mejor persona cada día y aprovechar las oportunidades que la vida va presentando.

A mis hermanos y hermana, por brindarme su apoyo tanto emocional como económico desde que decidí estudiar esta carrera, por sus consejos cuando estaba pasando por etapas complicadas y siempre animarme cuando estaba triste/estresado.

A mi pareja María Fernanda Olmos Hernández, por su apoyo incondicional y acompañamiento desde que éramos amigos, por todo su amor brindado durante toda esta etapa escolar, su paciencia, por las pláticas sin fin que me han ayudado a sobrellevar este proceso, por animarme a continuar cuando estaba por desistir.

A mis amigos que siempre han estado conmigo a lo largo de la carrera, por su lealtad y apoyo brindado, por las aventuras que vivimos juntos y por siempre alegrarse por las cosas buenas que me pasaron.

Índice

1.	AGRADECIMIENTOS	2
2.	DEDICATORIAS.....	3
3.	RESUMEN	8
4.	INTRODUCCIÓN	9
5.	MARCO TEÓRICO	11
	ANTROPOMETRÍA.....	11
	5.1.1. <i>Historia</i>	11
	5.1.2. <i>Tipos de antropometrías</i>	13
	5.1.3. <i>Tecnología y antropometría.....</i>	14
	5.1.4. <i>Antropometría Digital Facial 3D.....</i>	16
	5.1.5. <i>Prótesis buco-maxilofacial.....</i>	17
	5.1.6. <i>Prótesis facial</i>	18
	5.1.7. <i>Rehabilitación de defectos auriculares.....</i>	19
	5.1.8. <i>Rehabilitación de defectos nasales</i>	20
	5.1.9. <i>Rehabilitación de grandes defectos medio faciales</i>	20
	5.1.10. <i>Flujo de trabajo analógico en prótesis maxilofacial</i>	21
	5.1.11. <i>Flujo de trabajo digital en prótesis maxilofacial.....</i>	22
6.	ANTECEDENTES.....	24
7.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	28
8.	JUSTIFICACIÓN.....	29
9.	OBJETIVOS.....	29
10.	HIPÓTESIS.....	29

11. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	29
11.1. TIPO DE ESTUDIO	29
11.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	30
11.1.1. Criterios de inclusión	30
11.1.2. Criterios de exclusión	30
11.3. TAMAÑO DE LA MUESTRA	30
11.4. VARIABLES	31
Variables independientes.....	31
11.2.....	32
11.3.....	32
11.4.....	32
11.5.....	32
Variables dependientes	32
12. MÉTODO	33
12.1.1. Referencias antropométricas craneofaciales.....	33
12.2.....	36
12.2. CLASIFICACIÓN DE LA NARIZ.....	36
12.3. CLASIFICACIÓN DE LA OREJA	38
12.4. EQUIPO Y MATERIAL	40
12.4.1. Equipo	40
12.4.2. Material.....	52
12.5. MÉTODO.....	52
12.5.1. Proceso de escaneo.....	52
12.5.2. Proceso de clasificación	53

13. RESULTADOS	54
13.1. MORFOLOGÍA DE LA NARIZ Y SU CLASIFICACIÓN POR ANCHO	55
13.2. CLASIFICACIÓN DE LA OREJA	57
14. DISCUSIÓN.....	60
15. CONCLUSIÓN	61
16. REFERENCIAS	62
17. ANEXOS.....	66
16.1. CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	66
16.2. AVISO DE PRIVACIDAD	68
16.3. RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL PRESENTE ESTUDIO	70

Índice de tablas

Tabla 1. Variables independientes	31
Tabla 2. Variables dependientes.....	32
Tabla 3. Referencias antropométricas faciales	34
Tabla 4. Relación de referencias antropométricas usadas.....	35
Tabla 5. Clasificación de la nariz de acuerdo con el ancho.....	36
Tabla 6. Clasificación de narices según sus características morfológicas de perfil	37
Tabla 7. Dimensiones del pabellón auricular	39
Tabla 8. Parámetros recomendados para realizar el escaneo facial	42
Tabla 9. Herramientas extras con las que cuenta el software.....	50
Tabla 11. Medidas medias que se obtuvieron a partir del registro empleado. (Fuente propia)	59

Índice de figuras

Figura 1. El hombre vitruviano de Leonardo Da Vinci.(12)	12
---	----

Figura 2. Instrumentos antropométricos manuales A) Calibrador grande. B) Cinta métrica. C) Báscula.(2).	14
Figura 3 Puntos antropométricos faciales usados en belleza. (4).	16
Figura 4. Alineación de un escaneo facial. (15).	16
Figura 5. Clasificación la prótesis maxilofacial. (16).	17
Figura 6. Proceso de caracterización de prótesis auricular. Guía de colores para caracterizado, a) Guía de colores para lograr un equilibrio entre opacidad y translucidez de la base, b a d) corrección en distintos escenarios para una mejor adaptación. (19).	19
Figura 7. Referencias antropométricas usadas en la oreja. (28)	38
Figura 8. Características del lóbulo de la oreja. (34) A) Redondo B) Cuadrado C) Triangular.	38
Figura 9. Representación de la posición del participante en relación con el escáner y movimientos que realizará el participante. (Fuente propia). E – posición de escáner facial, P – posición de participante con sentido de dirección.	52
Figura 10. Sexo biológico de los participantes (fuente propia).	54
Figura 11. Grupos de edades de los participantes (fuente propia)	54
Figura 13. Biotipos faciales entre los participantes	55
Figura 14. Total, de morfologías registradas entre ambos sexos (Fuente propia).	56
Figura 15. Modelos obtenidos, clasificados por su morfología y distancia inter alar (ancho). (Fuente propia)	57
Figura 16. Clasificación de la oreja por forma del lóbulo. (Fuente propia).	58
Figura 17. Clasificación de lóbulos de la oreja por forma y sexo. (Fuente propia)	58

3. Resumen

ANTECEDENTES: En los últimos años ha crecido la evidencia de flujo de trabajo digital aplicado a prótesis maxilofacial, siendo una de sus principales ventajas la reducción de los tiempos de trabajo y citas para los pacientes, sin embargo, la ausencia de catálogos o bibliotecas digitales de modelos tridimensionales de nariz y orejas de las distintas regiones dificulta la aplicación de esta forma de trabajo.

OBJETIVO: El objetivo de este trabajo fue elaborar un catálogo digital de narices y orejas a partir de datos antropométricos 3D con la ayuda de un escáner.

MÉTODOS: Con ayuda de un escáner facial, se realizó la captura de 103 participantes, se realizaron las mediciones necesarias a partir de referencias antropométricas para realizar el recorte y seccionado de los modelos.

RESULTADOS: Se obtuvieron 103 modelos tridimensionales de nariz y orejas (derecha e izquierda) respectivamente, clasificados por características cualitativas como la morfología y cuantitativas por las mediciones obtenidas.

4. Introducción

La palabra antropometría según el diccionario de la Real Academia Española se refiere “al estudio de las proporciones y medidas del cuerpo humano”. (1). Esta subrama de la antropología incluye una gran variedad de medidas del cuerpo humano, desde el peso, hasta los pliegues cutáneos. Diversos autores concuerdan en opiniones que la antropometría estudia las dimensiones dinámicas y estáticas del cuerpo humano. (2). En México y Latinoamérica la evidencia científica sobre el tema sigue siendo un área creciente en exploración, dentro de los estudios más relevantes se encuentra el estudio realizado por Rosalío Ávila Chaurand y colaboradores, en el cual describieron técnicas e instrumentos utilizados en la recolección de datos antropométricos con la finalidad de sumar nueva evidencia de México y Latinoamérica para el desarrollo de la ergonomía y sus diferentes aplicaciones. (3). Actualmente, existen protocolos para obtener formatos de recolección de datos antropométricos. Según el número de dimensiones recolectadas, estos pueden ser unidimensionales (1D), bidimensionales (2D) y Tridimensionales (3D). Los datos unidimensionales son perímetros, longitudes y estaturas de segmentos corporales, dichos datos permiten establecer tamaños, pero no una forma. Los datos 2D consisten en siluetas o secciones corporales que se establecen dentro de una gráfica con coordenadas “x, y” formando contornos. Los datos 3D son similares a los 2D, solamente que se agrega a la gráfica de coordenadas “z” dando un volumen al contorno, formando “nubes” las cuales pueden contener entre 20,000 y 300,000 puntos. (2,4). La antropometría digital facial 3D es un método indirecto de obtener datos cuantitativos y cualitativos con apoyo de equipo y métodos específicos. Es bien sabido que cada persona es completamente única y esto se ve reflejado en el rostro tanto por sus características cuantitativas como cualitativas; entre las características cualitativas se encuentra la forma geométrica general de la cara (cuadrada, redonda, ovalada, etc.), las partes faciales (orbital, nariz, labios y orejas), la forma de cara primitiva (cejas, ojos, nariz, boca, etc.) y fenotipo: forma y color del cabello, color de la piel de la cara y color de ojos y labios. (5).

Desde hace varios años, se ha propuesto y realizado un flujo de trabajo digital, donde, a partir de escaneos faciales y/o tomografías, se elaboran prótesis faciales. Una de sus principales ventajas es el tiempo, ya que en comparación con el tiempo empleado en el método tradicional (analógico) de lograr una rehabilitación facial, es mucho mayor y también el número de citas necesarias. Algunos autores realizaron una comparativa realizando la impresión directamente (flujo digital) y el método convencional para una

rehabilitación de un defecto nasal, en la impresión directa el tiempo empleado fue de 2 sesiones, una sesión clínica y una sesión de laboratorio, por el contrario, usando el método convencional se realizaron 3 sesiones de laboratorio y 2 sesiones clínicas. (6). En prótesis auriculares hechas por el proceso convencional toma 4 citas en el transcurso aproximado de 3 semanas, mientras que empleando flujo digital se acorta el tiempo a 1 semana. Además, otros autores demostraron que la fabricación de plantillas en cera por CAM tomó 40 minutos, mientras que por el método tradicional podían tardar hasta 2 horas por pabellón auricular. (7,8).

Una de las problemáticas encontradas por distintos autores es la poca existencia de catálogos o bibliotecas de modelos tridimensionales de nariz y orejas para que el método de flujo digital de trabajo sea más efectivo. Según lo señalado por dichos autores, sería conveniente el generar una biblioteca por regiones, ya que la variabilidad antropométrica es bastante en diferentes poblaciones. (7).

El objetivo de este estudio fue generar un catálogo digital de narices y orejas con residentes del estado de Guanajuato, clasificando cada modelo por sus características cuantitativas como las mediciones entre diferentes referencias antropométricas, edad, y por sus características cualitativas como las características morfológicas en donde destaca su género biológico.

Este estudio se realizó con alumnos de la licenciatura de Odontología de la Escuela Nacional de Estudios Superiores de la UNAM Unidad León, con un escáner facial para obtener modelos tridimensionales, en los que se clasificaron con referencias antropométricas y parámetros de características morfológicas obtenidos, obteniendo 309 modelos entre nariz y orejas.

Con este trabajo se pueden abrir líneas de investigación dentro del área para desarrollar en un futuro una red neuronal convolucional para realizar una preselección más intuitiva y rápida de los modelos tridimensionales en la rehabilitación de pacientes con necesidad de prótesis maxilofacial.

5. Marco teórico

5.1. Antropometría

La antropometría según el diccionario de la academia real española es “el estudio de las proporciones y medidas del cuerpo humano”. (1). La palabra antropometría se deriva de la palabra griega antropo, que significa “ser humano” y la palabra griega metrón, que significa “medida”. Esta subrama de la antropología incluye una gran variedad de medidas del cuerpo humano, desde el peso, hasta los pliegues cutáneos. Esta representación cuantitativa sistemática se realiza para comprender las variaciones físicas en el diseño de ropa, equipo y mobiliario diario de forma ergonómica. Diversos autores concuerdan en opiniones que la antropometría estudia las dimensiones dinámicas y estáticas del cuerpo humano. También las técnicas para obtener las diferentes mediciones sean estáticas o en movimiento, y el análisis de estos datos para confeccionar objetos acordes a los datos recabados. (2,3,9,10).

5.1.1. Historia

El estudio del cuerpo humano ha tomado su interés desde las antiguas épocas, quedando demostrado por documentos de egipcios, romanos y griegos, etc. Los conocimientos generados por todo esto han ayudado al desarrollo de varias ciencias, sin dejar la excepción el área médica y sus múltiples aplicaciones.

Los egipcios que usaron el análisis visual encontraron un hallazgo, las proporciones divinas en la cual buscaron medidas que les permitiera dividir la tierra a partir del hombre. El escultor Fidias (Atenas 490-432 A.C.) fue el más innovador de su época por realizar grandes obras para la acrópolis de la ciudad. Apareciendo el número áureo de las proporciones morfológicas y es $\Phi = 1.61803$ de acuerdo con la primera letra del escultor, el cual aplicó de manera continua a cada una de sus obras dando un realismo en cada escultura con su proporción en cada parte del cuerpo humano representado. El cuerpo humano fue considerado el ejemplo más perfecto de la simetría y proporcionalidad tal cual expresaba Platón, quien era uno de los pensadores que más meditó sobre la proporción y lo estético. (11).

Unos siglos más tarde, surgió uno de los mejores ponentes sobre el conocimiento de la proporcionalidad, simetría y estética. Leonardo Da Vinci durante el renacimiento, estudio y aportó más a los conocimientos sobre anatomía, proporciones áureas, creando con esto, su obra conocida como “El hombre vitruviano” (Figura 1), el cual es un dibujo hecho a mano sobre papel que refleja las proporciones corporales, además formula la idea de la proporción facial y divide el perfil del rostro humano, creando puntos de referencia que se siguen utilizando en la actualidad en muchos campos de conocimiento. (12).

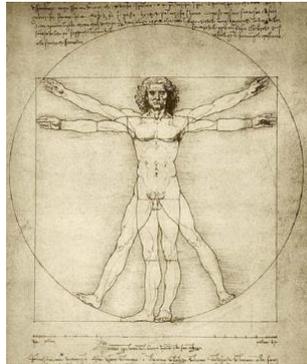


Figura 1. El hombre vitruviano de Leonardo Da Vinci. (12)

Conforme pasa el tiempo, hubo una división de estudios antropológicos como era el estudio de las proporciones ideales y cuerpos “perfectos” hasta ir concibiendo una noción “realista” de las medidas antropométricas de la población en general. En 1868 Le Roy Ladurie, Bernageau y Pasquet realizaron uno de los primeros intentos de usar estadísticas de altura en su estudio de las características sociales de los reclutas del ejército francés. Sin embargo, se han tomado con más relevancia los estudios hechos por Robert Fogel y sus colaboradores en Estados Unidos y Europa, los cuales se basan sobre la relación entre el crecimiento y las condiciones ambientales y nutricionales en las que se viven. Fogel en sus investigaciones hechas argumentaba que la altura de una población estaba directamente relacionada con el nivel de nutrición y mortalidad neta de las poblaciones en América del norte entre 1650 y 1910. John Komlos por su parte, suma el término del peso para tener más clara la relación entre la altura, peso y nivel de salud. Conforme han ido avanzando las investigaciones en el campo a través de los años, se ha notado una estrecha relación entre peso y talla con el ingreso per cápita. (13).

Como se ha descrito la antropometría, ha sido de total relevancia a lo largo de la historia dentro de muchos ámbitos de la vida diaria como la nutrición y salud, la economía y las actividades industriales, el desarrollo de la ergonomía en todas sus ramas, etc. En México y Latinoamérica la evidencia científica sobre el tema sigue siendo un área creciente en exploración sobre la misma, dentro de los estudios más relevantes se encuentra el estudio realizado por Rosalío Ávila Chaurand y colaboradores, en el cual describieron sus técnicas e instrumentos utilizados en su recolección de datos antropométricos con la finalidad de sumar nueva evidencia de México y Latinoamérica para el desarrollo de la ergonomía y sus diferentes aplicaciones. (3).

5.1.2. Tipos de antropometrías

En el cuerpo humano, las dimensiones están divididas en estructurales y funcionales. Las dimensiones estructurales son las que se obtienen de las partes del cuerpo, como el largo y ancho de una pierna, longitud de los brazos, perímetro del pecho, etc. Algo importante es que estas medidas se obtienen de manera estática. Las dimensiones funcionales son aquellas en las que se involucran el movimiento y la acción de cada pequeño segmento del cuerpo humano en un espacio de trabajo determinado, por ejemplo, la zona de alcance mínimo, la zona de alcance funcional, etc. (3).

Actualmente, hay protocolos para obtener formatos para recoger datos antropométricos según el número de dimensiones recolectadas, estos pueden ser unidimensionales (1D), bidimensionales (2D) y tridimensionales (3D). Los datos 1D son perímetros, longitudes y estaturas de segmentos corporales, dichos datos permiten establecer tamaños, pero no una forma. Los datos 2D consisten en siluetas o secciones corporales que se establecen dentro de una gráfica con coordenadas "x, y" formando contornos. Los datos 3D son similares a los 2D, solamente que se agrega a la gráfica de coordenadas "z", dando un volumen al contorno, formando "nubes" las cuales pueden contener entre 20,000 y 300,000 puntos. (2,4). La obtención de estas medidas se puede efectuar de manera directa e indirecta. La manera directa se basa en obtener las dimensiones antropométricas a través de la persona presente, guiándose por puntos de referencia y auxiliándose por equipos de medición (figura 2) llevando registro manual de estas medidas, implica el empleo de mucho tiempo para registrarlas por persona.

Por otro lado, la manera indirecta se basa en el uso de equipo de registro digital para obtener medidas y modelos exactos, surgiendo la “antropometría 3D”. La antropometría puede dividirse según la rama de estudio o interés, ya sea el cuerpo humano completo o alguna sección como la antropometría digital facial 3D. (2).

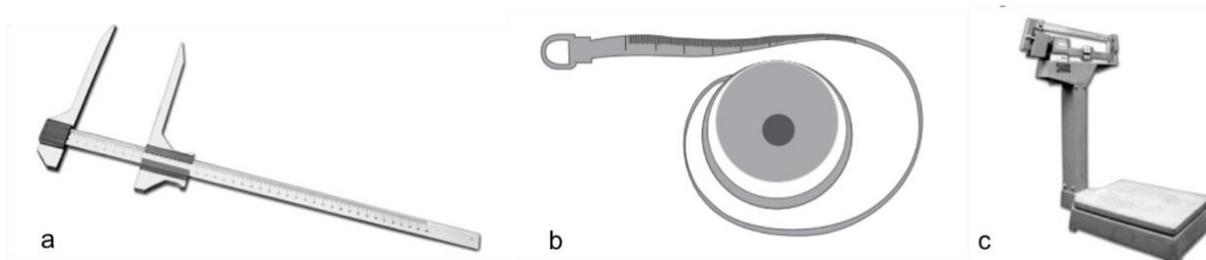


Figura 2. Instrumentos antropométricos manuales: A) Calibrador grande. B) Cinta métrica. C) Báscula. (3).

5.1.3. Tecnología y antropometría

Actualmente existen diferentes medios tecnológicos para capturar indirectamente datos antropométricos y obtener modelos tridimensionales. Todo esto surgió con la idea de reducir los tiempos por persona, ya que, empleando softwares en una etapa por separado o en el mismo momento, se puede realizar las mediciones correspondientes guiándose por referencias antropométricas. Diferentes autores han descrito equipos para obtener medidas antropométricas digitales, estos equipos se pueden dividir en dos grupos, los equipos basados en infrarrojos, láser, luz estructurada y la fotogrametría. (2,4).

5.1.3.1. Método de obtención de imágenes

Los equipos basados en infrarrojos y luz estructurada se basan en un sistema de cámaras detectoras y luces led apoyadas de imágenes termográficas dentro de bandas de longitud de onda de 8 a 12 micrómetros, operando bajo el principio de escaneo del objeto a medir. Estos equipos pueden funcionar escaneando de forma horizontal, vertical o mixto registrando incluso de forma diagonal, también pueden ser fijos o móviles. Las ventajas al usar estos equipos son el poco tiempo que necesitan los participantes para el registro, con ello se logran más registros en un plazo corto, además de que no hay manipulación directa con el participante y que hay una alta precisión y fidelidad de los resultados. Por otro lado, se pueden considerar como desventajas el tener que designar un espacio con su respectiva adecuación para

la instalación y correcto funcionamiento de estos equipos, además al ser equipos sofisticados su costo es elevado y es necesaria una correcta capacitación del personal para su correcto empleo. (2,4).

5.1.3.2. Fotogrametría

La fotogrametría se basa en la geometría proyectiva, la cual establece un modelo matemático de una cámara fotográfica de la forma " $m = PM$ " donde " m " es la imagen del objeto, " M " es el objeto por medir y " P " es la matriz de proyección". (2). Según Nariño y colaboradores, para obtener buenas mediciones es necesario tener un patrón de referencia. Esta técnica es aplicada en la actualidad en conjunto con la geometría epipolar con dos o más cámaras fotográficas. La geometría epipolar es definida por los puntos de correspondencia, se obtienen dos vistas, una anterior (frente) y otra posterior (reverso) para en un postratamiento de las imágenes obtenidas, obtener una profundidad de campo del sujeto. La principal ventaja de emplear este sistema es el poco tiempo que es empleado para su registro, en lo que respecta a lo negativo es que se necesita un marco referencial para tomar las fotografías y tener un espacio designado para la colocación de las cámaras e iluminación ambiental de manera correcta y obtener el resultado deseado. Algunos autores han intentado usar o experimentar otros métodos, algunos de estos son el empleo de Kinect y aplicaciones basadas en sistema operativo Android, pero al demostrar ser equipos con mucha variabilidad en mediciones antropométricas en comparativa con los equipos infrarrojos y de luz estructurada, la fotogrametría sigue sin ser viable para su uso en la recolección de medidas antropométricas. (2,14).

5.1.4. Antropometría Digital Facial 3D

La antropometría digital facial 3D es un método indirecto de obtener datos cuantitativos y cualitativos con apoyo de equipo y métodos específicos. Es bien sabido que cada persona es completamente única y esto se ve reflejado en el rostro tanto por sus características cuantitativas como cualitativas. Entre las características cualitativas se encuentra la forma geométrica general de la cara (cuadrada, redonda, ovalada, etc.), las partes faciales (orbital, nariz,

labios y orejas), la forma de cara primitiva (cejas, ojos, nariz, boca, etc.) y fenotipo (forma y color del cabello, color de la piel de la cara y color de ojos y labios). En lo que respecta a las características cuantitativas son las siguientes: el tamaño del rostro, valor y parámetros de sus primitivas, su posición en el rostro y correlaciones entre ellos. El análisis comparativo de estas características permite formar (o determinar) la raza, el sexo, la edad y otras características. Las aplicaciones que se le pueden dar a este método de obtención de medidas antropométricas digitales son bastantes y en diferentes campos de investigación, por ejemplo, pueden ser usadas para identificar morfología y morfometría facial, cambios faciales conforme el crecimiento, identificación criminal por datos faciales, en belleza y estética desde los ámbitos empíricos hasta cirugías estéticas (figura 3), para el desarrollo de la ergonomía y en psicología humana para su análisis. (5,15).

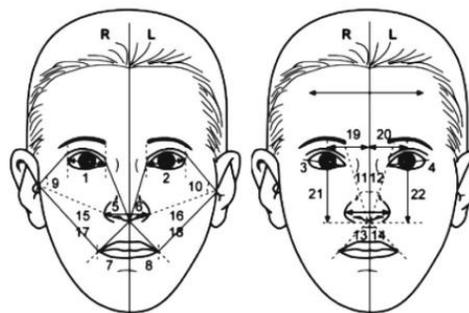


Figura 3 Puntos antropométricos faciales usados en belleza. (5).

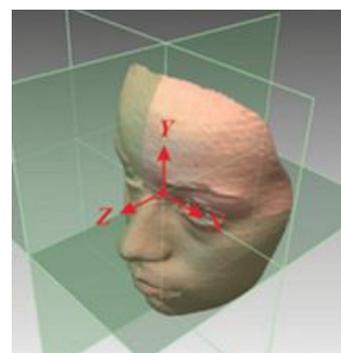


Figura 4. Alineación de un escaneo facial. (15).

5.2. Prótesis buco-maxilofacial

La prótesis maxilofacial es una rama de la odontología encargada de rehabilitar defectos anatómicos y funcionales de la región orofacial y zonas adyacentes de los pacientes que han sufrido recesiones quirúrgicas, defectos congénitos o trauma facial. (16,17). Según el glosario de términos de prostodoncia, una prótesis maxilofacial es “un reemplazo artificial de una parte de la anatomía humana restaurando forma, función y estética”. (18). Otra definición hecha por Ackerman en 1953 es “la rama de la odontología que repara y reemplaza artificialmente partes de la cara después de lesiones o intervenciones quirúrgicas”. (19).

Según Pereida de Caxias, la prótesis maxilofacial se puede clasificar en general, restauradora o complementaria. Las prótesis restauradoras sustituyen la ausencia ósea o reparan el contorno de la deformidad presente. También pueden ser internas o externas como prótesis bucales, oculares o faciales. También existen las llamadas prótesis complementarias que pueden ser usadas según la etapa del tratamiento en una cirugía plástica (pre, trans, posoperatorio o sesiones de radioterapia). (16).

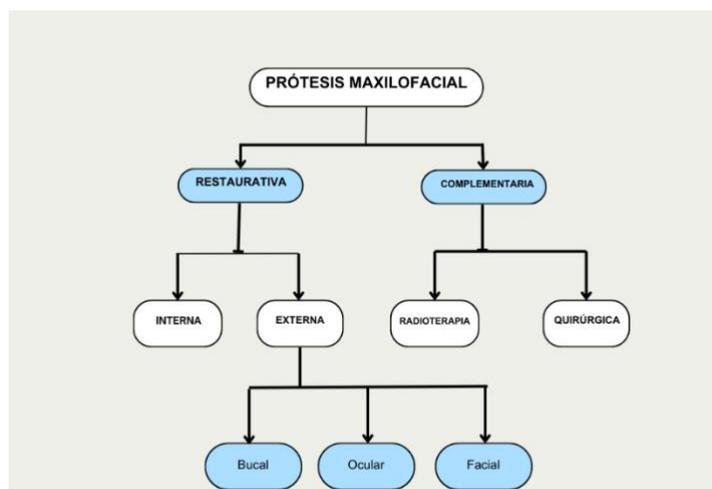


Figura 5. Clasificación la prótesis maxilofacial. (16).

5.2.1. Prótesis facial

Las prótesis faciales como su nombre lo indica, nos ayudan a rehabilitar algún defecto que involucre la cara de los pacientes, estas prótesis pueden ser nasales, labiales, oculares y auriculares. Pueden construirse en material duro y blando, dependiendo del objetivo puede anclarse en tejido duro y/o blando, restaurando la función y mejorando la estética. Las prótesis faciales también tienen otras funciones aparte de restaurar la estética de los pacientes, por ejemplo, la prótesis nasal mejora el habla y el flujo del aire a través de las cavidades. Las prótesis labiales restablecen un soporte labial para tener una mejor masticación, deglución, habla y el sellado de labios. La prótesis auricular mejora la audición en ambientes donde el ruido es considerablemente alto. Neves y colaboradores mencionan que una prótesis facial debe imitar y reproducir la forma, el volumen, la posición, la textura, la translucidez y el color perdido para garantizar que las prótesis sean en la medida de lo posible imperceptibles para un observador. Establecen principios básicos de la rehabilitación facial de forma adecuada, logrando una armonía facial, aun cuando haya contornos faciales distorsionados. Los principios son la forma, la textura de la superficie, la línea de unión de piel y prótesis, y el color. (20,21).

5.2.1.1. Forma

Cuando los defectos son “ideales” y los contornos de los tejidos no están afectados, el tamaño y la forma de la prótesis facial puede ser “más fácilmente” reproducir para rehabilitar, por el contrario, cuando hay mayor distorsión de los contornos de los tejidos faciales, se debe ser más preciso de esculpir la prótesis, por ejemplo uno de los pliegues naso labiales naturales, puede estar ligeramente desplazado, por lo tanto, no se podría o debería esculpir una prótesis nasal perfectamente simétrica, en cambio se debe imitar el rasgo desplazado de los pliegues naso labiales. (20).

5.2.1.2. Textura de la superficie

La textura superficial de la piel varía por la edad y la zona, por ejemplo, la textura de la superficie del ala y la punta de la nariz es bastante diferente a la del puente de la nariz, si es un paciente joven o adulto mayor, de ahí la importancia de una adecuada textura para cada zona de la prótesis facial. (20).

5.2.1.3. Línea de unión de piel y prótesis

Para las prótesis faciales, siempre se buscará que los márgenes de la prótesis estén en áreas discretas posibles y se mezclen suavemente con la piel, para ello también se emplean accesorios como los anteojos. (20).

5.2.1.4. Color

Para elaborar prótesis faciales es importante considerar el color para lograr una adecuada integración de la prótesis con la cara, para ello se utiliza una combinación intrínseca para una tonalidad base y desarrollar una coloración extrínseca que proporcionará esa caracterización final, así que nos proporciona un equilibrio entre translucidez y opacidad, por lo que deben ser ligeramente más claros que los tonos de piel más claros del paciente. Para ello siempre se recomienda desarrollar guías de colores según los materiales con los que se trabajará, la etapa de color base o extrínseco y la luz ambiental. (20,22).

5.2.2. Rehabilitación de defectos auriculares

Los defectos auriculares suceden como consecuencia de malformaciones congénitas, extirpación quirúrgica de neoplasias o traumatismos. Generalmente se hace una resección quirúrgica total o parcial y se les llaman defectos secundarios, estos defectos representan sus propias dificultades y facilidades para rehabilitar. Cuando el defecto auricular es unilateral generalmente se rehabilita guiándose por la aurícula sana en efecto espejo, pero cuando hay ausencia bilateral se complica, teniendo alternativas como el uso de modelos de familiares, o que se hayan creado para otros pacientes. Los biomateriales empleados para su fabricación son los silicones, ya que permiten una adaptación completa y de apariencia "natural". (20,23).



Figura 6. Proceso de caracterización de prótesis auricular. Guía de colores para caracterizado: a) Guía de colores para lograr un equilibrio entre opacidad y translucidez de la base, b-d) Corrección en distintos escenarios para una mejor adaptación. (20).

5.2.3. Rehabilitación de defectos nasales

Los defectos nasales suelen ser secundarios a una neoplasia, aunque también pueden ser causados por un traumatismo. Para la rehabilitación exitosa de un defecto parcial es necesaria la intervención quirúrgica. Para la rehabilitación protésica de este tipo de defectos son necesarias las fotografías e impresiones faciales, de esta manera es posible llevar de una mejor manera el proceso de modelado en cera para probar y hacer los ajustes correspondientes en el sellado y asentamiento, así como el color que llevará la prótesis nasal. (20,24,25).

Dentro del tipo de prótesis nasales, podemos dividir las por su objetivo de tiempo como en otras prótesis, ya sea de manera temporal o definitiva. En el caso de las prótesis nasales temporales, estas pueden confeccionarse y colocarse de la cuarta a la sexta semana después de la cirugía. Para su fabricación se suele usar con mayor frecuencia el metacrilato de metilo polimerizado por calor, ya que se puede ir revistiendo para compensar los cambios tisulares posteriores a la cirugía y cicatrización, aunque también se pueden emplear elastómeros de silicona. Para la elaboración de las prótesis definitivas se recomienda hacerlas de 4 a 5 meses de anticipación, que es el tiempo necesario para que ocurran todos los cambios tisulares desde la cirugía y el recambio de la prótesis provisional, por la definitiva. (20).

5.2.4. Rehabilitación de grandes defectos medio faciales

En general, tras la extirpación de los tumores de la región media de la cara, queda un gran defecto quirúrgico el cual puede implicar la pérdida de estructuras internas y externas de la cavidad oral, incluidas partes de la nariz, el labio superior, mejillas y el contenido orbitario; por consiguiente, se ven afectados segmentos del maxilar, la mandíbula, dientes y tejidos blandos asociados a estas estructuras. Las consecuencias de las pérdidas de estas estructuras son bastantes, algunas de ellas son la dificultad para la masticación, el habla, la pérdida del control y producción de la saliva, aunado a desfiguración cosmética que suelen tener impactos de manera negativa en la vida interpersonal, social y laboral de las personas afectadas. Su rehabilitación se vuelve compleja mientras más estructuras se ven comprometidas y con ello el pronóstico protésico, el cual va a depender de la presencia y condición de los dientes, la cantidad y el

contorno del paladar duro, el estado funcional de los labios y sobre todo la motivación y adecuado soporte psicológico del paciente. (20,26).

5.2.5. Flujo de trabajo analógico en prótesis maxilofacial

El proceso de trabajo analógico o tradicional para obtener cualquier prótesis facial sigue una línea de trabajo de 4 fases o etapas, la toma de impresiones, el modelado, el procesado de la prótesis para finalizar con la entrega y retención/colocación de las prótesis, cada una de ellas puede variar un poco de acuerdo con el tipo de prótesis facial. (20).

5.2.5.1. Toma de impresión

En la toma de impresiones tanto para prótesis nasales como prótesis auriculares, se recomienda usar una postura erguida para evitar cambios posturales. En prótesis nasales el material que generalmente suele ser empleado para este fin es el polisulfuro de cuerpo ligero, aunque también pueden ser empleados hidrocoloides irreversibles o polivinilsiloxano de cuerpo ligero. La técnica consiste en primero bloquear el conducto nasal con una gasa lubricada para que de esta manera no entre el material de impresión, después usando una jeringa o cartucho con pistola dispensadora se inyecta el material en pliegues de la piel y áreas de difícil acceso, para después dejar una delgada capa de material que fluya por toda la zona de interés, conforme el material comienza a polimerizar se colocan pequeños segmentos de gasas. Entonces se coloca una fina papa de adhesivo a la gasa y material de impresión para colocar capas sucesivas de yeso de fraguado rápido. Así se consigue un negativo, para a partir de él, obtener un modelo de yeso dental. (17,19,27).

5.2.5.2. Modelado

Para realizar el modelado de la prótesis facial se parte del modelo en positivo obtenido de la impresión, donde dependiendo del tipo de prótesis sea nasal o auricular, se emplean patrones de cera que replican el tejido perdido en cuanto a forma, textura y tamaño. Para realizar esto, se usan distintos auxiliares para tener una forma lo más natural posible pudiendo ser fotografías del pasado del paciente, algún modelo ya sea en yeso guardado u obtenido de otros pacientes, o familiares. Una vez obtenido este

patrón de cera se realiza la prueba con varios objetivos, como corroborar la forma y el tamaño, la textura y la interfase entre la línea de unión de la prótesis facial y el rostro de los pacientes con la finalidad de realizar una prótesis facial lo más "natural" posible. (17,19,20,27).

5.2.5.3. Procesado

Para el procesado se realiza en la mayoría de las veces, con la técnica de la cera perdida, donde una vez definidos los detalles de la forma, el tamaño y la textura se encapsula para después con temperatura hacer que la cera se pierda, resultando una cápsula con la forma de la prótesis facial. A partir de esto, se elige el biomaterial para realizar la prótesis, pudiendo ser PMMA, silicones u otros materiales, y se realiza la caracterización donde se necesita la presencia del paciente para realizarlo mejor. (17,20,27).

5.2.5.4. Entrega y colocación

Dependiendo de la planeación de la prótesis facial, ésta puede ser retenida con adhesivos, retenciones mecánicas con defectos faciales o implantes, y se planean las citas de seguimiento para su respectiva revisión periódica. (17,20,27).

5.2.6. Flujo de trabajo digital en prótesis maxilofacial

En las últimas décadas, ha crecido de forma importante el uso de tecnologías digitales para la confección de prótesis maxilofaciales, dependiendo del caso, el CAD/CAM puede ser empleado como complemento o incluso el reemplazo completo del flujo de trabajo analógico, con el objetivo de mejorar los métodos convencionales y los tiempos en los que se termina la confección de una prótesis maxilofacial convencional. Actualmente, no hay un estándar de fabricación usando tecnologías digitales, pero diferentes autores han basado sus prototipos en obtener la prótesis ya terminada o el molde final para procesar la prótesis convencionalmente.

En general el proceso incluye los siguientes pasos:

1. Adquisición de datos y conversión de datos originales a STL
2. Edición mediante software CAD
3. Impresión de la prótesis/molde para procesado de la prótesis facial.

La adquisición de datos es el primer eslabón del flujo de trabajo digital, dicha adquisición se puede realizar por varios medios como la resonancia magnética, el empleo de una tomografía computarizada, fotogrametría 3D, escaneo láser, infrarrojo o ultrasonido. Cada método tiene sus particularidades de uso y obtención de resultados y tipos de archivos. Tras obtener los datos se convierten a tipo STL. Una vez obtenido, se realiza el modelado digital de la prótesis o molde mediante software CAD especializado para imprimir o fresar la prótesis maxilofacial o en su defecto, el molde para realizar el procesado final. (4,6,25,26,28).

6. Antecedentes

Nariño y colaboradores (2016), realizaron una revisión que tuvo como objetivo describir la antropometría, sus características y diferentes tecnologías para su captación. Como resultado, describen diversas tecnologías y dispositivos que pueden ser usadas para la captación de las dimensiones antropométricas y cómo éstas han ido evolucionando desde medidas unidimensionales usando instrumentos de forma analógica, hasta medidas tridimensionales aplicando el uso de sistemas de captación especializados y dispositivos en prueba como la termografía infrarroja, BodyScanner, SYMCAD, la fotogrametría y uso de teléfonos inteligentes, sin necesidad del contacto directo con las personas que se pretendan medir obteniendo una comparativa de las diferentes tecnologías y técnicas que se emplean. (2).

Kukharev & Kaziyeva (2020), realizaron una revisión bibliográfica que tuvo como objetivo demostrar cómo se puede emplear la antropometría facial digital para diferentes problemas, como la medicina, biología, genética y reconocimiento de patrones para criminología. Presenta una breve historia de la antropometría y sus cambios que ha ido teniendo con la incorporación tecnológica para la antropometría facial. Son descritos los conceptos sobre morfotipo y genotipo del rostro. Los métodos cuantitativos, cualitativos y referencias antropométricas faciales que pueden usarse para determinar características faciales, para aplicaciones diferentes como asociaciones entre patrones faciales y genoma, evaluación estética, evaluación psicológica y reconstrucción facial en la medicina. En conclusión, se asocia la relación actual de la antropometría facial con el internet de las cosas, sus alcances, sus posibilidades de lo que se puede lograr. (5).

Deopa y colaboradores (2013), realizaron un estudio para establecer los valores medios de las medidas antropométricas de las aurículas derechas e izquierdas para obtener dimensiones relacionadas con el sexo, la simetría derecha-izquierda y los cambios relacionados con la edad. Para llevar a cabo el estudio, emplearon la participación de 177 jóvenes de los cuales fueron 84 mujeres y 93 hombres entre 17 y 25 años, de la región de Uttarakhand. Los parámetros que usaron fueron el ancho (EW) y altura de la aurícula (TEH), la altura (LH) y ancho lobular (LW) de auricular izquierda-derecha de cada participante.

Como resultado se obtuvieron valores medios de las dimensiones TEH, EW, LH, LW, en mujeres fueron respectivamente $5,77 \pm 0,38$ cm, $2,87 \pm 0,28$ cm, $1,68 \pm 0,21$ cm, $1,95 \pm 0,22$ cm, $49,79 \pm 4,75$ cm, $116,86 \pm 15,01$ cm para la aurícula izquierda y $0,74 \pm 0,38$ cm, $2,88 \pm 0,22$ cm, $1,67 \pm 0,24$ cm, $1,92 \pm 0,21$ cm, $50,26 \pm 4,09$ cm, $117,33 \pm 19,28$ cm para la aurícula derecha. Mientras que en hombres fueron las siguientes, $6,03 \pm 0,33$ cm, $3,06 \pm 0,25$ cm, $1,69 \pm 0,20$ cm, $1,96 \pm 0,23$ cm, $50,75 \pm 3,92$ cm, $117,33 \pm 16,70$ cm para la aurícula izquierdo y $6,04 \pm 0,36$ cm, $3,02 \pm 0,21$ cm, $1,66 \pm 0,20$ cm, $1,96 \pm 0,20$ cm, $50,21 \pm 3,88$ cm, $119,07 \pm 14,60$ cm para la oreja derecha. En conclusión, las dimensiones de las orejas de los hombres fueron mayores en comparación con las mujeres y se registró una relación con la edad. (29).

Jayaratne & Zwahlen (2014), en su artículo de revisión, tuvieron como objetivo proporcionar una visión de la antropometría digital y razonar sus aplicaciones clínicas. En su revisión se menciona la ubicación de 47 referencias antropométricas craneofaciales usadas en el método analógico y cómo pueden ser empleados la mayoría de estas referencias en la antropometría digital. En este caso, describen un procedimiento para obtener registros antropométricos mediante la estereografía apoyado de un software para generar un escaneo tridimensional de la cara. Una de las aplicaciones que se le puede dar a estos datos es para diagnóstico, planeación del tratamiento y monitoreo de los pacientes con deformaciones craneofaciales. Dentro de la misma aplicación de uso se encuentra la que le puede dar un anaplastólogo para hacer el diseño de la prótesis mediante un sistema CAD/CAM habiendo una reducción de tiempos de trabajo con el paciente. Por otro lado, también mencionan la utilidad en forense para identificar personas, estimaciones de edad esquelética, entre otras. Por último, mencionan que puede ser aplicado este conocimiento para seguir el desarrollo de productos ergonómicos. (15)

Tukmachi y colaboradores (2017), describieron y realizaron la rehabilitación no quirúrgica con prótesis nasal para un paciente usando un prototipo e impresión 3D. Es un estudio de caso, descriptivo. Como resultado obtuvieron una reducción en los tiempos de trabajo, con menores citas y menor tiempo empleado, así como una reducción de costos. Se concluye que es necesario el contar con un catálogo digital con diseños de narices, ya que es muy limitada la oferta de diseños digitales preexistentes. (25).

Fantini y colaboradores (2013), experimentaron un diseño y procedimiento de creación de prótesis nasales implantosoportados. Es un estudio experimental, protocolo y reporte de caso; cuyo objetivo era describir los casos presentados, el procedimiento o flujo de trabajo digital para su rehabilitación y comparativa del tiempo empleado, contra la forma convencional de rehabilitación, y obtener información sobre el catálogo generado de aurículas y narices. A partir del desarrollo de bibliotecas o catálogos digitales, se propuso reducir más los tiempos de diseño digital para prótesis faciales, especialmente en casos de defecto bilateral y es un campo con nuevas líneas de investigación para la rehabilitación maxilofacial. (28).

Reitemeier y colaboradores (2013), realizaron la creación y uso de una base de datos digital para la fabricación de prótesis nasales. Es un estudio descriptivo experimental, en el cual se escanearon 202 personas mediante un escáner tridimensional para medir y clasificar según sus criterios las diferentes narices. Después con el uso del software “epiTecture” realizaron las adaptaciones individuales para imprimirse de forma tridimensional con termopolímero. Como resultado obtuvieron un catálogo nasal digital. Como conclusión, se desarrolló un protocolo para provisión de prótesis nasales fuera del método convencional con la posibilidad de un mejor aspecto estético al tener un catálogo y con menor tiempo empleado. (30).

Palosek y colaboradores (2014), describen cómo la tecnología digital se puede aplicar para la elaboración de prótesis faciales. Este estudio fue una nota técnica, en la cual describen el uso de la digitalización, el modelado digital, y la elaboración de prototipos, moldes y la manufactura de una prótesis nasal. Los resultados obtenidos fueron la reducción del tiempo de fabricación de prótesis faciales. Concluyeron que este método puede ser una opción viable para comodidad del paciente, ya que requieren menos tiempo y menos visitas. (24).

Ciocca y colaboradores (2010), realizaron la construcción de prótesis auriculares bilaterales CAD/CAM para pacientes mediante escaneo láser y creación rápida de prototipos. El artículo presentado

fue un protocolo multidisciplinario que involucra a los profesionales de la salud como el diseño asistido por computadora. Como resultados se obtuvieron una representación digital de la zona escaneada, una reducción en el tiempo de elaboración de las prótesis auriculares y una guía adecuada, al tener el rostro del paciente digitalizado y una base de datos sobre narices y aurículas para usarlo. En conclusión, establecieron el protocolo del cual fue su objetivo, y también la necesidad de tener una base de datos de narices y aurículas según la región donde se intente desarrollar esta forma de trabajo. (31).

7. Planteamiento del problema

La rehabilitación bucomaxilofacial busca rehabilitar defectos anatómicos y funcionales en la región maxilofacial de los pacientes que han sufrido recesiones quirúrgicas o defectos congénitos. El proceso para llevar a cabo una rehabilitación adecuada y satisfactoriamente requiere de técnicas complicadas y experiencia en el campo de parte de los profesionales. Los protocolos convencionales se derivan en toma de impresiones, obtención de modelos de estudio/trabajo que representen de forma fidedigna y precisa el defecto, la elaboración de la prótesis, sus respectivas pruebas, la colocación final de la prótesis y someter a los pacientes a controles de manera regular para verificar el ajuste y correcto funcionamiento de la prótesis con el paso del tiempo. Sin embargo, este método suele llevar mucho tiempo y requiere de múltiples visitas a la clínica aunadas a la cantidad de horas empleadas con el paciente en vivo. (26).

Nuseir y colaboradores (2019), realizaron una comparativa realizando la impresión directamente (flujo digital) y el método convencional para una rehabilitación de un defecto nasal, en la impresión directa el tiempo empleado fue de 2 sesiones una sesión clínica y una sesión de laboratorio, por el contrario, usando el método convencional se realizaron 3 sesiones de laboratorio y 2 sesiones clínicas. (6). En prótesis auriculares hechas por el proceso convencional, toma 4 citas en el transcurso aproximado de 3 semanas, mientras que empleando flujo digital se acorta el tiempo a 1 semana. Además, otros autores demostraron que la fabricación de plantillas en cera por CAM tomó 40 minutos, mientras que por el método tradicional podían tardar hasta 2 horas por pabellón auricular. (7,8).

Varios autores han propuesto tecnología de captación 3D para seguir reduciendo tiempos de trabajo en un método análogo/ digital o completamente digital. Con esto, apoyado de otras tecnologías como las redes neuronales convolucionales se podría hacer una preselección de un diseño específico de la parte a rehabilitar en una prótesis facial. Diversas fuentes han descrito el diseño para una parte faltante en efecto espejo, que se puede rellenar o reflejar sobre la zona del defecto, como una oreja faltante, pero no se puede aplicar en pacientes con ausencia completa de nariz y ambas orejas, de ahí resultaron las propuestas mencionadas de generar un catálogo digital en donde se registre la variabilidad de las características anatómicas y morfológicas de todas las poblaciones en cada país, región o continente. (7).

8. Justificación

Se propone el realizar un catálogo digital con datos antropométricos, el cual será el sustento para la creación de una red neuronal convolucional de inteligencia artificial que en un futuro permita diseñar de manera automatizada la parte del rostro que más se adapte a las características y medidas de pacientes con defectos craneofaciales para su rehabilitación protésica de manera más rápida y con mejor optimización de los biomateriales.

9. Objetivos

Objetivo general:

- Realizar un catálogo digital de narices y orejas a partir de datos antropométricos 3D.

Objetivos específicos:

- Establecer un protocolo de uso del catálogo digital para poder actualizarlo de manera constante.
- Obtener medidas antropométricas digitales 3D faciales de la población mexicana en la Escuela Nacional de Estudios Superiores de la UNAM Unidad León, sumando datos significativos para esta área de estudio de la región del país.
- El catálogo generado se usará para la creación de una red neuronal convolucional de inteligencia artificial.

10. Hipótesis

Con un escáner se puede crear un catálogo digital de narices y orejas con su clasificación por referencias antropométricas y características morfológicas.

11. Diseño de la investigación

11.1. Tipo de Estudio

Investigación descriptiva

11.2. Criterios de selección

11.2.1. Criterios de inclusión

- Alumnos de la Licenciatura en Odontología de la ENES UNAM León.
- Alumnos con ausencia de deformaciones craneofaciales.

11.2.2. Criterios de exclusión

- Alumnos que no pertenezcan a la Licenciatura de Odontología de la ENES UNAM León.
- Alumnos con deformaciones craneofaciales.
- Alumnos con accesorios fijos que puedan modificar la anatomía de la nariz y oreja como piercings y aretes expansores.

11.3. Tamaño de la muestra

Para el desarrollo del estudio se estimó la participación voluntaria de alumnos de la licenciatura en odontología de la ENES UNAM León $n=103$.

11.4. Variables

11.4.1. Variables independientes

Tabla 1. Variables independientes.

Variable	Tipo de variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición
Sexo	Nominal	Características biológicas que definen a una persona en sexo femenino o sexo masculino. (32).	Registro directo a los participantes, si biológicamente son sexo masculino o sexo femenino.	Femenino Masculino
Edad	Ordinal	Tiempo que ha vivido una persona o ser vivo.(33).	Edad en años tomada del registro.	Número de años

11.4.2. Variables dependientes

Tabla 2. Variables dependientes

Variable	Tipo de variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición
Biotipo Facial	Nominal	Conjunto de características morfo-diferenciales de individuos de la misma especie, en relación con ciertos rasgos en común del esqueleto facial determinados por genética y el ambiente. (34).	Determinación del biotipo facial a través del ancho y largo de la cara, de acuerdo con los datos obtenidos a través del escáner.	Dolicofacial Braquifacial Mesofacial
Distancias entre referencias antropométricas craneofaciales	De Razón	Distancias entre diferentes puntos antropométricos con ubicaciones determinadas dentro del rostro. (11).	Medidas obtenidas sobre los diferentes puntos antropométricos descritos en la tabla 4.	Milímetros.
Clasificación según el ancho de la nariz	Nominal	Distancia correspondiente que va desde las alas de la nariz. (30).	Clasificación de la nariz según el ancho de la distancia entre las alas de la nariz (tabla 5).	Estrecha (< 36.4 mm.) Mediana (36.4-38.4 mm.) Ancha (<38.4 mm)
Clasificación de la nariz según su morfología	Nominal	Clasificación de características morfológicas determinada por formas y ángulos, según parámetros estéticos. (24,30).	Clasificación de la nariz según sus características morfológicas, descritas en la tabla 6.	Recta o griega Halcón Romana Chata Respingona o celeste
Clasificación del lóbulo según su forma	Nominal	Clasificación de morfología: Redondo, cuadrado o triangular. (35).	Clasificación de lóbulo según morfología.	Redondo Cuadrado Triangular

12. Método

12.1. Referencias antropométricas craneofaciales

En la antropometría manual, diversos autores han descrito alrededor de 47 puntos de referencias craneofaciales, pero estos puntos no se pueden aplicar a la antropometría digital, ya que varios de estos puntos se necesitan palpar, las referencias craneofaciales que se pueden emplear de manera digital son 22 (Tabla 3). (15). Estas referencias se usan para determinar longitudes entre ellas, para que con ello se pueda llevar la comparativa de estudios entre estas distancias, estas longitudes deben ser específicas entre qué referencias antropométricas se midieron. En la tabla 4 se describe a detalle a partir de qué referencias se obtendrán medidas.

Tabla 3. Referencias antropométricas faciales.

Región	Nombre	Abreviatura	Definición
Cara	Glabela	g	Línea media más prominente entre las cejas.
Nariz	Nasion	n	Punto medio en el contorno del tejido blando de la base de la raíz nasal al nivel de la sutura frontonasal.
	Pronasal	prn	Punto medio más anterior de la punta nasal.
	Subnasal	sn	Punto medio del contorno del tejido blando naso labial entre la cresta de la columela y el labio superior.
	Alaré	Al	Punto más lateral de cada contorno alar.
	Punto de curvatura alar (o cresta alar)	Ac	Punto más lateral en la línea base curva de cada ala.
	Ápice de la columela	c'	Punto más anterior o alto de la cresta de la columela en el vértice de la fosa nasal.
Ojo	Exocantion	ex	Punto de tejido blando ubicado en la comisura externa de cada fisura ocular.
	Endocantion	en	Punto de tejido blando ubicado en la comisura interna de cada fisura ocular.
Labios y boca	Labial superior	Ls	Punto medio de la línea bermellón del labio superior.
	crista philtri	cph	Punto en cada margen elevado del filtrum justo encima de la línea bermellón.
	Queillón	ch	Punto ubicado en cada comisura labial.
	Estomón	sto	Punto medio de la fisura labial, cuando los labios se cierran de forma natural.
	Labio inferior	Li	Punto medio de la línea bermellón inferior.
Mentón	Sublabial	sl	Punto medio del surco labiomentón.
	Pogonión	pg	Punto medio más anterior del mentón.
	Gnation	gn	Punto de referencia mediano más bajo en el borde inferior de la mandíbula.
Aurículas	Tragus	T	La muesca en el margen superior del tragus.
	Otobasion inferior	obi	Punto de unión del lóbulo de la oreja a la mejilla.
	Otobasion superior	obs	Punto de unión de la hélice en la región temporal.
	Supraaural	sa	Punto más alto del margen libre de la aurícula.
	Subaural	sba	Punto más bajo del margen libre del lóbulo de la oreja.

Tabla 4. Relación de referencias antropométricas usadas.

Región	Referencias antropométricas	Abreviaturas
Nariz	Nasion - Pronasal	n-prn
	Nasion - Subnasal	n-sn
	Pronasal - Subnasal	prn-sn
	Alare - Alare	al-al
Oreja derecha	Ortobasion inf. - Ortobasi3n sup	obi-obs
	Supra aural – Sub aural	sa-sba
	Sub aural – Tragus	Sab-t
	Raíz de la Hélix – Punto distal del pabell3n auditivo	Rh-pdpa
	Ortobasion inf – Punto distal del ortobasion inferior	Obi-pdobi
Oreja izquierda	Ortobasion inf. - Ortobasi3n sup	obi-obs
	Supraaural - Subaural	sa-sba
	Sub aural – Tragus	Sab-t
	Ortobasi3n superior– Punto distal del pabell3n auditivo	obs-pdpa
	Ortobasion inf – Punto distal del ortobasion inferior	Obi-pdobi

12.2. Clasificación de la nariz

La nariz se puede clasificar por diferentes parámetros que van a cambiar por su morfología y otras reglas que distintos autores han descrito a lo largo de la historia. (24,30). Para realizarlo en este estudio nos basamos en dos clasificaciones, la primera presentada por Reitemeier colaboradores (2013), la cual nos ayuda a determinar y clasificar por el ancho de la nariz, tomando como referencia antropométrica la distancia comprendida entre los puntos alares de la nariz, estableciendo tres tamaños, estrecha, mediana y ancha, estos tres tamaños están regidos por distancias en milímetros como se muestra en la tabla 5. (30).

Tabla 5. Clasificación de la nariz de acuerdo con el ancho.

Ancho de la nariz	Estrecha	Mediana	Ancha
Valor en mm.	<36.4 mm	36.4-38.4 mm	>38.4 mm

La segunda clasificación descrita por Reitemeier y colaboradores (2013) se basa en características únicas que van a corresponder a una morfología determinada en un plano de perfil de las personas. En esta clasificación se etiquetan por 5 tipos de morfología de la nariz basándose en características como lo es el puente nasal, la proyección de la punta nasal y el ángulo naso facial, estos parámetros han marcado una serie de etiquetas específicas para este conjunto de datos. (24). Estas características se presentan con mayor detalle en la tabla 6.

Tabla 6. Clasificación de narices según sus características morfológicas de perfil.

Forma de la nariz	Perfil del puente nasal	Proyección de la punta nasal	Ángulo naso facial	Modelo de referencia
Nariz recta o griega	Recto	Recta	30 - 40°	
Nariz de halcón	Convexo	Hacia abajo	>40°	
Nariz romana	Convexo	Recta	>40°	
Nariz chata	Cóncavo	Recta	<30°	
Nariz respingona o celeste	Cóncavo	Hacia arriba	<30°	

12.3. Clasificación de la oreja

Para la clasificación de la oreja nos basamos en las propuestas de Deopa y colaboradores (2013), en conjunto con Gutiérrez y colaboradores (2011), estos autores determinaron distancias a partir de referencias antropométricas, en las cuales podemos determinar varias características, las cuales son la altura total, el ancho, la altura y el ancho lobulares (tabla 7) (figura 7). (29,36). Además, la variación morfológica del lóbulo en el tiempo se ha clasificado, según Fuente del Campo et al. (2015), en 3 formas: redondas, cuadradas y triangulares (Figura 8). (35).

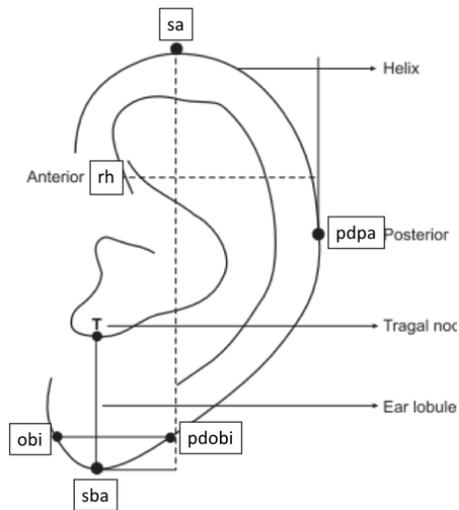


Figura 7. Referencias antropométricas usadas en la oreja. (29).

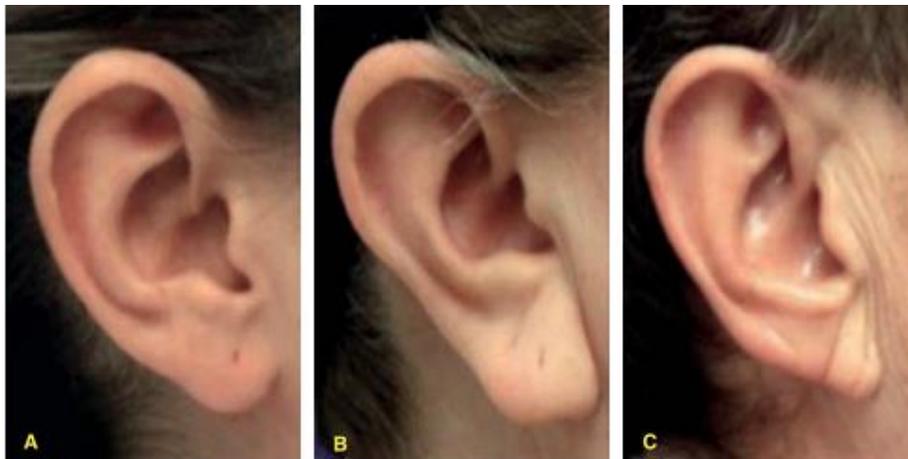


Figura 8. Características del lóbulo de la oreja. (35). A) Redondo B) Cuadrado C) Triangular.

Tabla 7. Dimensiones del pabellón auricular.

Mediciones	Descripción	Abreviaturas
Altura total	Distancia entre supra aural y sub aural.	Sa - sba
Ancho	Distancia entre los puntos raíz de la hélix y punto distal del pabellón auricular.	rh - pdpa
Altura lobular	Distancia desde sub aural a base del tragus.	Sba - t
Ancho lobular	Distancia de ortobasion inferior a punto distal del ortobasion inferior.	Obi- pdobi

12.4. Equipo y material

12.4.1. Equipo

Para llevar a cabo el registro facial de los participantes se empleará un escáner de mano, de luz híbrida (luz estructurada e infrarroja) Einscan H, de la compañía de Shining 3D, el cual tiene una capacidad de registro de hasta 0.2 mm de detalle, apoyado de un equipo de cómputo y su software controlador EXScan. Las características de hardware que cuenta el equipo de cómputo son un procesador i9 (12Th generación, Intel), 32 gigabytes de memoria RAM, con una tarjeta gráfica NVIDIA GeForce RTX 4080 con 16 gigabytes de memoria. El equipo de cómputo cuenta con un sistema operativo Windows 11 Pro (Microsoft company). Para cada participante se realizará un solo proyecto para tener predefinidos los ajustes necesarios del software para cada participante y así clasificar los diferentes grupos de datos obtenidos. El proceso para uso del escáner conlleva varias etapas las cuales son “scan mode”, “scan”, “Post processing” y medidas.

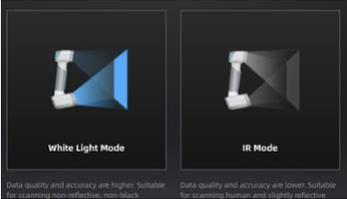
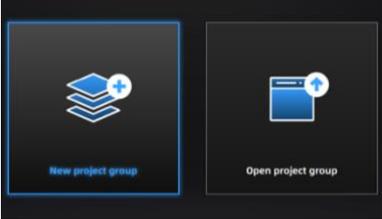
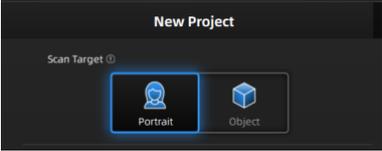
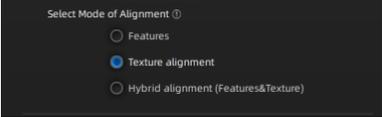
1. **Etapas de parámetros iniciales (Scan mode).** Se establecen los parámetros con los cuales se da la indicación al software de lo que se escanea, en este caso, a las personas participantes.
2. **Etapas de parámetros de ajustes y captura (Scan).** Se modifica el brillo ambiental que capta el escáner, la distancia de trabajo, textura por flash, el uso de indicadores de cabello y calidad. En este paso se realiza la captura del objetivo, en este caso, el rostro de los participantes.
3. **Etapas de ajustes previos a post procesado (Scan).** Una vez obtenido el escaneo, antes del procesado se pueden realizar algunos ajustes previos como el recorte, generar la malla, o corrección de alguna zona que se haya escaneado dentro de la misma etapa de captura.
4. **Etapas de post procesado de datos MESH (Post processing).** Se realizan los últimos ajustes necesarios de textura, brillo, correcciones en la malla, simplificación del modelo, alisado de las superficies, remover partículas flotantes y relleno de pequeños agujeros que hayan resultado, así como una última optimización de la malla y es llevado a cabo de 2 partes. En este paso se guardan los datos obtenidos y pueden emplearse distintos formatos,

en este caso se guardarán los datos en archivo tipo STL, OBJ y 3mf.

5. **Recorte y mediciones.** Tras el tratamiento a la malla tridimensional generada, dentro del mismo software permite recortar específico a lo necesitado para después hacer mediciones necesarias a partir de las referencias antropométricas descritas en la tabla 4. Estas mediciones nos ayudarán a realizar la clasificación de los datos recopilados.

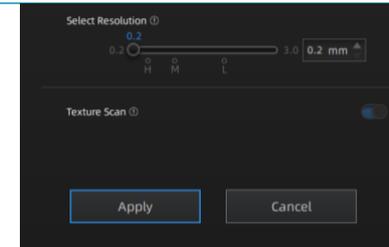
Los parámetros y ajustes que se harán en cada etapa se describen a detalle en la tabla 8. Para el espacio de trabajo se ha optado por tener un lugar ambientado con luz natural para obtener mejores resultados del escaneo. Los archivos generados fueron etiquetados con un código de 6 dígitos, los cuales quedaron de la siguiente manera, los dos primeros dígitos se refieren a la edad del participante, el siguiente dígito puede ser "M" de sexo masculino o "F" de sexo femenino, los siguientes dos dígitos se refieren al número de participante con el mismo grupo de edad y sexo, y, por último, el último dígito se refiere a si el participante es mesofacial (M), braquifacial (B) o dolicofacial (D).

Tabla 8. Parámetros recomendados para realizar el escaneo facial.

Parámetros iniciales (Scan Mode)	Parámetros/ajustes a seleccionar	realizar o	Detalles del parámetro/ajuste a realizar	Icono que lo representa
Etapa de parámetros iniciales.	"IR Mode".		En este modo de captura, se indica al escáner el uso de la luz infrarroja para la captura de datos faciales, ya que es el método recomendable por la compañía para la captura de estos datos.	
	Nuevo proyecto/ proyecto.	Continuar	En este apartado podemos seleccionar partir desde un archivo nuevo o si ya tenemos un proyecto en grupo, acceder con él. En estos proyectos se guardan los ajustes de parámetros que se usan y lo último que fue escaneado. En este caso haremos un nuevo proyecto para llevar a cabo el proceso.	
	Marcador de escáner "Portrait".		Este comando da la indicación de que se va a escanear, puede ser objetos o "retratos".	
	Seleccionar modo de alineamiento "Texture alignment".		Seleccionamos el modo de seguimiento que hará el escáner, el cual puede ser por figuras geométricas, textura o de forma híbrida.	

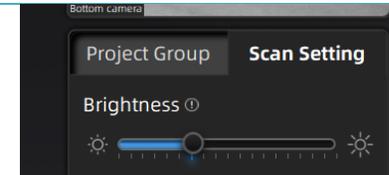
Definición a 0.2 mm.

Es la más alta definición que puede registrar el escáner.



Brillo.
Dependiendo de la luz ambiental. En este caso será necesario bajar lo más posible el brillo.

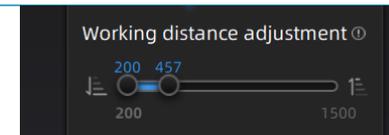
A través de este ajuste, modificaremos la cantidad de luz que detecta los sensores. El rojo en la prevista indica exceso de brillo para el sensor del equipo y debemos ajustarlo para obtener un buen resultado.



Ajustes y captura.

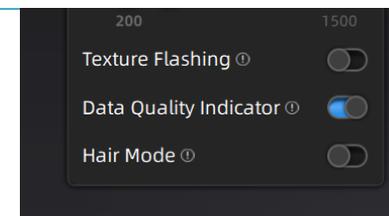
Distancia de trabajo.
En este caso se empleará una distancia estandarizada de 500 mm.

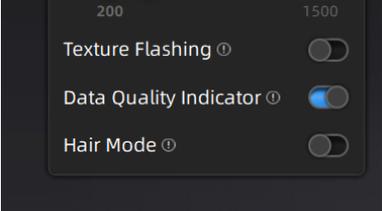
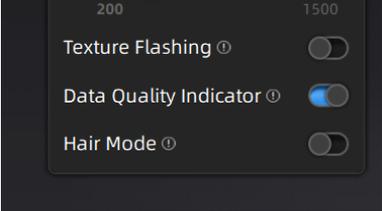
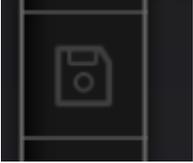
La distancia de trabajo del escáner se puede ajustar de acuerdo con el objetivo a escanear, puede ser a partir de los 400 hasta los 1,500 mm. Esta distancia se puede ajustar según el tamaño del objeto, mientras más grande sea, mayor puede ser la distancia, pero en consecuencia serán de menor calidad los detalles pequeños y viceversa con los objetos pequeños, de ahí la importancia de establecer una adecuada distancia entre el escáner y el objetivo a escanear.

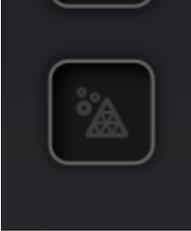
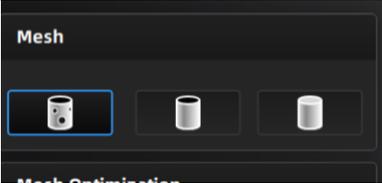
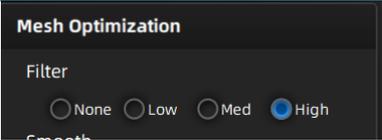


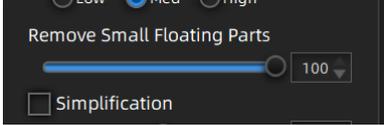
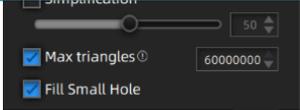
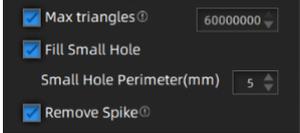
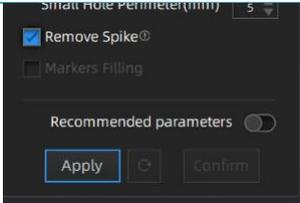
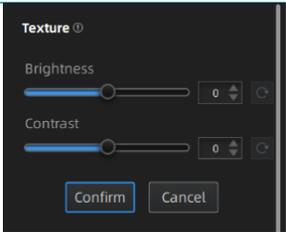
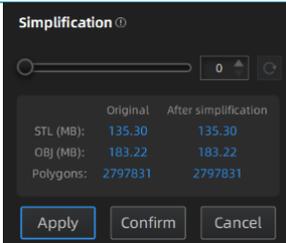
Textura por flash "apagado".

Esta función permite que la luz infrarroja se auxilie por parpadeo de luz led sobre el objeto para detectar de mejor manera la profundidad, aunque puede ser algo molesto para el participante.



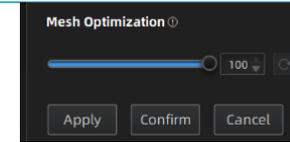
Indicador de calidad “encendido”.	Este indicador nos ayuda a verificar el proceso de captación. Esto se visualiza en 2 tonos, verde para una buena calidad y en rojo donde se necesita rectificar para mejorar el escaneo.	
Indicador de captura de cabello “encendido”.	Parámetro que se puede activar o desactivar según el objetivo a captar, aunque no sea objetivo el cabello, el escáner se desempeña mejor.	
Prevista del escaneo.	El escáner comienza a escanear para generar un modelo previo, si todo está correcto en la prevista, se procede pulsar nuevamente para iniciar el proceso de escaneo.	
Borrar escaneo.	Herramienta para realizar el borrado del escaneo hecho.	
Guardado.	En este momento se puede realizar un guardado del escaneo sin tratamiento de la malla tridimensional generada.	

	<p>Activar/ desactivar visualización de textura (sin color).</p>	<p>Se puede activar la visualización de textura para verificar que se haya realizado un escaneo de forma exitosa.</p>	
	<p>Generación de puntos y mallas.</p>	<p>Esta función es la que nos va a generar un modelo de mallas tridimensionales y necesaria para avanzar a las siguientes etapas.</p>	
	<p>Model Mesh.</p>	<p>En este apartado es el que seleccionaremos para pasar a la siguiente etapa para seguir realizando el tratamiento de la malla tridimensional.</p>	
<p>Etapa post procesado. Parte 1.</p>	<p>Diagramas de modelos líquidos a sólidos, seleccionaremos el diagrama de "Unwaterthight model".</p>	<p>Esta función le da la indicación al software si el objeto escaneado es un objeto líquido, semilíquido o sólido, esto ayuda al programa a comprender y optimizar de mejor manera el escaneo.</p>	
	<p>Filtro: Alto.</p>	<p>Es el primer filtro por el que pasará la malla tridimensional que se generó a partir del escaneo.</p>	
	<p>Alisar: Medio.</p>	<p>Nos permite alisar ya sea de forma baja, medio o alta la superficie, por el objetivo del estudio se usa en medio.</p>	

	<p>Removedor de partículas pequeñas flotantes "100%".</p>	<p>Durante el proceso de escaneo es posible que el equipo detecte pequeñas interferencias, resultando partículas flotantes en la malla, esta herramienta nos ayuda a eliminarlas.</p>													
Etapa post procesado.	<p>Máximo de triángulos</p>	<p>En esta casilla, podemos indicar al programa que utilice el número máximo de triángulos.</p>													
Etapa post procesado.	<p>Relleno de pequeños agujeros en la malla (mm): 5 mm.</p>	<p>Realiza un relleno en la malla automáticamente.</p>													
	<p>Remove Spike.</p>	<p>Remueve bordes irregulares de la malla.</p>													
Etapa post procesado. Parte 2.	<p>Textura: Brillo y contraste. No usaremos esta herramienta.</p>	<p>Como el equipo puede registrar color, en este apartado se pueden realizar ajustes de brillo y contraste que ayudan a tener una mejor percepción del color real. En este caso, no lo usaremos porque no es prioridad en estos momentos de tener registros en color real.</p>													
	<p>Simplificación: 0%.</p>	<p>Esta función a diferencia de la primera etapa del procesado de la malla realiza una compresión completa del archivo que se provee generar, pero esto al igual que la pasada función (Simplificación, Parte 1) puede afectar a la calidad de la malla generada.</p>	 <table border="1" data-bbox="1438 1258 1690 1347"> <thead> <tr> <th></th> <th>Original</th> <th>After simplification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>STL (MB):</td> <td>135.30</td> <td>135.30</td> </tr> <tr> <td>OBJ (MB):</td> <td>183.22</td> <td>183.22</td> </tr> <tr> <td>Polygons:</td> <td>2797831</td> <td>2797831</td> </tr> </tbody> </table>		Original	After simplification	STL (MB):	135.30	135.30	OBJ (MB):	183.22	183.22	Polygons:	2797831	2797831
	Original	After simplification													
STL (MB):	135.30	135.30													
OBJ (MB):	183.22	183.22													
Polygons:	2797831	2797831													

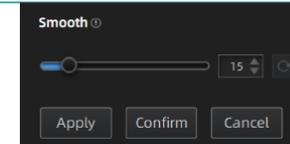
Optimización de la malla: 100%.

En esta etapa se puede volver a mejorar la malla, aunque en la etapa pasada no se haya mejorado completamente.



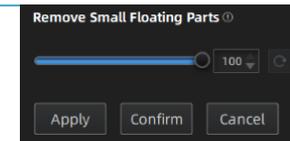
Alisar: 15%.

Esta herramienta se encuentra en esta y la etapa pasada, ayuda a alisar alguna imperfección que haya detectado el escáner, no es recomendable usar más del 20% porque se pierde micro textura.



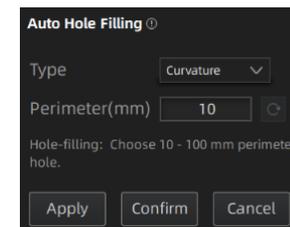
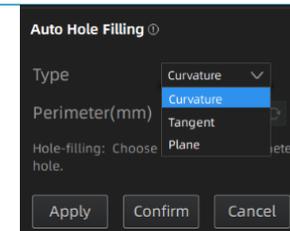
Removedor de partículas flotantes: 100%.

Nos ayuda a refinar la malla tridimensional, retirando cualquier partícula flotante que haya quedado después del tratamiento de la anterior etapa.



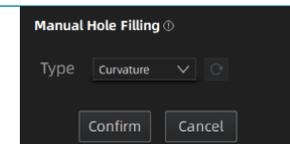
Relleno automático de agujeros.

El programa automáticamente detecta agujeros en la malla y puede rellenarlos, dependiendo del plano en el que esté, se puede seleccionar si es una curvatura, tangente o plano. Esto lo realiza en aquellos agujeros que midan desde 10 hasta 100 mm. La desventaja de esta herramienta es precisamente que no lo hace en agujeros que tienen un perímetro menor a 10 mm.



Relleno manual de agujeros.

Esta herramienta nos ayudará a rellenar agujeros en la malla menores a 10 mm, el relleno de la malla es de mínimo 5 micrómetros. Y al igual que la herramienta anterior, puede ser usada en distintas orientaciones, siendo curvaturas, tangentes o planos. Primero nos arroja un número



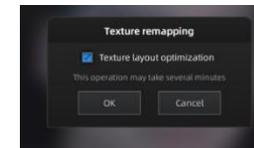
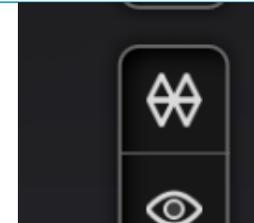
determinado de agujeros, observándose la silueta en verde. Después pulsando la tecla shift + clic sobre los agujeros se remarcan en rojo, una vez que tenemos todos los agujeros de interés seleccionados, solamente damos clic en el comando de confirmar y listo, el programa hará el relleno de estos agujeros en la malla.



Existing 7 holes, 0 holes filled

Re- mapeo de la malla.

Una vez realizado los ajustes y tratamiento de la malla, se recomienda realizar esta acción, ya que es una última optimización de la malla para su uso posterior.



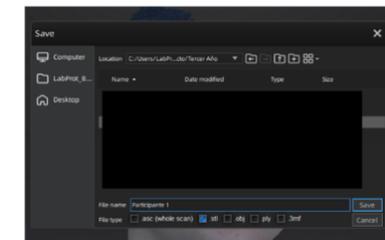
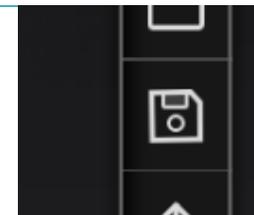
Guardado.

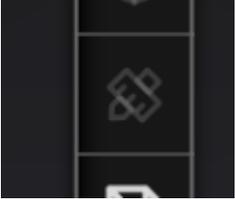
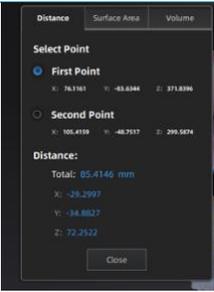
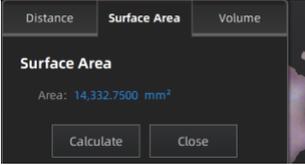
Se realizará el guardado en formato "stl", "obj" y "3mf".

Después de hacer el tratamiento a la malla tridimensional, podemos realizar el guardado del escaneo realizado, éste se puede guardar en varios formatos disponibles:

.asc
.stl
.obj
.ply
.3mf

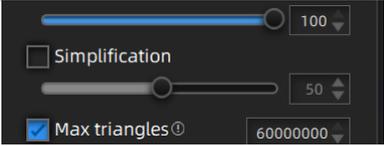
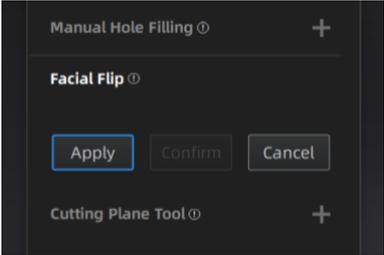
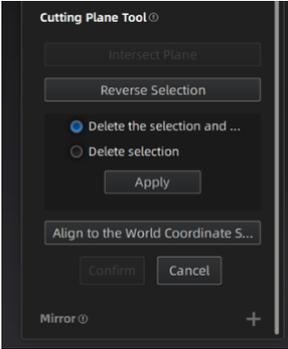
Dependiendo de la necesidad del proyecto a realizar se guarda en el formato a seleccionar.



	Medidas.	Esta función se empleará para realizar las mediciones de los participantes y se despliegan las siguientes funciones.	
Medidas (Measures).	Distancia entre 2 puntos.	Esta herramienta se usará para medir la distancia entre las diferentes referencias antropométricas descritas en la tabla 4. La manera de emplear esta herramienta es hacer clic de un punto determinado a otro punto de referencia.	
	Medición de la superficie.	Esta herramienta nos ayuda a calcular un área determinada. La forma de hacerlo es con la tecla shift + clic pulsado, se selecciona un área del cual es el objetivo por calcular.	

El software tiene otras herramientas que describimos en la tabla 9. Estas herramientas no se usarán para realizar este estudio, pero pueden ser útiles de diferentes formas, ya sea para digitalizar datos y otros.

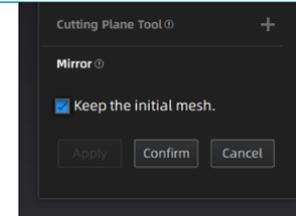
Tabla 9. Herramientas extras con las que cuenta el software.

ETAPA	PARÁMETROS/ AJUSTES A REALIZAR O SELECCIONAR	DETALLES DEL PARÁMETRO/ AJUSTE A REALIZAR	ICONO QUE LO REPRESENTA
Post procesado parte 1.	Simplificación.	Realiza un ajuste de tamaño del archivo, en este caso no es recomendable, ya que se pueden perder detalles necesarios.	
	Giro facial.	Nos ayuda a girar la malla en efecto espejo.	
Post procesado parte 2.	Herramienta de corte por plano.	Esta herramienta nos ayuda a realizar un corte de la malla, insertando un plano el cual podemos modificar el ángulo y la dirección. Este plano se inserta en la malla usando la tecla shift + 2 clics, cada uno en el extremo donde quedemos que se inserte el plano, una vez hecho esto, se inserta el plano y con el ratón se puede modificar la orientación del plano a partir de las guías. Una vez seleccionado el plano de recorte tenemos 2 opciones, una donde solo borramos la selección de la malla sin eliminar sus datos de forma permanente y la otra opción donde si borramos la selección más los datos de forma permanente.	

Espejo.

Esta herramienta ayuda a reflejar en efecto espejo a partir de la inserción del plano y puede mantenerse o quitarse la malla inicial en la que se refleja.

Para realizar esto, el plano se inserta pulsando shift + 2 clics en la dirección del plano donde se quiere reflejar, enseguida el plano realiza el reflejo y con el ratón se da la orientación deseada para después confirmar la acción.



12.4.2. Material

- Banco de 50 cm
- Polvo translúcido
- Trípode fotográfico y accesorios.

12.5. Método

12.5.1. Proceso de escaneo

1. El banco se colocó a una distancia en relación entre la distancia del escáner y del participante (450 mm) en un área con iluminación natural.
2. Se le pidió al participante que se retirara cualquier accesorio del rostro como aretes, piercings, etc. En seguida, se le colocó polvo translúcido opacador para eliminar cualquier brillo de la piel y se posicionó sobre el banco, manteniendo postura erguida de la espalda con cerrados los ojos sin esfuerzo para que los párpados se encuentren en una posición relajada y se orienta la cabeza del participante siguiendo el plano de Frankfurt.
3. Enseguida se inició el proceso de escaneo, en el que, a partir de una indicación sonora, el participante girará su cuerpo entero en un ángulo de 110 grados a su izquierda y derecha, 3 minutos, respectivamente y se verifica el resultado. En la figura 9 se representa el proceso de captura de escaneo.



Figura 9. Representación de la posición del participante en relación con el escáner y movimientos que realizará el participante. E – posición de escáner facial, P – posición de participante con sentido de dirección. (Fuente propia).

4. Una vez verificado de que es correcto el escaneo, se procedió a procesar según lo descrito en la tabla 5, a partir de la etapa de “model mesh” hasta terminar el modelo y guardarlo con la siguiente organización:
5. Se seleccionó la carpeta con el nombre “Prótesis facial”, dentro de la carpeta se selecciona la subcarpeta llamada “Participantes”.
6. Dentro de la carpeta, etiquetamos a los archivos de la siguiente forma, se emplearon 6 dígitos entre números y letras, los primeros dos dígitos es la edad del participante, el siguiente es “M” o “F” que identifica si el modelo escaneado es de un participante masculino o femenino, los siguientes dos dígitos tienen relación al número de participante que tiene el mismo grupo de edad y el último dígito se identificará como 3 posibles letras que significan a que biotipo facial corresponden, mesofacial (M), braquifacial (B) o dolicofacial (D); por ejemplo el archivo 21F04B, con esto finalizando la captura del escaneo.

12.5.2. Proceso de clasificación

Para realizar el proceso de clasificación se realizaron las mediciones correspondientes usando el mismo software controlador del escáner (EXScan), ya que posee herramientas de mediciones en el apartado “measurements”, usando las referencias descritas en la tabla 4 se realiza la clasificación de los datos obtenidos, los cuales se realizaron en una hoja de cálculo (Excel, Microsoft) en la cual se procederá a clasificar primero la nariz según su ancho y características morfológicas como lo describen las tablas 5 y 6. También se clasifica la oreja, según sus dimensiones como indica la tabla 7 y según la morfología del lóbulo. Realizadas todas las mediciones pertinentes, se recortará del mismo archivo base 3 veces, la primera para la nariz, la segunda y tercera por la oreja derecha e izquierda respectivamente. Después de haber recortado cada archivo será acomodado dentro de la carpeta correspondiente, en el caso de la nariz, por la forma correspondiente (recta, halcón, romana, chata y celeste) y con el ancho correspondiente (estrecha, mediana y ancha) y en el caso de las orejas, si es derecha o izquierda y por la forma del lóbulo (redondo, cuadrado y triangular).

13. Resultados

En total se contó con la participación de 119 alumnos de la licenciatura en Odontología de la ENES UNAM León, de los cuales, aplicando los criterios de inclusión y exclusión, resultó en total una muestra de 103 participantes, de los cuales 37 pertenecen al sexo masculino y 66 al sexo femenino como se observa en la figura 10, la edad mediana de los participantes fue de 22 años como se observa en la gráfica (figura 11).

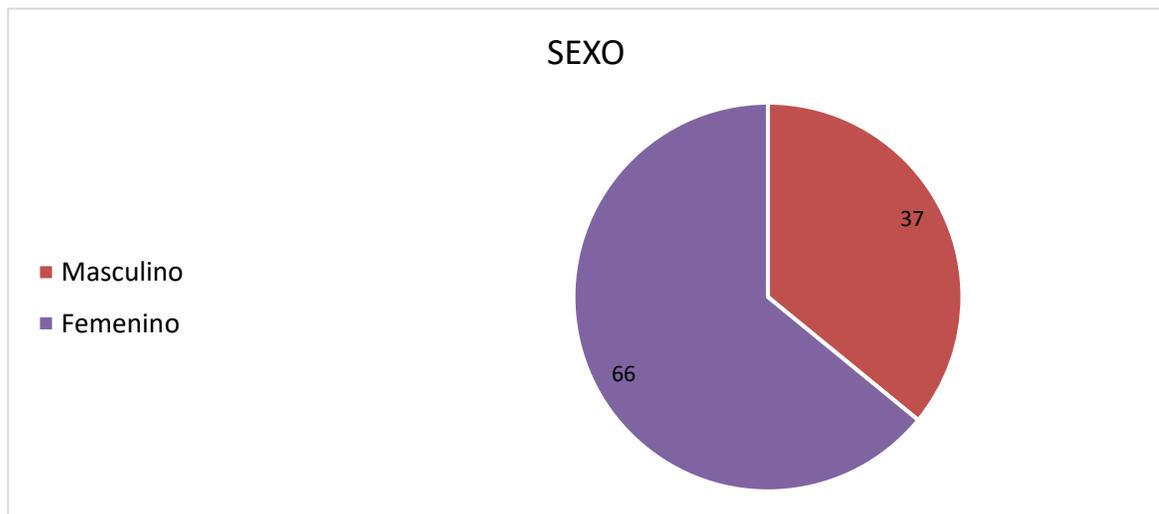


Figura 10. Grupos de edades de los participantes. (Fuente propia).

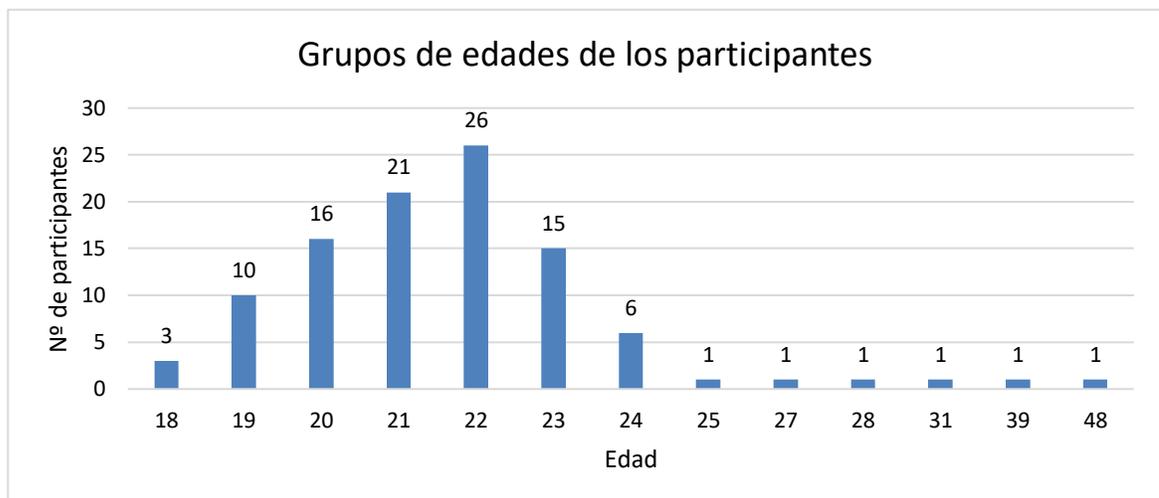


Figura 11. Sexo biológico de los participantes. (Fuente propia).

Los biotipos faciales que predominaron entre los participantes fueron el braquifacial y el dolicofacial, cada uno con 38 participantes y en menor medida el mesofacial (Figura 12).

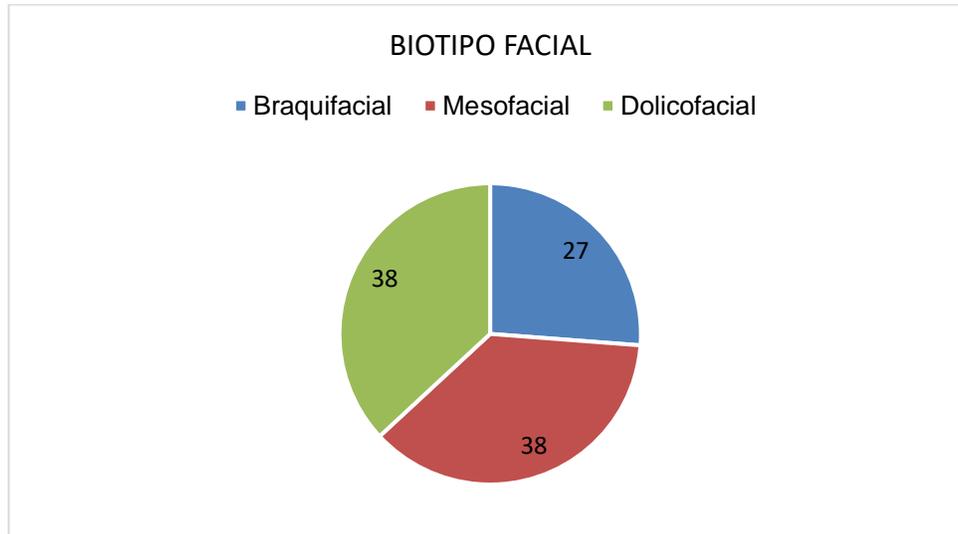


Figura 12. Biotipos faciales entre los participantes. (Fuente propia).

13.1. Morfología de la nariz y su clasificación por ancho

De los 103 modelos obtenidos de narices, se registraron 45 modelos de morfología “recta”, 13 modelos de morfología “romana”, 30 modelos de morfología de “halcón”, 9 modelos de morfología “chata” y 6 modelos de morfología celeste, como se muestra en la gráfica de la (figura 14). Estos modelos obtenidos fueron subclasificados de acuerdo con el ancho inter alar de la nariz en 3 tamaños, estrecha, mediana y ancha, y se dividieron entre el sexo masculino y femenino.

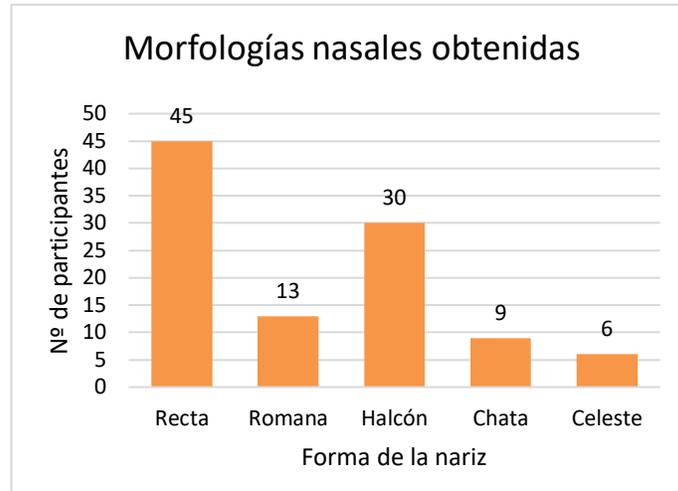


Figura 13. Total, de morfologías nasales registradas entre ambos sexos. (Fuente propia).

De los participantes femeninos, se obtuvieron 21 modelos de nariz recta, 4 modelos de nariz estrecha, de nariz mediana y 2 modelos de nariz ancha, de la morfología romana, se obtuvieron 7 modelos de nariz estrecha, 1 de nariz mediana y 1 de nariz ancha, de la morfología de “halcón” se obtuvieron 14 modelos de nariz estrecha, 1 de nariz mediana y 1 de nariz ancha, de la morfología “chata” se obtuvieron 6 modelos de nariz estrecha y 3 de nariz mediana, por último, de la morfología celeste se obtuvieron 5 modelos de nariz estrecha.

De los participantes de sexo masculino: de nariz recta se obtuvo 1 modelo de nariz estrecha, 8 modelos de nariz mediana y 9 modelos de nariz ancha, de la morfología romana se obtuvo 1 modelo de nariz estrecha y 3 modelos de nariz ancha, de la morfología de halcón se obtuvo 1 modelo de nariz estrecha, 4 modelos de nariz mediana y 9 modelos de nariz ancha, de la morfología celeste se obtuvo 1 modelo de nariz estrecha (figura 14).

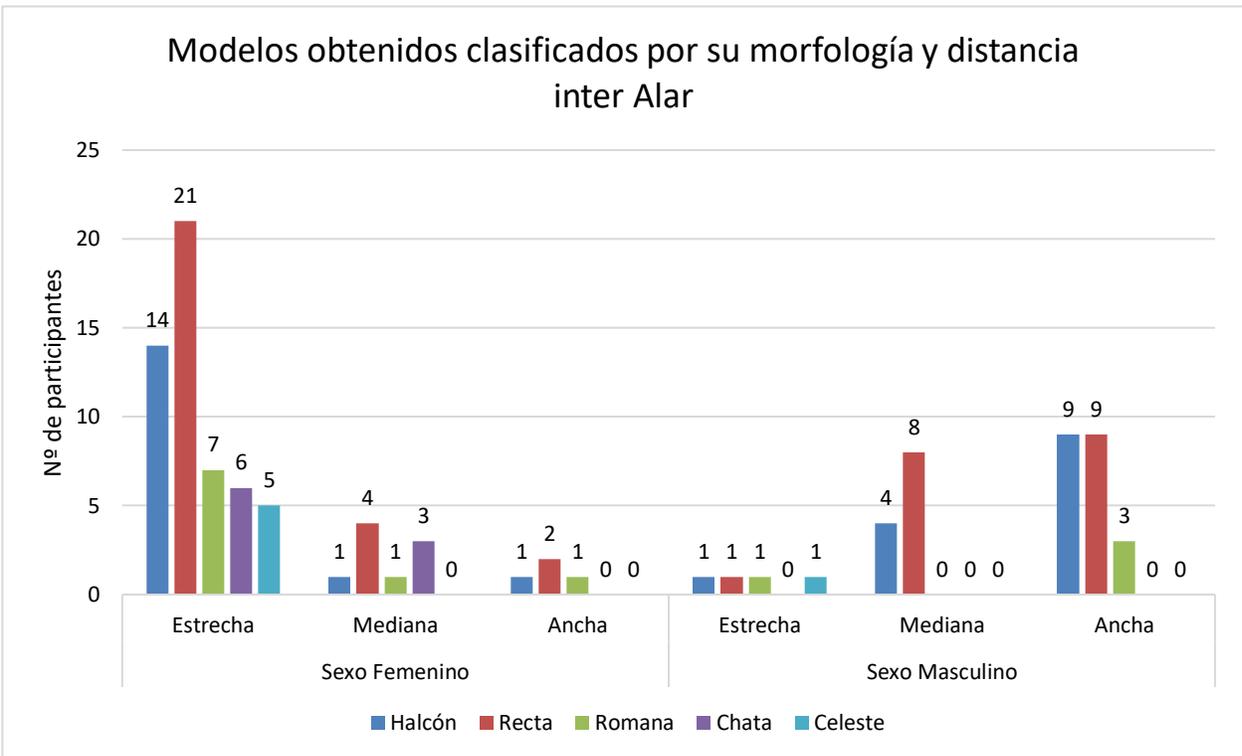


Figura 14. Modelos obtenidos, clasificados por su morfología y distancia inter alar (ancho). (Fuente propia).

13.2. Clasificación de la oreja

Se obtuvieron 103 modelos de pares de orejas, clasificados según el lóbulo presente de cada participante, 40 pares fueron triangulares, 35 cuadrados y 28 redondos, como se representa en la gráfica de la figura 15 entre ambos sexos. También se dividió el resultado entre los sexos registrados, para el sexo femenino se obtuvieron 22 modelos de orejas con lóbulo cuadrado, 20 modelos de orejas con lóbulos redondos y 24 modelos de orejas con lóbulos triangulares; para el sexo masculino se obtuvieron 13 modelos de orejas con lóbulo cuadrado, 8 modelos de orejas con lóbulo redondo y 16 modelos de oreja con lóbulo triangular como se representa en la gráfica de la figura 16.

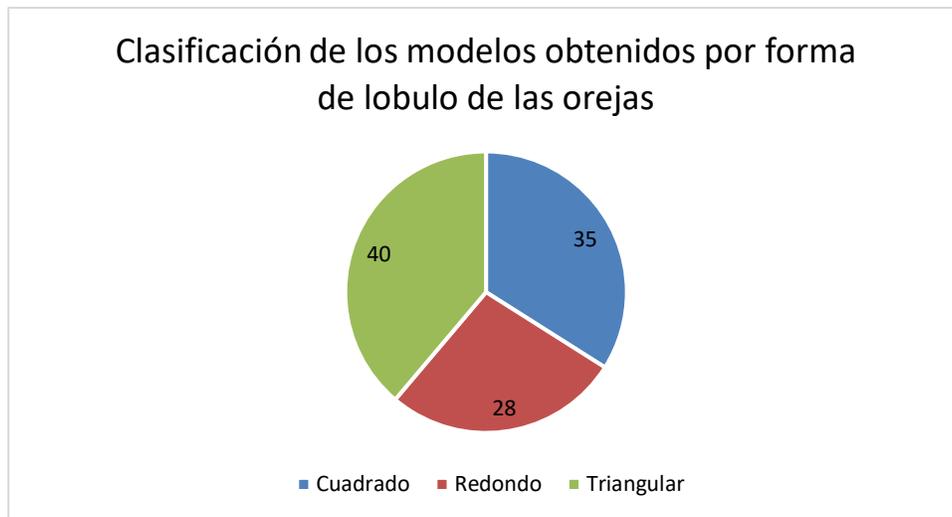


Figura 15. Clasificación de la oreja por forma del lóbulo. (Fuente propia).

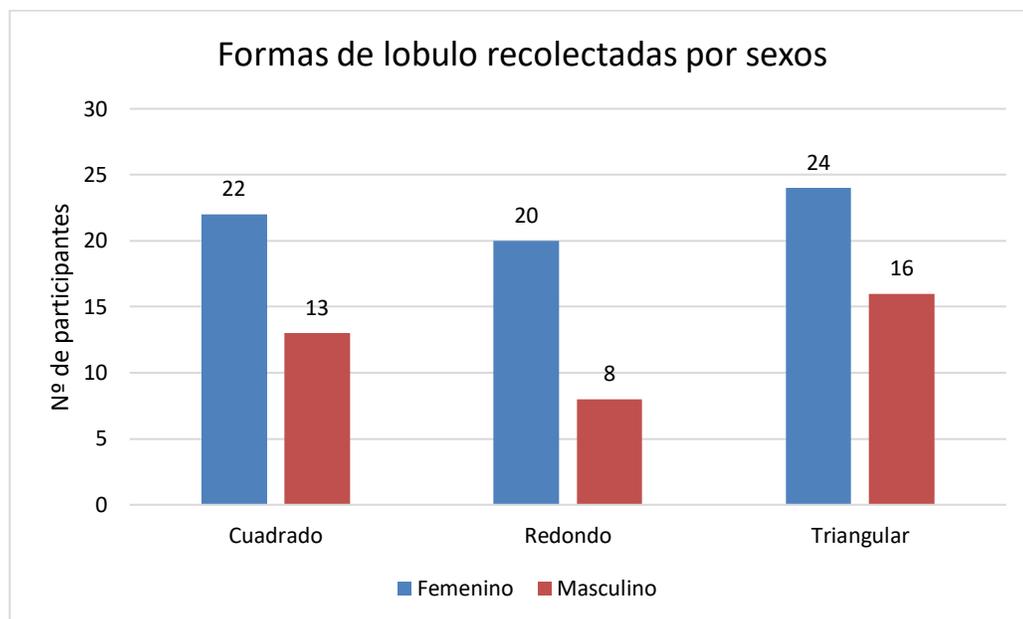


Figura 16. Clasificación de lóbulos de la oreja por forma y sexo. (Fuente propia).

La mediana de la altura fue de 62.24 milímetros para la oreja derecha, 62 milímetros para la izquierda, mientras que el ancho en la derecha fue de 32.81 milímetros y 32.78 milímetros. En lo que respecta a la altura y ancho de los lóbulos de las orejas derecha e izquierda fue lo siguiente, mediana de 18.86 milímetros para la oreja derecha y 19.16 milímetros para la oreja izquierda; para el ancho

del lóbulo derecho fue de 19.69 milímetros mientras que el lóbulo de la oreja izquierda fue de 20 milímetros (Tabla 10).

Tabla 10. Medidas medias que se obtuvieron a partir del registro empleado. (Fuente propia).

MEDIDAS MEDIAS DE OREJAS (MM)				
Parámetro	Femenino		Masculino	
	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
Altura total de la oreja	61.97	61.72	62.24	62
Ancho de la oreja	32.73	32.76	32.81	32.78
Altura del lóbulo	18.76	19	18.86	19.165
Ancho del lóbulo	19.32	19.73	19.69	20

14. Discusión

El escáner empleado fue efectivo para registrar mediciones antropométricas y generar modelos tridimensionales para crear un catálogo digital con narices y orejas. Dentro de las complicaciones encontradas está, la necesidad de un espacio definido para colocar el escáner y los aditamentos de soporte, con ello también se podría controlar aún más la iluminación empleada durante el escaneo. Así mismo, considerar siempre la aplicación de maquillaje de tipo polvo translúcido para la eliminación de cualquier brillo presente en la piel, ya que puede afectar a la malla digital generada por el escáner y su software controlador. El resultado obtenido concuerda con lo redactado por Nariño y colaboradores (2016), en el cual plantea el uso de diferentes equipos como los escáneres que funcionan con láser, infrarrojo y luz estructurada, para realizar antropometría digital 3D con sus respectivas ventajas y desventajas, como el menor tiempo empleado con el participante, la precisión de los diferentes equipos, la disposición de un espacio adecuado para realizar esta actividad, pudiendo así controlar factores externos como la iluminación y el brillo de la piel, ya que el escáner empleado en esta investigación puede usarse para realizar antropometría indirecta. (2). Por lo general, los escáneres faciales tienen su software controlador para su correcto manejo, y si no contamos con todos los equipos, no hay una forma clara de poder comparar el resultado obtenido de cada uno, ya que la evidencia en cuanto al empleo de las distintas marcas del mercado es nula.

El software controlador del escáner de mano puede usarse para recortar y editar los modelos escaneados, además se puede usar para la clasificación por referencias antropométricas digitales, características cualitativas y cuantitativas desarrolladas en este estudio. Este resultado concuerda con lo expuesto por Kukharev y colaboradores (2020), el cual menciona las distintas aplicaciones que se le pueden dar a los modelos faciales digitales obtenidos de personas, a partir del análisis del conjunto de características cualitativas y cuantitativas, como análisis estéticos, aplicación dentro de la psicología y en medicina para el desarrollo de tratamientos protésicos que lo requieran, incluso estudios sobre genoma. (5). En este estudio pudimos clasificar por distintas morfologías y mediciones de referencias antropométricas a los participantes y se comprobó que pueden ser

empleadas las referencias antropométricas digitales presentadas por Jayaratne y colaboradores (2014). (15).

15. Conclusión

El escáner de mano puede usarse para crear modelos tridimensionales, que pueden usarse de forma libre o sin restricción (código abierto) en otros softwares para modelar y diseñar lo que se tenga planeado elaborar. El software controlador del escáner nos brinda herramientas que pueden usarse para hacer mediciones correspondientes entre referencias antropométricas, como el recorte y seccionado de la malla, permitiendo crear modelos de zonas específicas. El equipo puede seguir empleando para generar antropometría digital indirecta, con varios beneficios para los participantes como lo es el menor tiempo necesario para registrarlo a comparación del método tradicional, ya que permite retomarlo cuando se necesite revisar dicha información.

Por último, conociendo bien el equipo con sus ventajas y limitaciones, nos ayudó a establecer un protocolo adecuado para seguir ampliando el catálogo generado, pues mientras más amplio sea y más datos se tengan, se puede desarrollar una herramienta de redes neuronales convolucionales preseleccionando un modelo que sea compatible según el caso que se presente, ahorrando así tiempos de trabajo.

16. Referencias

1. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.7 en línea]. 2023 [cited 2024 Dec 17]. ANTROPOMETRÍA. Available from: <https://dle.rae.es/antropometr%C3%ADa>
2. Nariño R, Alonso A, Hernández A. ANTROPOMETRÍA. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS PARA LA CAPTACIÓN DE LAS DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS. Revista EIA [Internet]. 2016 [cited 2023 Apr 16];13(26):47–59. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372016000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=es
3. Ávila R, Prado L Roselia, González E Luz. Dimensiones antropométricas de población latinoamericana. Segunda edición. Guadalajara: Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, División de Tecnología y Procesos, Departamento de Producción y Desarrollo, Centro de Investigaciones en Ergonomía; 2007. 280 p.
4. Marro A, Bandukwala T, Mak W. Three-Dimensional Printing and Medical Imaging: A Review of the Methods and Applications. *Curr Probl Diagn Radiol*. 2016 Jan 1;45(1):2–9.
5. Kukharev GA, Kaziyeva N. Digital Facial Anthropometry: Application and Implementation. *Pattern Recognition and Image Analysis*. 2020 Jul 1;30(3):496–511.
6. Nuseir A, Hatamleh M, Alnazzawi A, Al-Rabab'ah M, Kamel B, Jaradat E. Direct 3D Printing of Flexible Nasal Prosthesis: Optimized Digital Workflow from Scan to Fit. *Journal of Prosthodontics*. 2019 Jan 1;28(1):10–4.
7. Farook TH, Jamayet NB, Abdullah JY, Rajion ZA, Alam MK. A systematic review of the computerized tools and digital techniques applied to fabricate nasal, auricular, orbital, and ocular prostheses for facial defect rehabilitation. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg* [Internet].

2020 Jun 1 [cited 2023 Aug 6];121(3):268–77. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2468785519302265>

8. Paternoster L, Zhurov AI, Toma AM, Kemp JP, St. Pourcain B, Timpson NJ, et al. Genome-wide association study of three-dimensional facial morphology identifies a variant in PAX3 associated with nasion position. *Am J Hum Genet.* 2012 Mar 9;90(3):478–85.
9. Farinola MG, Bortz JE. Anthropometry and its meaning in 19th century European science. *Rev Argent Antropol Biol.* 2023;25(2).
10. Farkas L. Accuracy of Anthropometric Measurements: Past, Present, and Future. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal.* 1996 Jun; 33:10–22.
11. Hernández O, Vargas MaDLL, Ruiz H. Valoración directa de las características antropométricas craneofaciales de la población del estado de Michoacán, México. [Morelia, Michoacán]: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; 2011.
12. Blanco F. El arte en la medicina: Las proporciones divinas. 2004 Apr;150–6.
13. Harris B. Health, Height, and History: An overview of recent developments in Anthropometric History [Internet]. 1994. Available from: <http://shm.oxfordjournals.org/>
14. Baltasvias EP. A comparison between photogrammetry and laser scanning. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing.* 1999 Jul 1;54(2–3):83–94.
15. Jayaratne YSN, Zwahlen RA. Application of Digital Anthropometry for Craniofacial Assessment. *Craniomaxillofac Trauma Reconstr.* 2014 Jun;7(2):101–7.
16. De Caxias FP, Dos Santos DM, Bannwart LC, De Moraes Melo Neto CL, Goiato MC. Classification, History, and Future Prospects of Maxillofacial Prosthesis. Vol. 2019, *International Journal of Dentistry.* Hindawi Limited; 2019.
17. Arias JD, Casquete DO, Garzón JE, Rodríguez LS. ESTADO DEL ARTE DE LA REHABILITACIÓN MAXILOFACIAL EN LATINOAMERICA. REVISIÓN TEMÁTICA [Universidad]. [Bogota]: El bosque; 2022.
18. The glossary of prosthodontic terms. *J Prosthet Dent.* 1994 Jan 1;71(1):41.
19. Ackerman AJ. The prosthetic management of oral and facial defects following cancer surgery. *J Prosthet Dent.* 1955 May 1;5(3):413–32.

20. Beumer J, Marunick MT, Esposito SJ. Prosthodontic and Surgical Management of Cancer-Related, Acquired, and Congenital Defects of the Head and Neck. In: Maxillofacial Rehabilitation. 2011. p. 270–6.
21. Suresh N, Janakiram C, Nayar S, Krishnapriya VN, Mathew A. Effectiveness of digital data acquisition technologies in the fabrication of maxillofacial prostheses – A systematic review. Vol. 12, Journal of Oral Biology and Craniofacial Research. Elsevier B.V.; 2022. p. 208–15.
22. Dias L de O, Ribeiro VMS, Haddad MF. Pigmentação em Prótese Maxilofacial - Revisão de Literatura. ARCHIVES OF HEALTH INVESTIGATION. 2023 Jan 24;12(1):126–33.
23. Gutiérrez OA. Key points in the rehabilitation with auricle prosthetic. Vol. 39. 2011.
24. Palousek D, Rosicky J, Koutny D. Use of digital technologies for nasal prosthesis manufacturing. Prosthet Orthot Int. 2014;38(2):171–5.
25. Tukmachi M, Abdulameer HM, Tukmachi MS. Nasal Prosthesis Fabrication using Rapid Prototyping and 3D Printing (A Case Study) Evaluation of incorporating nano zirconium oxide addition on some properties of RTV maxillofacial silicone elastomer View project Nasal Prosthesis Fabrication using Rapid Prototyping and 3D Printing (A Case Study). 2017; Available from: www.ijirset.com
26. Elbashti M, Sumita Y, Kelimu S, Aswehlee A, Awuti S, Hattori M, et al. Application of Digital Technologies in Maxillofacial Prosthetics Literature: A 10-Year Observation of Five Selected Prosthodontics Journals. Int J Prosthodont. 2018 Jan;32(1):45–50.
27. Coelho M, Vedovatto E, Quinelli J, Matida M, Humberto G, Falcón R, et al. Técnicas de confección de prótesis faciales [Internet]. Vol. 46, Revista Cubana de Estomatología. 2009. Available from: <http://scielo.sld.cu>
28. Fantini M, De Crescenzo F, Ciocca L. Design and Rapid Manufacturing of anatomical prosthesis for facial rehabilitation. International Journal on Interactive Design and Manufacturing. 2013 Feb 1;7(1):51–62.
29. Deopa D, Thakkar HK, Prakash C, Niranjana R, Barua MP. Anthropometric measurements of external ear of medical students in Uttarakhand region. J Anat Soc India. 2013;62(1):79–83.

30. Reitemeier B, Götzl B, Schöne C, Stockmann F, Müller R, Lexmann J, et al. Creation and utilization of a digital database for nasal prosthesis models. *Onkologie*. 2013 Feb;36(1–2):7–11.
31. Ciocca L, De Crescenzo F, Fantini M, Scotti R. CAD/CAM bilateral ear prostheses construction for Treacher Collins syndrome patients using laser scanning and rapid prototyping. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*. 2010 Oct 20;13(3):379–86.
32. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.7 en línea]. 2023 [cited 2024 Feb 18]. Sexo. Available from: <https://dle.rae.es/sexo>
33. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.7 en línea]. 2023 [cited 2024 Feb 18]. Edad. Available from: <https://dle.rae.es/edad?m=form>
34. Cerda B, Schulz R, López J, Romo F. Parámetros cefalométricos para determinar biotipo facial en adultos chilenos. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral* [Internet]. 2019 Mar [cited 2023 Aug 20];12(1):8–11. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-01072019000100008&lng=en&nrm=iso&tlng=en
35. Fuente del Campo A, Lesta-Compagnucci L, Gea González M. El lóbulo de la oreja: características, alteraciones y envejecimiento [Internet]. Vol. 25. 2015. Available from: www.medigraphic.com/cirugiaplasticawww.medigraphic.org.mxwww.medigraphic.org.mx
36. Gutiérrez A, Estrada C, Hamilton B. Desarrollo antropométrico del pabellón auricular. Estudio piloto en Bogotá. D.C, Colombia [Internet]. Vol. 46. 2018. Available from: www.revista.acorl.org

17. Anexos

16.1. Consentimiento informado

Escuela Nacional de Estudios Superiores de la UNAM Unidad León

NOMBRE DEL RESPONSABLE

Sr./Sra. _____, de _____ años.

El presente estudio llamado “Creación de catalogo digital de código abierto, para el diseño y confección de prótesis maxilofaciales” tiene el propósito de recolección de datos antropométricos 3D en específico de oreja y nariz con el objetivo de ser usados para el diseño y modelaje digital para la rehabilitación de pacientes con deformaciones craneofaciales.

Las personas que participarán son jóvenes adultos a partir de 18 años de ambos sexos, sin deformaciones craneofaciales, que habiten en el estado de Guanajuato, México. Esta participación es voluntaria y en cualquier momento el participante tiene derecho a retirarse cuando así lo decida. La forma en que se llevará el estudio es la siguiente:

El registro antropométrico indirecto de la cabeza y cuello se realizará mediante un escáner de mano de luz estructurada y luz infrarroja, junto con un equipo de cómputo. Después en un programa de uso libre se recortarán y eliminarán los datos que no solicitamos, generando un catálogo digital. Todos los archivos generados se correlacionarán con una base de datos personales, para identificar cada archivo correspondiente. Estos datos se almacenarán localmente en discos internos/ externos, que se resguardarán seguramente. Los datos personales que se recopilarán son el nombre completo, dirección, número de teléfono, nombre de algún familiar y número de celular.

Manifiesto que he leído y entendido la hoja de información que se me ha entregado, que he hecho las preguntas que me surgieron sobre el proyecto y he recibido información suficiente sobre el mismo. Comprendo que mi participación es totalmente voluntaria, que puedo retirarme del estudio cuando quiera sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Presto libremente mi conformidad para participar en el proyecto de investigación titulado “*Creación de un catálogo digital de código abierto, para el diseño y confección de prótesis maxilofaciales*”.

También he sido informado/a de que mis datos personales serán protegidos e incluidos en una base de datos que deberá estar sometida y con las garantías de la ley general de salud (DOF 12-07-2018).

Tomando ello en consideración, **otorgo** mi **consentimiento** para cubrir los objetivos especificados en el proyecto.

León, Guanajuato. A ____ de _____ del 202_

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA

16.2. Aviso de privacidad

Escuela Nacional de Estudios Superiores de la UNAM Unidad León.

Ficha de identificación del responsable: Nombre, correo electrónico, núm. de teléfono, domicilio físico.

La finalidad de este procedimiento es la de obtener un catálogo digital de datos antropométricos 3D de nariz y oreja, mismos que servirán para la rehabilitación de pacientes con alguna deformidad craneofacial. Para ello se llevará un registro mediante un escáner de mano, de luz infrarroja y estructurada, y con un equipo de cómputo.

Los datos personales que también se van a recopilar son:

- Nombre completo
- Dirección
- Número telefónico
- Nombre de algún familiar y su número de celular.

Este conjunto de datos solo será usado para tener el registro de las personas que participaron dentro del estudio para poder desarrollar el catálogo y será usado exclusivamente por la Escuela Nacional de Estudios Superiores de la UNAM Unidad León para la rehabilitación de pacientes con deformaciones craneofaciales.

Siguiendo la normativa de los derechos que los titulares de datos personales, tiene derecho a acceder, rectificar, cancelar u oponerse al tratamiento de sus datos de manera voluntaria. La forma para realizar cualquier actividad mencionada deberá ponerse en contacto con el responsable del programa para realizar dichos cambios.

Para la revocación del consentimiento informado o aviso de privacidad, se deberá solicitar el formato al responsable y llenarlo de forma adecuada, sin tachones, ni rallones, que sea legible y con tinta azul.

Este aviso de privacidad puede modificarse si es necesario en el futuro, cualquier aclaración se informará mediante aviso por algún dato recopilado.

FECHA _____ León, Guanajuato.

NOMBRE Y FIRMA

16.3. Recolección de datos para el presente estudio

Recolección de datos para la clasificación de los modelos obtenidos de nariz y orejas.																				
N.º de participante	Etiqueta de archivos	Edad	Sexo	Biotipo facial	Distancias entre referencias antropométricas craneofaciales en milímetros (mm).												Clasificación de la nariz de acuerdo con el ancho (mm) y forma de la nariz: estrecha (<36.4), mediana (36.4-38.4) y ancha (>38.4).		Clasificación del lóbulo de la oreja, según su forma.	
					Nariz				Oreja Derecha				Oreja Izquierda				Ancho de la nariz	Forma		Lóbulos
					n-prn	n-sn	prn-sn	al-al	sa-sba	sab-t	rh-pdpa	obi-pdobi	sa-sba2	sab-t3	rh-pdpa4	obi-pdobi5				
1	20M01M	20	Masculino	Mesofacial	40.08	50.48	18.96	42.70	62.52	16.72	44.25	23.51	64.62	18.23	32.90	24.80	Ancha	Halcón	Triangular	
2	18F01M	18	Femenino	Mesofacial	40.22	48.92	18.09	32.73	57.26	15.41	36.73	27.70	55.24	14.81	35.00	27.74	Estrecha	Romana	Triangular	
3	19F01M	19	Femenino	Mesofacial	48.46	49.50	19.52	40.46	61.57	24.25	34.55	21.63	58.31	22.44	32.37	24.53	Ancha	Recta	Redondo	
4	19F02M	19	Femenino	Mesofacial	42.62	49.13	16.81	30.29	60.60	17.85	31.25	20.00	59.96	17.89	31.16	21.90	Estrecha	Halcón	Redondo	
5	19F03B	19	Femenino	Braquifacial	36.33	48.24	18.58	36.53	67.34	20.39	32.29	21.97	67.42	23.15	34.46	24.02	Mediana	Chata	Cuadrado	
6	20F01M	20	Femenino	Mesofacial	42.45	48.80	14.50	32.81	55.41	15.12	30.70	24.33	53.50	15.69	29.00	24.82	Estrecha	Romana	Redondo	
7	20F02D	20	Femenino	Dolicofacial	46.35	49.57	13.37	32.75	62.78	24.94	31.45	26.00	24.32	25.64	33.87	27.10	Estrecha	Recta	Redondo	
8	20F03M	20	Femenino	Mesofacial	46.85	48.96	15.21	34.00	63.00	17.97	35.57	20.40	65.00	20.69	31.27	20.70	Estrecha	Recta	Triangular	
9	18M01D	18	Masculino	Dolicofacial	46.87	49.64	20.60	41.67	65.69	20.85	35.00	13.79	65.00	21.88	33.96	11.96	Ancha	Recta	Triangular	
10	19F04D	19	Femenino	Dolicofacial	49.30	56.79	18.00	35.54	61.41	18.00	28.19	22.10	61.47	17.66	26.30	18.22	Estrecha	Recta	Cuadrado	
11	19F05D	19	Femenino	Dolicofacial	44.60	49.51	14.24	39.97	58.29	13.86	27.91	20.30	60.48	14.53	26.23	17.48	Ancha	Romana	Cuadrado	
12	19F06D	19	Femenino	Dolicofacial	45.61	50.84	17.35	36.00	65.75	20.00	32.52	18.75	66.00	19.33	32.36	20.24	Estrecha	Halcón	Redondo	
13	20F04M	20	Femenino	Mesofacial	49.95	58.14	17.57	32.80	56.84	19.57	30.34	15.00	55.80	19.80	30.11	18.00	Estrecha	Celeste	Triangular	
14	19F07M	19	Femenino	Mesofacial	47.16	50.73	14.52	31.78	60.52	16.00	34.15	13.81	60.96	17.48	30.58	15.68	Estrecha	Recta	Redondo	
15	19F08M	19	Femenino	Mesofacial	48.12	50.39	20.11	40.00	59.81	17.43	29.24	20.50	60.71	18.63	29.23	19.26	Ancha	Halcón	Triangular	
16	18F02B	18	Femenino	Braquifacial	48.39	53.93	13.60	34.40	63.28	20.11	32.48	16.81	61.87	19.51	29.49	18.33	Estrecha	Halcón	Cuadrado	
17	21F01D	21	Femenino	Dolicofacial	50.17	56.65	14.00	31.00	62.74	20.20	34.41	17.00	64.43	20.97	33.64	20.86	Estrecha	Recta	Cuadrado	
18	22M01B	22	Masculino	Braquifacial	48.71	53.03	14.43	34.96	58.88	16.36	34.67	18.15	60.26	16.71	32.49	17.69	Estrecha	Recta	Redondo	
19	22M02B	22	Masculino	Braquifacial	50.61	53.64	13.18	44.65	61.96	21.58	29.73	21.61	62.79	20.67	34.00	20.00	Ancha	Halcón	Cuadrado	
20	23F01D	23	Femenino	Dolicofacial	41.72	47.86	18.90	36.25	62.24	17.29	31.96	26.28	63.75	18.49	31.24	25.49	Estrecha	Recta	Triangular	
21	23F02M	23	Femenino	Mesofacial	39.00	46.68	16.95	34.17	66.30	21.00	32.15	24.79	65.62	20.27	32.99	26.60	Estrecha	Romana	Redondo	
22	23F03M	23	Femenino	Mesofacial	41.63	47.54	18.60	36.09	67.63	26.03	30.78	21.97	65.89	25.12	32.24	23.80	Estrecha	Romana	Redondo	

23	21F02B	21	Femenino	Braquifacial	49.70	52.19	14.00	33.39	61.12	19.57	27.79	18.87	58.42	18.87	30.83	16.56	Estrecha	Recta	Triangular
24	20F05D	20	Femenino	Dolicofacial	45.43	52.17	13.00	37.30	59.08	13.23	31.48	12.33	59.84	15.23	30.48	14.16	Mediana	Recta	Triangular
25	20F06M	20	Femenino	Mesofacial	40.00	44.38	11.83	29.51	57.90	15.85	29.73	11.62	58.41	15.55	28.21	11.92	Estrecha	Celeste	Triangular
26	20M02M	20	Masculino	Mesofacial	43.17	50.61	13.89	34.34	61.49	16.44	33.11	16.01	61.57	16.88	32.61	19.47	Mediana	Recta	Cuadrado
27	19F09M	19	Femenino	Mesofacial	47.52	47.58	12.96	36.93	56.60	16.00	31.47	11.10	52.09	14.67	29.87	11.31	Mediana	Chata	Triangular
28	24M01M	24	Masculino	Mesofacial	49.46	51.15	11.32	36.61	62.31	17.11	31.77	16.44	65.59	18.23	34.50	13.18	Mediana	Recta	Triangular
29	22M02M	22	Masculino	Mesofacial	46.70	54.52	12.33	34.94	63.24	18.29	31.70	11.00	63.49	16.70	32.10	11.22	Estrecha	Celeste	Triangular
30	19F10M	19	Femenino	Mesofacial	51.00	53.72	15.82	31.64	56.63	16.50	27.36	11.70	56.73	16.27	28.84	14.00	Estrecha	Recta	Redondo
31	21M01D	21	Masculino	Dolicofacial	56.00	61.05	13.46	39.52	66.57	19.50	34.60	15.19	64.95	19.00	36.00	14.00	Ancha	Halcón	Triangular
32	20F07D	20	Femenino	Dolicofacial	47.69	53.11	13.90	35.05	58.46	16.74	32.70	13.86	60.12	16.14	31.91	11.25	Estrecha	Romana	Triangular
33	48F01D	48	Femenino	Dolicofacial	49.73	56.41	16.10	32.21	64.73	16.96	27.37	16.94	67.28	17.20	36.24	16.31	Estrecha	Recta	Cuadrado
34	21F03B	21	Femenino	Braquifacial	54.00	56.20	10.90	30.80	51.14	16.91	31.61	16.54	51.40	16.28	30.46	15.95	Estrecha	Halcón	Triangular
35	24M02B	24	Masculino	Braquifacial	51.62	58.00	19.00	41.49	61.31	12.31	29.75	17.11	62.00	12.30	31.25	17.00	Ancha	Recta	Cuadrado
36	20F08D	20	Femenino	Dolicofacial	46.67	55.51	14.67	30.72	54.62	11.41	31.00	12.40	55.17	11.23	28.98	12.36	Estrecha	Celeste	Triangular
37	22M04M	22	Masculino	Mesofacial	41.34	51.39	20.63	37.60	65.90	22.50	34.27	22.35	67.32	22.60	33.25	23.80	Mediana	Halcón	Triangular
38	20F09B	20	Femenino	Braquifacial	40.11	51.81	20.93	36.28	57.82	24.76	33.47	23.91	59.38	28.00	32.96	23.57	Estrecha	Halcón	Triangular
39	22F01D	22	Femenino	Dolicofacial	49.86	55.17	12.89	34.12	60.33	26.18	31.45	22.40	61.00	25.97	31.78	20.22	Estrecha	Chata	Cuadrado
40	21F04M	21	Femenino	Mesofacial	49.15	55.64	19.65	37.20	62.98	25.72	32.95	24.87	63.08	24.84	33.00	22.97	Mediana	Romana	Cuadrado
41	24F01B	24	Femenino	Braquifacial	39.00	47.65	20.23	37.33	61.05	25.58	34.60	26.00	61.00	26.68	34.00	25.60	Mediana	Chata	Redondo
42	21M02D	21	Masculino	Dolicofacial	39.80	45.81	17.20	36.67	60.83	15.54	33.54	23.79	60.63	16.27	26.82	25.50	Mediana	Halcón	Triangular
43	21F05B	21	Femenino	Braquifacial	47.21	52.12	13.71	34.43	51.10	14.28	33.36	15.90	47.85	14.00	33.10	14.98	Estrecha	Romana	Cuadrado
44	21M03D	21	Masculino	Dolicofacial	53.12	59.35	24.02	41.22	80.00	29.20	43.91	31.98	79.48	28.58	43.44	35.33	Ancha	Halcón	Cuadrado
45	22F02B	22	Femenino	Braquifacial	38.12	49.60	21.35	32.66	60.65	17.76	32.91	21.13	61.79	18.90	31.80	24.00	Estrecha	Chata	Redondo
46	22M05M	22	Masculino	Mesofacial	42.61	53.10	19.00	37.26	64.30	23.00	35.00	22.90	61.00	21.85	34.10	23.60	Mediana	Recta	Triangular
47	21M04D	21	Masculino	Dolicofacial	46.28	55.90	20.40	37.55	62.60	21.40	34.41	22.42	66.00	22.40	33.90	24.90	Mediana	Recta	Triangular
48	23M01B	23	Masculino	Braquifacial	48.60	55.60	18.25	40.39	65.68	28.57	38.40	26.90	70.00	27.00	32.65	27.40	Ancha	Halcón	Redondo
49	24F02D	24	Femenino	Dolicofacial	38.00	51.00	21.40	34.31	61.33	18.94	31.19	19.42	61.65	18.94	30.50	20.00	Estrecha	Recta	Triangular
50	22F03B	22	Femenino	Braquifacial	40.00	40.60	14.90	35.90	64.15	18.00	37.00	23.20	60.70	17.90	36.11	23.27	Estrecha	Recta	Cuadrado
51	22M06B	22	Masculino	Braquifacial	45.10	52.80	17.90	37.55	65.90	21.33	37.39	24.75	65.90	19.00	36.56	26.20	Mediana	Recta	Redondo
52	21M05D	21	Masculino	Dolicofacial	51.00	54.64	17.22	35.10	79.74	20.98	37.79	26.74	71.10	23.88	36.11	25.22	Ancha	Recta	Triangular
53	23F04D	23	Femenino	Dolicofacial	47.74	52.12	14.56	36.38	58.89	19.38	33.95	22.00	60.40	18.43	34.27	22.00	Estrecha	Recta	Cuadrado
54	22M07D	22	Masculino	Dolicofacial	55.21	64.28	19.13	38.17	69.24	16.35	38.42	19.24	71.71	17.88	37.78	17.84	Mediana	Halcón	Redondo
55	22F04D	22	Femenino	Dolicofacial	44.54	46.63	14.30	35.22	54.66	14.52	29.77	16.14	54.10	16.14	27.84	18.71	Estrecha	Recta	Redondo

56	21F06M	21	Femenino	Mesofacial	48.13	55.44	17.71	37.53	59.23	19.19	27.19	16.07	59.19	19.96	25.50	17.40	Mediana	Recta	Cuadrado
57	20M03B	20	Masculino	Braquifacial	46.33	50.69	14.77	39.36	62.70	20.00	29.45	19.40	63.30	20.00	28.15	20.00	Ancha	Romana	Redondo
58	31M01D	31	Masculino	Dolicofacial	54.30	55.96	15.84	40.78	69.70	19.80	40.58	17.26	68.00	19.80	38.00	19.10	Ancha	Romana	Cuadrado
59	23F05M	23	Femenino	Mesofacial	40.00	47.09	13.57	35.31	59.90	18.00	30.39	16.52	61.59	16.59	29.99	16.82	Estrecha	Recta	Triangular
60	21F07M	21	Femenino	Mesofacial	45.25	50.38	13.81	38.54	46.41	15.00	33.19	11.20	52.90	16.21	31.39	11.40	Ancha	Recta	Triangular
61	20F10D	20	Femenino	Dolicofacial	38.70	45.52	16.00	33.18	60.82	15.30	37.00	15.13	64.23	15.46	35.52	17.36	Estrecha	Recta	Redondo
62	22F05D	22	Femenino	Dolicofacial	40.29	48.68	14.80	33.89	61.25	18.20	33.17	14.37	62.48	17.70	32.68	15.05	Estrecha	Celeste	Cuadrado
63	20M04M	20	Masculino	Mesofacial	47.86	52.17	17.20	38.83	66.26	18.00	32.52	18.56	66.46	20.90	34.45	18.23	Ancha	Recta	Cuadrado
64	22M08M	22	Masculino	Mesofacial	48.19	50.60	15.51	39.73	62.19	17.99	32.18	48.64	62.89	17.96	32.75	20.11	Ancha	Recta	Cuadrado
65	24F03D	24	Femenino	Dolicofacial	38.85	47.33	15.74	35.00	59.23	18.86	31.53	15.95	55.60	20.82	29.78	13.10	Estrecha	Recta	Triangular
66	24F04M	24	Femenino	Mesofacial	46.64	54.92	12.57	34.45	61.99	18.36	31.98	18.00	58.80	20.00	31.80	17.25	Estrecha	Recta	Redondo
67	20M05B	20	Masculino	Braquifacial	43.46	46.67	15.47	37.31	64.30	19.00	32.53	14.22	66.89	20.28	33.94	13.83	Mediana	Recta	Triangular
68	20M06M	20	Masculino	Mesofacial	50.19	52.47	13.12	35.78	70.17	17.62	34.09	11.39	71.00	19.49	35.00	11.62	Estrecha	Halcón	Cuadrado
69	23F06M	23	Femenino	Mesofacial	49.44	54.29	14.46	31.61	63.16	19.29	28.35	15.65	63.91	20.91	28.70	15.88	Estrecha	Romana	Triangular
70	22M09B	22	Masculino	Braquifacial	53.57	55.99	14.91	38.98	67.30	15.42	37.29	10.74	67.50	16.94	37.30	10.09	Ancha	Halcón	Triangular
71	21M06D	21	Masculino	Dolicofacial	50.60	52.64	15.00	36.45	66.58	16.45	35.37	14.97	67.42	18.34	37.55	14.20	Mediana	Halcón	Redondo
72	21F08M	21	Femenino	Mesofacial	52.14	56.00	13.72	31.53	63.20	18.54	35.84	17.42	63.70	19.00	34.78	16.30	Estrecha	Recta	Cuadrado
73	23F07B	23	Femenino	Braquifacial	51.45	57.07	12.66	31.23	57.77	14.90	32.22	13.59	56.54	15.65	34.38	13.42	Estrecha	Halcón	Redondo
74	23M02M	23	Masculino	Mesofacial	42.00	48.68	17.71	42.50	66.00	19.50	31.82	20.83	65.15	19.50	32.95	39.10	Ancha	Recta	Cuadrado
75	22F06B	22	Femenino	Braquifacial	37.70	47.43	18.20	33.50	63.00	18.60	37.15	22.00	63.80	17.75	40.58	23.40	Estrecha	Recta	Cuadrado
76	22F07D	22	Femenino	Dolicofacial	40.00	47.80	14.34	33.00	55.80	18.80	45.10	22.62	56.30	19.70	30.40	22.50	Estrecha	Halcón	Triangular
77	22M10M	22	Masculino	Mesofacial	42.17	51.58	15.17	37.55	58.71	14.39	32.00	13.44	58.24	15.83	30.95	16.21	Mediana	Recta	Triangular
78	21F08D	21	Femenino	Dolicofacial	46.10	49.67	14.00	34.60	62.68	18.62	33.43	13.99	63.58	19.77	32.89	17.64	Estrecha	Halcón	Redondo
79	39M01B	39	Masculino	Braquifacial	53.11	57.80	18.31	45.59	66.96	18.72	36.30	18.16	66.40	19.43	37.18	18.19	Ancha	Halcón	Triangular
80	23M03M	23	Masculino	Mesofacial	50.79	54.31	14.63	36.19	68.19	18.61	33.81	12.85	68.58	18.75	35.40	11.80	Estrecha	Romana	Cuadrado
81	23F08B	23	Femenino	Braquifacial	37.12	47.57	21.61	35.92	59.72	22.57	32.81	24.08	59.01	24.07	32.96	24.77	Estrecha	Celeste	Cuadrado
82	22F08M	22	Femenino	Mesofacial	37.01	45.93	19.59	34.29	57.82	23.31	36.72	26.03	56.47	24.10	36.24	27.14	Estrecha	Chata	Redondo
83	22M11D	22	Masculino	Dolicofacial	41.82	49.53	21.97	39.66	65.95	27.41	38.53	27.85	65.68	25.22	39.19	24.99	Ancha	Halcón	Cuadrado
84	23F09M	23	Femenino	Mesofacial	43.28	52.02	18.96	35.01	68.95	31.28	35.98	24.94	64.99	28.92	37.70	23.31	Estrecha	Recta	Cuadrado
85	22F09D	22	Femenino	Dolicofacial	43.39	48.00	16.24	34.58	57.65	19.64	32.77	18.00	59.19	18.18	32.00	20.50	Estrecha	Halcón	Cuadrado
86	21F09D	21	Femenino	Dolicofacial	42.31	49.90	17.47	34.40	63.24	24.39	30.93	23.16	61.00	21.75	32.78	24.87	Estrecha	Halcón	Triangular
87	22F10D	22	Femenino	Dolicofacial	51.36	54.33	14.76	33.22	63.55	13.78	31.90	13.88	61.27	13.55	32.00	13.41	Estrecha	Halcón	Triangular
88	23F10D	23	Femenino	Dolicofacial	42.75	49.72	16.25	36.71	60.00	19.72	32.00	25.35	61.44	22.00	33.12	27.45	Mediana	Recta	Cuadrado

89	22M12M	22	Masculino	Mesofacial	46.00	49.32	15.32	40.80	64.00	19.30	31.88	21.00	63.00	18.50	32.28	22.40	Ancha	Recta	Cuadrado
90	22F11B	22	Femenino	Braquifacial	49.78	54.09	13.28	34.30	54.24	16.62	27.22	13.42	60.38	17.20	28.29	13.80	Estrecha	Chata	Triangular
91	21F11D	21	Femenino	Dolicofacial	41.52	44.81	16.00	33.38	66.50	21.30	38.60	24.00	67.80	22.30	35.00	28.00	Estrecha	Recta	Cuadrado
92	28M01D	28	Masculino	Dolicofacial	47.60	57.00	19.20	44.40	72.58	25.40	36.94	23.00	71.90	26.10	39.00	25.94	Ancha	Halcón	Triangular
93	25F01B	25	Femenino	Braquifacial	34.20	41.61	14.40	34.43	68.54	24.19	34.90	25.00	67.20	24.70	35.90	26.00	Estrecha	Chata	Redondo
94	21F12D	21	Femenino	Dolicofacial	44.23	51.00	14.64	35.18	58.61	20.24	34.64	19.69	55.48	20.67	31.39	22.24	Estrecha	Halcón	Triangular
95	22F12B	22	Femenino	Braquifacial	49.41	54.30	11.34	36.43	60.44	16.46	36.88	16.27	62.96	16.36	33.53	17.00	Mediana	Recta	Triangular
96	22F13D	22	Femenino	Dolicofacial	50.90	57.17	15.84	36.74	60.97	17.47	31.83	13.81	58.34	15.46	32.00	13.58	Mediana	Halcón	Redondo
97	21F13M	21	Femenino	Mesofacial	49.34	48.38	9.93	35.13	59.40	22.20	33.50	24.50	59.16	22.38	34.00	22.60	Estrecha	Halcón	Redondo
98	23F12B	23	Femenino	Braquifacial	37.27	45.42	16.06	35.68	63.26	26.99	32.22	24.10	63.29	30.48	34.18	24.84	Estrecha	Chata	Cuadrado
99	21F14D	21	Femenino	Dolicofacial	44.10	50.33	16.47	31.07	55.05	21.25	29.86	21.23	55.40	22.66	29.55	20.47	Estrecha	Halcón	Cuadrado
100	27M01M	27	Masculino	Mesofacial	47.87	56.38	21.60	37.15	68.75	27.71	40.76	26.75	68.63	27.81	38.14	28.62	Mediana	Recta	Triangular
101	21M07M	21	Masculino	Mesofacial	39.15	49.40	17.62	38.40	63.48	26.82	32.95	25.81	62.09	26.21	36.73	27.21	Ancha	Recta	Redondo
102	22M13B	22	Masculino	Braquifacial	45.90	50.70	12.99	39.17	66.54	22.81	35.18	22.98	67.70	23.64	32.65	23.30	Ancha	Recta	Cuadrado
103	23M04B	23	Masculino	Braquifacial	48.26	54.58	16.33	44.00	65.18	24.66	30.82	24.46	63.58	26.00	29.94	23.65	Ancha	Romana	Redondo