



**TOMOGRAFÍAS COMPUTARIZADAS DE SENOS MAXILARES PARA  
DETERMINAR EL SEXO DE INDIVIDUOS.**

REVISIÓN CRÍTICA DE LA LITERATURA

Trabajo de Investigación

requisito para optar al

Grado de Licenciado en Odontología

Alumno: Cristian Rozas Rojas

Docente Guía: Dr. Marcos Faúndes Pinto

Cátedra de Prótesis Removible

Valparaíso – Chile  
2021

## **Dedicatoria**

Entrando en esta etapa para finalizar esta larga y difícil carrera, le dedico este trabajo de Licenciatura en primer lugar a mi familia. En primer lugar, a mis padres, Marianela y Hugo, que sin su incondicional esfuerzo y apoyo no habría llegado a esta etapa, celebrando cada logro y alentando en cada fracaso para salir adelante. A mis hermanas, hermanos y sus familias, que siempre creyeron en mí desde el principio y dándome ánimo en períodos donde escaseaba. A mis sobrinas y sobrinos, que me daban esa gran cantidad de alegría y cariño jugando cada vez que me venían a ver mientras estudiaba.

A mis amigos que hice en la Facultad, con los que compartí todos los días cada risa, alegría y tristeza por los pasillos, en el casino y sobre todo en la clínica. Sentir su apoyo después de cada jornada era fundamental para continuar ante cada dificultad.

A mis amigos de la infancia, que están conmigo desde mucho antes que les dijera “creo que quiero ser dentista” y siempre confiaron en que lo lograría.

A todos los docentes y funcionarios de la Facultad y la Universidad, por su gran labor de enseñarnos no solo a ser profesionales, sino que también a ser mejores personas cada día. En especial a Ricardo Escalante, nuestro querido Rifa, que partió en un difícil momento. Su apoyo fue fundamental para todos y cada uno de nosotros en la vida universitaria.

A la unidad de Extensión de la Universidad, a sus encargadas Ximena, Cristina y Catalina, promotoras y promotores, que han sido una gran familia de compañeros de distintas carreras que me dieron excelentes recuerdos, grandes experiencias y muy buenos amigos.

**Cristian Rozas Rojas**

## **Agradecimientos**

Al docente guía, Dr. Marcos Faúndes, que me mostró una interesante área de la Odontología que desde el principio me causó curiosidad por explorar y que terminó siendo este trabajo de investigación en conjunto.

A la docente Dra. Daniela Lorca, por su ayuda durante este semestre en la asignatura como tutora en la metodología, sus consejos de diseño y las experiencias clínicas que tuve el agrado de tener.

A mi compañera, Alejandra Montoya, con la que tuve el agrado de trabajar y participar en distintas instancias de investigación relacionadas a esta área y los buenos momentos que compartimos desde primer año.

## Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Marco teórico.....	4
1. Identificación forense.....	4
2. Odontología forense.....	9
3. Senos maxilares.....	17
4. Imagenología tridimensional.....	19
5. Uso de senos maxilares en la identificación de personas.....	24
Pregunta de investigación.....	26
Objetivos.....	27
Materiales y métodos.....	28
Resultados.....	33
Discusión.....	40
Conclusiones.....	47
Referencias bibliográficas.....	48



## Resumen

Después de la pelvis, el cráneo es la estructura más fácil para diferenciar el sexo del cuerpo. Esto lo vuelve una estructura confiable para el dimorfismo sexual ya que tiene una alta resistencia a las condiciones ambientales adversas, conservando con estabilidad las características dismórficas en comparación con otras piezas esqueléticas. Dentro de esto, los senos paranasales son altamente resistentes al trauma al estar situados en zonas relativamente duras del cráneo. El seno maxilar es el más grande del grupo, por lo cual lo vuelve un objetivo de estudio para los procedimientos de identificación a través de imagenología. El objetivo de esta revisión crítica de la literatura es determinar la precisión del uso de los senos maxilares en tomografías computarizadas para la determinación del sexo de individuos. Se realizó una revisión de documentos de no más de 5 años de antigüedad en motores de búsqueda PubMed, Scopus, Web of Science y Lilacs, que realizaron una determinación de sexo midiendo parámetros de los senos maxilares. Se obtuvo 19 documentos en total. Los resultados indican que este método tiene una buena precisión, entre un 58,82% y 92%, teniendo en cuenta la cantidad de parámetros considerados, la población estudiada y la cantidad de dientes en el maxilar superior. Se concluye que el uso de los senos maxilares en tomografías computarizadas en la determinación de sexo de individuos es un método confiable por su precisión cuando otros medios no son concluyentes.

## Introducción

La odontología forense es la aplicación de conocimientos odontológicos en temas legales, siendo un aspecto investigativo de la odontología que analiza la evidencia del territorio bucomaxilofacial para la identificación humana. Este proceso de identificación de cuerpos es una ciencia exacta y la odontología forense es conocida por estar entre los métodos científicos más confiables. El método que utiliza el ADN es caro, técnicamente exigente y puede ser dificultoso logísticamente para implementar a gran escala, a pesar de eso, es una de las primeras opciones a considerar. El método de huella digital es casi imposible de utilizar en cuerpos muy descompuestos o por descamación. Es por esto por lo que esta disciplina cobra gran relevancia, utilizando registros dentales, prótesis fijas y removibles, modelos, imagenología y fotografías clínicas <sup>1</sup>.

Parte de sus atributos es la determinación del sexo, que es importante especialmente cuando la información relacionada con el fallecido no está disponible y se convierte en la primera prioridad en el proceso de identificación de una persona en caso de desastres naturales, masivos, accidentes o reconocimiento. Esta tarea presenta un gran problema especialmente cuando sólo se recuperan fragmentos del cuerpo. El odontólogo forense participa determinando el sexo de los restos utilizando características de las estructuras dentales y craneales que puedan presentar dimorfismo sexual <sup>2,3</sup>.

Los senos maxilares son dos cavidades llenas de aire ubicadas en el hueso maxilar que puede tener distintos tamaños y formas, dependiendo de factores como sexo, edad y dientes relacionados. El vértice de esta estructura se extiende por la apófisis cigomática pudiendo ocupar el hueso cigomático también. El piso está formado por la apófisis alveolar del hueso maxilar, relacionándose con el primer, segundo y tercer molar, incluso con las raíces de los caninos <sup>5</sup>.

Después de la pelvis, el cráneo es la estructura más fácil para diferenciar el sexo del cuerpo, esto lo vuelve una estructura confiable para el dimorfismo sexual ya que tiene una alta resistencia a las condiciones ambientales adversas, conservando con

estabilidad las características dismórficas en comparación con otras piezas esqueléticas <sup>4-6</sup>. Dentro de esto, los senos paranasales son altamente resistentes al trauma al estar situados en zonas relativamente duras del cráneo. Además, son únicos, por lo que las vías respiratorias sinusales son diferentes en cada individuo, incluso en gemelos idénticos <sup>6</sup>. De ese grupo, el seno maxilar es el seno paranasal más grande, por lo cual lo vuelve un objetivo de estudio para los procedimientos de identificación a través de imagenología. Para la determinación de sexo, realizando análisis morfométricos y de función discriminante, tiende a tener una alta precisión, pero en la literatura hay pocos estudios donde se utilice este método<sup>7</sup>.

## Marco teórico

### 1. Identificación Forense:

#### 1.1 Generalidades:

La identificación forense es un proceso ordenado a través del cual se recogen y agrupan las diferentes características de un individuo determinando su *identidad*. Este proceso es importante porque forma parte de la investigación médico-legal y está relacionada con aspectos penales, civiles, administrativos. A su vez la identidad es el conjunto de características y particularidades de origen congénito o adquirido, que hace que una persona o cosa se diferencie de otra. Cada individuo se distingue de los otros por un conjunto de rasgos morfológicos y antecedentes, tales como: rasgos faciales, talla, tendencia de raza, sexo, edad, constitución, características morfológicas, antecedentes clínicos, patologías, identificación nacional como en Chile el Carnet de identidad, etc., son todas características o modos que permiten reconocer al individuo o en su defecto un conjunto de ellos, como en desastres masivos <sup>8</sup>.

#### 1.2. Métodos y técnicas:

##### 1.2.1. Identificación de rostro:

La diferenciación de rostros es uno de los métodos más tradicionales, por su costo, su versatilidad y sencillez continúa siendo la base del proceso de identificación de personas vivas, solo que hoy en día se emplean sistemas computarizados que permiten cotejar rápidamente enormes bases de datos, ya que antiguamente solo se hacía en base al retrato hablado. Por otro lado, la elaboración de retratos hablados que anteriormente se realizaba a mano alzada, ahora se realiza mediante sistemas computarizados que contienen variantes de distintos segmentos del rostro como lo son: cabello, frente, cejas, ojos, nariz, boca, pliegues, mentón, pómulos, etc. Estos se crean de acuerdo con las variantes faciales de cada país, por ello su aplicación en otros contextos poblacionales no siempre conduce a resultados positivos <sup>8</sup>.

### **1.2.2. Análisis de ADN:**

Las moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN) contienen toda la información que las células vivas del cuerpo humano necesitan para realizar sus funciones. Excepto en el caso de los gemelos univitelinos, cada persona tiene un ADN único, que es irrepetible<sup>9</sup>.

El análisis del ADN desempeña una función primordial, ya que es capaz de facilitar la conexión entre distintos delitos o entre el lugar del delito y un sospechoso, para ello se obtienen perfiles de ADN que luego se comparan posteriormente a la recogida de muestras del lugar del delito y de muestras de los sospechosos. Además, nos ayuda demostrar la inocencia de un sospechoso, ya que el ADN es valorado como una prueba verídica para los casos jurídicos. Es por ello por lo que los perfiles de ADN son útiles para resolver asuntos penales, identificar víctimas de catástrofes y localizar personas desaparecidas<sup>9</sup>.

El ADN se analiza y se puede comparar con bases de datos, por ejemplo, la INTERPOL, tiene una base de datos de la cual se pueden realizar comparaciones para la identificación de sujetos<sup>9</sup>.

Cuando nos referimos a la recogida de muestras estas pueden provenir de la sangre, el pelo o los fluidos corporales. Los avances en tecnología relacionada con el ADN permiten que las muestras que se recogen en el lugar de los hechos se encuentren en restos de ADN cada vez más pequeños, como por ejemplo podría ser el ADN que se puede extraer de la pulpa dental<sup>9</sup>.

### **1.2.3. Dactiloscopia:**

Corresponde al análisis de huellas para identificar a una persona por huellas tanto digitales, palmares, etc. En el caso de las huellas digitales no hay dos personas con las mismas huellas dactilares, ni siquiera los gemelos homocigóticos. Las huellas dactilares no cambian nunca, ni con la edad, a menos que se destruya o se modifique intencionadamente por medio de cirugía<sup>9</sup>.

Existen tres patrones principales de huellas dactilares, denominados arcos, curvas y espirales. La forma, el tamaño, el número y la disposición de pequeños detalles en estos patrones caracterizan cada huella. Junto con los perfiles de ADN, las huellas

dactilares pueden desempeñar un papel relevante en la identificación de víctimas tras catástrofes de origen natural <sup>9</sup>. Pero existen ocasiones en que el registro de las huellas dactilares en personas fallecidas constituye un desafío por la destrucción total o parcial de estas. El estado de la piel finalmente será el que determine el método y técnica que se deben utilizar <sup>10</sup>.

#### **1.2.4. Radiografía:**

La radiología forense está basada en el empleo de técnicas convencionales y modernas de imagenología en investigaciones judiciales. Las imágenes radiográficas permiten observar elementos u obtener información que de otra manera no podríamos averiguar <sup>10</sup>.

Actualmente, este método nos permite la obtención de las imágenes de forma inmediata como es la radiografía digital y, el almacenamiento de éstas en bases de información, lo que nos da un fácil acceso a todos los datos el cual permitirá tener un registro individual antemortem en el área forense <sup>10</sup>.

#### **1.2.5. Estimación de la edad:**

Para la determinación de la edad debemos conocer que existe la edad biológica que es la edad influenciada por factores externos, y la edad cronológica que corresponde a la edad relacionada con el tiempo desde que nacemos <sup>11</sup>.

Existe correlación entre la edad cronológica y la edad biológica; por esta razón, la segunda es utilizada para estimar a la primera que es la que se requiere como elemento de trabajo en la identificación médico-legal <sup>11</sup>.

La estimación de la edad representa el procedimiento más complejo del proceso de identificación, tanto de vivos como de restos óseos, especialmente en adultos, pues los fenómenos de envejecimiento varían según la población, el sexo, el ambiente, el estatus social y las condiciones de salud de la persona <sup>12</sup>.

Por ejemplo, los grupos negroides se desarrollan más rápidamente que los mongoloides, las niñas que los niños, las poblaciones de climas tropicales que los templados y las personas con buen estado de salud que las enfermas. En la medida que aumenta la edad del individuo, aumenta también el margen de error. Además,

como en todo ámbito biológico existe una variación individual, intragrupal e intergrupala. Los criterios empleados para establecer la edad biológica son el desarrollo dental, edad ósea, talla y peso <sup>12</sup>.

#### **1.2.6. Desarrollo dental:**

La maduración dentaria principalmente y la erupción de los dientes son los recursos más eficientes para estimar la edad en niños pequeños y en adultos jóvenes. Los dientes tienen una gran ventaja en la medida que están menos afectados por enfermedades o factores internos, como se ha evidenciado en las investigaciones de anomalías que afectan la maduración sexual, la estatura y el crecimiento óseo <sup>12</sup>.

Tenemos dos denticiones: una de ellas temporal o decidua, que aparece en los primeros años de vida; y la otra permanente o definitiva que surge posteriormente y está por el resto de su vida. Estas dos denticiones presentan características propias <sup>8</sup>:

**1.Tamaño:** El tamaño de las piezas temporales es menor que el de las permanentes, aun cuando la anatomía es semejante.

**2.Color:** El color de las temporales es de un tono blanco azulado mientras que la tonalidad de las permanentes es blanca amarillenta.

**3.Dentición:** En la dentición temporal no existen premolares ni terceros molares.

**4.Forma:** En las piezas temporales existe un cuello más estrecho y una mayor divergencia de las raíces.

El estudio de la dentición se puede realizar por examen clínico, o mediante el uso de radiografías <sup>8</sup>.

#### **1.2.7. Edad y maduración ósea:**

La estimación de la edad es más probable de ser exacta cuando se trata de restos esqueléticos de personas que no han alcanzado su madurez biológica o de adultos jóvenes <sup>12</sup>.

La osificación es más temprana en las niñas que en niños, con un margen que oscila entre los dos a seis años. Dentro del mismo esqueleto algunos huesos y algunas

epífisis se cierran en distintos períodos. Por ejemplo, el fémur crece principalmente a expensas de la epífisis distal, mientras que la proximal es poco activa. Por el contrario, el húmero crece gracias a su extremo proximal. Los huesos del antebrazo crecen básicamente hacia la muñeca, mientras que la tibia y el peroné crecen por igual hacia la rodilla y el tobillo. Los huesos carpianos de la mano y los tarsianos del pie crecen continuamente de afuera hacia el centro. La madurez biológica se alcanza inicialmente en el tobillo y en la cadera; se continúa con la rodilla y el codo y finaliza con el hombro y la muñeca <sup>12</sup>.

### **1.3 Determinación del sexo:**

#### **1.3.1. Dimorfismo sexual:**

Ambos sexos varían según sus orígenes filogenéticos y raciales en aspectos como forma y tamaño, esto es lo que se conoce como dimorfismo sexual. Hay especies más dimórficas que otras y se relaciona con el tipo de estructura social y otras características. Cuando son idénticas se denominan monomórficas. La especie humana es dimórfica <sup>12</sup>.

Durante el Pleistoceno la evolución del humano se caracterizó por una significativa reducción del dimorfismo sexual, especialmente en los dientes <sup>12</sup>.

#### **1.3.2. Métodos y técnicas:**

##### **1.3.2.1 Craneometría:**

La Craneometría estudia la variación dentro de las mediciones del cráneo y sus distintos componentes, tratando de dar cuenta de las dimensiones en anchura, altura y proyección de la bóveda craneal (diámetros antero-posterior máximo, transverso, altura basibregmática, longitud de su base nasion-basion), frente (anchura, cuerda, altura o subtensa), órbitas (altura, anchura), apertura piriforme (anchura, altura, ángulo de proyección), mandíbula (altura, longitud, grosor, ángulo de la rama y mentón) y rostro en general (anchura, altura, ángulos de proyección). Por la constitución del cráneo, en el 77% de los casos el diagnóstico diferencial del sexo puede ser realizado

utilizando los elementos que corresponden a las características del cráneo y de la mandíbula <sup>12</sup>.

En el área forense, este procedimiento es utilizado únicamente cuando no es viable el uso de otros métodos más precisos o en el caso que se encuentre un esqueleto. Este procedimiento debe ser siempre considerado como un método complementario, nunca será primario <sup>10</sup>.

Además, podemos estimar el sexo a través de la comparación y medición de las siguientes estructuras óseas: mandíbula, sacro, escápula, clavícula, esternón, húmero, radio, fémur y tibia <sup>12</sup>.

## **2. Odontología Forense:**

### **2.1. Generalidades:**

La Odontología Legal y Forense, al igual que la Medicina Forense, involucra tanto ciencias naturales como sociales. Es una especialidad de la Odontología, que aplica los conceptos y conocimientos clínicos odontológicos como aporte científico-técnico a la justicia, principalmente dentro del Derecho Penal <sup>8</sup>.

Por definición, la odontología o medicina legales odontológica es la disciplina, ciencia o especialidad que en el ámbito médico-legal estudia el conocimiento odontológico en relación con la ley y el derecho, la justicia y la ética. Por lo tanto, comprende, por una parte, el asesoramiento a los Tribunales de Justicia a través de informes periciales (forense); y por otra, el estudio jurídico y ético del ejercicio de la profesión dental, como las relaciones del odontólogo con sus pacientes, con las autoridades y la sociedad (legal) <sup>8</sup>.

### **2.2. Objetivos de la Odontología Legal y Forense:**

1. **Ámbito legal:** Da a conocer a los respectivos profesionales el marco jurídico al que han de ajustarse en todas sus actividades profesionales, es decir, que el odontólogo sepa cuál es la norma que señala lo que debe hacer en cada caso y lo que la norma le exige.
2. **Ámbito forense:** El objetivo principal es resolver determinados problemas judiciales, tanto en el área civil y penal, mediante el aporte de conocimientos

odontológicos que permitan la identificación de personas vivas o fallecidas, realizar investigación y peritajes<sup>8</sup>.

### **2.3. Aplicación de la Odontología Legal y Forense**

1. **Individualización:** a través de la determinación del sexo, edad y grupos raciales, además el establecimiento de la ocupación, situación socioeconómica y lugar de origen.
2. **Identificación:** De un agresor mediante las huellas de mordeduras.
3. **Responsabilidad:** Profesional y demandas por lesiones del sistema estomatológico <sup>8</sup>.

### **2.4. Campos de Acción de la Odontología Legal y Forense**

Los lugares donde se requieren los servicios del odontólogo legal son los:

1. **Servicios médico-forenses:** En la identificación de los cadáveres que ingresan como desconocidos.
2. **Servicios periciales del ministerio público:** La individualización de personas vivas a través de un fichaje odontológico. Y peritaje de responsabilidad profesional odontológica.
3. **Servicio de peritaje privado:** Utilización de fichas de identificación del personal que se encuentran expuestas a situaciones de riesgo y mortales; como ser buzos, mineros, bomberos y pescadores <sup>8</sup>.

### **2.5. Odontología Forense en Chile:**

El comienzo de la disciplina en Chile data de 1909, año del incendio de la Legación Alemana, donde la odontología fue fundamental en la labor identificatoria propia del ámbito forense. Sin embargo, su enseñanza en las escuelas de pregrado comienza recién en 1992, en la Universidad de Chile. La formación de postítulo en el área contempla un Diplomado en Odontología Forense dictado anualmente por la Universidad de la Frontera desde el año 2015 y el primer Programa de Formación de

Especialistas en Odontología Legal y Forense, que comenzó a impartirse el año 2015 en la Universidad de Chile <sup>13</sup>.

## **2.6. Identificación:**

Existen diferentes métodos para ayudar a la identificación humana. Las comparaciones dentales, de ADN y de huellas dactilares son consideradas por INTERPOL como identificadores primarios (independientes), mientras que los datos médicos, antropológicos y de propiedad se designan como identificadores secundarios, lo que requiere una corroboración primaria o una combinación detallada de detalles. La comparación dental ha demostrado ser la más eficaz, efectiva, eficiente y precisa en numerosos eventos de identificación de víctimas de desastres y se pueden usar solo o en combinación con otros identificadores primarios o secundarios <sup>14</sup>.

La función de la odontología forense en gestión de víctimas de desastres consiste en maximizar los datos comparables, permitir que se establezca la identificación y minimizar los errores y la corrupción de los datos <sup>14</sup>.

### **2.6.1. Métodos y técnicas de identificación**

#### **2.6.1.1. Ficha Odontológica para la Identificación:**

La ficha dental está destinada a la identificación forense, esta debe recoger el mayor número de datos posibles que permitan establecer la identidad de una víctima. Existe una variedad amplísima de modelos de fichas. La ficha odontológica con fines de identificación forense deberá tener, necesariamente, lo siguientes campos de interés <sup>8</sup>:

- **Numeración:** Sistemas de numeración de piezas dentarias, distinguiendo las piezas maxilares, mandibulares, las hemiarquadas y cuadrantes.
- **Diagrama:** Para anotar particularidades morfológicas de las coronas de cada diente.
- **Observaciones:** Un apartado para registrar otras características odontológicas de especial relieve identificador, tales como prótesis, radiografías, etc.

**2.6.1.1.1. Diagramas Dentales:** Existen también variados modelos de diagramas para anotar las diferentes particularidades presentes en los dientes. Todos ellos se reducen a dos tipos fundamentales, en los que pueden agruparse los distintos modelos: Uno que sigue el sistema lineal. Otro en forma de arco. En ambos se representan esquemáticamente las caras oclusales de los distintos dientes, donde se anotan, en el lugar que les corresponde, las obturaciones, reconstrucciones, coronas y demás trabajos odontológicos <sup>8</sup>.

**2.6.1.1.2. Apartado para caracteres especiales:** La ficha dental deberá tener una parte que permita anotar trabajos odontológicos, como también, un espacio donde se describa las radiografías, y otros datos que se recaben <sup>8</sup>.

**2.6.1.1.3. Registro dental:** Los dientes son las sustancias más duras del cuerpo humano y, dependiendo de las condiciones ambientales, las características asociadas a los dientes pueden proporcionar un método importante y eficaz para identificar a una persona. Los dientes pueden sobrevivir en la mayoría de las condiciones, durante la descomposición incluso cuando el cuerpo está expuesto a fuerzas y / o temperaturas extremas <sup>15</sup>.

La identificación positiva de una persona viva desorientada o de un cuerpo encontrado a través de la comparación de rasgos naturales o adquiridos encontrados en los dientes en los registros de la oficina de un dentista es la forma más común en que los odontólogos forenses pueden ayudar a los investigadores. Si estos rasgos anatómicos, morfológicos u otros que se adquieren a través del tratamiento son los mismos, entonces la persona o el cuerpo desconocido puede identificarse como la persona desaparecida específica que está representado por los registros dentales. Esto nos habla del valor que posee este método <sup>15</sup>.

La comparación de registros antemortem y postmortem dental para determinar si el cuerpo es el de la persona de interés se conoce como identificación dental comparativa <sup>15</sup>.

## **2.6.2 Autopsia Oral**

La autopsia oral o de la cavidad bucal, es de mucha importancia en la identificación de las personas en los accidentes aéreos, en grandes quemados y asesinatos con destrucción de partes identificativas, como en el caso de ajuste de cuentas por sicarios y en los delitos sexuales. Así pues, los dientes se constituyen en el único medio posible de identificar y será necesario en la autopsia oral, la extracción del maxilar y la mandíbula para estos estudios. El elevado número de cadáveres y las circunstancias de muerte en los desastres masivos, conlleva a que el rigor mortis no permita el acceso adecuado a la cavidad bucal, por lo que estará indicada la remoción de los maxilares, mediante la necropsia bucal. La aplicación de esta técnica posibilita el no dañar a los dientes ni las restauraciones con manipulaciones forzadas, además permite una mejor visualización para el examen forense, el poder observar los huesos del maxilar superior y mandíbula después de la eliminación de los tejidos blandos que hace más fácil el estudio radiográfico <sup>10</sup>.

### **2.6.2.1. Objetivos de la Autopsia Oral <sup>8</sup>**

- Registrar y documentar la presencia (o ausencia) de lesiones o huellas de violencia en el sistema estomatognático y establecer una secuencia aproximada de ocurrencia de los hechos.
- Recolectar y preservar, para posterior análisis, muestras y/o evidencias físicas útiles para la investigación.
- Documentar las características morfológicas de las estructuras dentales, los tratamientos odontológicos presentes y otras particularidades (carta odontológica).
- Estimar la edad.
- Identificar de manera fidedigna a un individuo.
- Contribuir a orientar el proceso de identificación especialmente cuando no se puede lograr por cotejo odontológico o dactiloscópico, y se requiere utilizar procedimientos de mayor complejidad y costo (análisis de ADN).

### **2.6.3. Rugoscopía o Palatoscopía**

Es el nombre que se da al estudio de las arrugas palatinas para establecer la identidad de un individuo. La rugoscopía palatina es una técnica de identificación que se encarga del estudio, registro y clasificación de las arrugas que se localizan en la región anterior del paladar duro. El paladar duro presenta una serie de arrugas que son un sistema de pliegues sagital y transversales, fuertemente adheridos al plano óseo. El estudio referido a los pliegues, del paladar duro, con el propósito de construir elementos capaces de ayudar con la identificación, se denomina rugoscopía o palatoscopía <sup>8</sup>.

### **2.6.4. Mordedura humana:**

Se constituye como uno de los capítulos más importantes de la Odontología Forense, porque es un medio de identificación del agresor, que cometió dicha lesión, que deja las huellas de su arcada dental sobre la víctima. No solamente se dejan huellas de mordedura en la piel de la víctima, también, podemos encontrar dichas huellas en alimentos (manzanas, queso, pera, chocolate, goma de mascar, etc.) y en otros materiales (lápices, pipas, boquillas, bolígrafos, etc.). Por lo tanto, una marca de mordedura se produce como consecuencia de la aplicación enérgica de los dientes a un sustrato que sea capaz de deformarse. De hecho, la superficie del sustrato puede cambiar y las características de los dientes se transfieren a la superficie. Las huellas de mordedura humana se constituyen como prueba importante en las investigaciones médico-legales en algunos delitos, ya que ayudan en la exclusión de sospechosos o, por el contrario, aportan indicios de culpabilidad <sup>8</sup>.

### **2.6.5. ADN en Piezas Dentarias**

La cavidad oral constituye una fuente excelente para la extracción de ADN, ya que podemos obtener este material de las células de los tejidos de la mucosa oral, de la saliva y de las piezas dentales. Tanto los conductos radiculares como la cámara pulpar son resistentes a temperaturas por encima de los 1000 grados, previo a su destrucción <sup>10</sup>. El diente está formado por el esmalte, la dentina, el cemento y la pulpa. El ADN sólo se encuentra en los tejidos que contienen células y estos son la dentina, el cemento y sobre todo la pulpa por ser un tejido blando y bien vascularizado.

Los dientes desempeñan un importante rol en el establecimiento de la identidad inequívoca de las personas, en virtud de sus características únicas y elevada resistencia física y química. El uso de los perfiles de ADN en Odontología Forense representa una alternativa válida en la identificación humana, al contener el material genético, característica única de cada individuo <sup>8</sup>.

#### **2.6.6. Radiografía:**

En las radiografías dentales estudiamos los dientes y las restauraciones, así como también hueso periodontal y estructuras craneofaciales, tratando de analizar todos los detalles en busca de encontrar las características que individualizan al individuo y que podamos cotejar con datos anteriores a la muerte o con el sujeto en cuestión <sup>10</sup>.

#### **2.7. Determinación de la edad:**

La edad es uno de los elementos fundamentales en la identificación de un sujeto, y la estomatología ayuda en este aspecto por medio de: Desarrollo dental, angulación mandibular, entre otros. Siempre que entre los restos cadavéricos existan dientes se tendrá que solicitar el apoyo de un odontólogo forense, ya que su opinión es de gran valor, para determinar la edad del sujeto en estudio <sup>8</sup>.

##### **2.7.1. Formación dental:**

El desarrollo dental tiene dos aspectos: la formación de las coronas y raíces, y la erupción del diente. La formación dental es la que más resiste de las dos a las influencias ambientales, ya que la erupción puede verse afectada por los procesos de caries, pérdida de piezas y malnutrición <sup>12</sup>.

La formación del diente, al igual que su tamaño y morfología son heredables, y los estadios de formación poseen bajos coeficientes de variación en comparación con la de los estadios óseos. Además, la formación dental es resistente al impacto de los efectos nutricionales y a la influencia del impacto en el tiempo. Esto no significa que los dientes no estén afectados por el impacto ambiental, pero es el tejido con la menor influencia <sup>12</sup>.

Existen distintos métodos para la determinación de la cronología de los estadios de crecimiento: 1. Funciones de distribución acumulativas; 2. La edad de alcance de un logro observada directamente en estudios longitudinales; 3. Edad promedio de los sujetos en un estadio de desarrollo; 4. Edad alternativa mediante métodos de predicción; 5. Estadios promedios de formación de los sujetos en cada grupo de edad; 6. Escalas de maduración; 7. Mapas y atlas ilustrados; 8. Misceláneos <sup>12</sup>.

## **2.8. Identificación del Sexo:**

La identificación del sexo se convierte en prioridad en el proceso de identificación de una persona por un investigador en el caso de accidentes, explosiones de bombas químicas y nucleares, investigaciones de delitos por medio de un análisis morfológico (diente, cráneo y otros tejidos blandos de la región oral y perioral) o análisis molecular<sup>16</sup>.

Existen regiones anatómicas capaces de dar más información, los dientes y maxilares pueden usarse, sobre todo, en cadáveres muy fragmentados o carbonizados. Para tales casos están las funciones discriminantes para determinar el sexo <sup>17</sup>.

### **2.8.1. Método ortométrico**

El método ortométrico involucra la morfología del cráneo y la mandíbula con un conjunto de seis rasgos y dimensiones del seno frontal. Se encontró que el sexo se podía predecir correctamente en el 96% de los casos utilizando diferentes características del cráneo y la mandíbula.

En cuanto al seno frontal estos están ausentes al nacer y están completamente desarrollados alrededor de los 8 años y alcanzan su tamaño completo después de la pubertad. Los senos frontales son parámetros importantes en la determinación del sexo, ya que presentan diferencias distintivas en la forma, las medidas y la simetría <sup>16</sup>.

### **2.8.2. Craneometría:**

La base craneal determina las características dimensionales, angulares y topográficas de la cara. Las características aportadas por la craneometría nos permiten obtener información suficiente para caracterizar y clasificar cráneos y caras por medio de los

índices. Entre los análisis más utilizados para el estudio de relaciones transversales que establecen los componentes esqueléticos y dentoalveolares de la cabeza, se encuentran los análisis frontales, siendo el de Ricketts el más ampliamente utilizado<sup>17</sup>. Las dimensiones más dimórficas son las anchuras (frontal, frontomalar-temporal, orbital, nasal, facial, cigomaxilar, bigoniaca, rama ascendente), las longitudes (nasion-basion, cuerdas frontal, parietal, occipital), y en menor medida las alturas (facial, nasal, mentón)<sup>12</sup>. Se ha informado que los senos maxilares permanecen intactos a pesar de que el cráneo y otros huesos se desfiguran gravemente en víctimas que son incineradas. Por lo tanto, los senos nasales y maxilares se pueden utilizar para la identificación<sup>6</sup>.

### **2.8.3. Morfología Mandibular:**<sup>8</sup>

1. En el hombre: La mandíbula es más grande y gruesa, la altura del cuerpo es mayor; los cóndilos son más grandes y las apófisis coronoides son anchas.
2. En la mujer: La mandíbula es más pequeña y menos robusta en toda su estructura; la altura del cuerpo es menor, los cóndilos y las apófisis coronoides son gráciles.

## **3. Senos maxilares:**

### **3.1. Generalidades:**

El seno maxilar es el más grande de los senos paranasales. Es una cavidad neumática que ocupa la mayoría del espesor de la apófisis cigomática del hueso maxilar y está formada en gran parte por una delgada cubierta ósea que forma las paredes, las cuales están recubiertas internamente por mucosa<sup>18</sup>.

### **3.2. Desarrollo:**

El seno maxilar es el seno paranasal más grande y el primero en desarrollarse. Comienza a las 17 semanas de vida intrauterina. Al nacer, es una cavidad rudimentaria llena de aire o líquido más grande en sentido anteroposterior situada inferomedial a la órbita. El crecimiento de esta estructura es proporcional al crecimiento de los huesos de la cara. Ambos ocurren por etapas, donde la primera durante los primeros 3 años

de vida, extendiéndose el seno lateralmente al canal infraorbitario. La segunda etapa, de desarrollo más lateral, ocurre entre los 6 y 12 años con el crecimiento de la apófisis cigomática, y hacia inferior en dirección al paladar, a los 9 años. La tercera etapa viene de la neumatización del seno maxilar desplazando su piso por debajo de la cavidad nasal al erupcionar los premolares y molares permanentes <sup>18</sup>.

### **3.3. Anatomía:**

La forma de esta estructura se describe como la de una pirámide de base cuadrangular, por lo tanto, tiene tres paredes, una base y un vértice <sup>18-20</sup>.

- Paredes <sup>18,20</sup>:
  - Superior u orbitaria: es la mayoría de la pared inferior de la órbita. Presenta una saliente alargada en sentido anteroposterior, determinado por el surco y conducto infraorbitario <sup>18,20</sup>.
  - Anterior o yugal: presenta una superficie cóncava y una convexidad inferolateral prominente, la eminencia canina <sup>18</sup>. En la parte superior se observa un relieve formado por el conducto infraorbitario. En el espesor de esta pared se encuentra el conducto alveolar <sup>20</sup>.
  - Posterior o infratemporal: se corresponde con la fosa infratemporal. Es más gruesa que las otras paredes, y por ella discurren los nervios alveolares superiores posteriores <sup>18,20</sup>.
- Base: corresponde a la pared lateral de las cavidades nasales. Se divide en dos segmentos que están en relación con el meato nasal inferior y el meato nasal medio <sup>19,20</sup>.
  - Segmento inferior: tiene una zona media formada por la apófisis maxilar del cornete nasal inferior y por la cara maxilar del hueso palatino, que se articula con el cornete nasal inferior <sup>20</sup>.
  - Segmento superior: presenta el orificio del seno maxilar. En la zona anterior y posterior de este orificio, la pared es mucosa, donde puede haber orificios accesorios del seno maxilar. La parte anterior de este segmento se relaciona con el conducto nasolagrimal <sup>18,20</sup>.

La base del seno maxilar tiene una forma cuadrangular debido a que la pared posterior del seno se amplía inferior y posteriormente. Esta zona se divide en dos bordes secundarios, uno inferior y otro posterior, unidos por un ángulo redondeado <sup>20</sup>.

- Borde superior de la base: sigue el borde superior del hueso maxilar. Tiene una forma redondeada por salientes de forma circular, formados por las hemiceldas de la cara medial del maxilar <sup>20</sup>.
- Borde anterior de la base: ocupa el fondo de un surco vertical, estrecho, comprendido entre el saliente del conducto nasolagrimal y la pared anterior del seno <sup>18,20</sup>.
- Borde inferior de la base: es un canal cóncavo cuyo fondo desciende un poco inferior entre el saliente del conducto nasolagrimal y la pared anterior del seno. Está en relación con los premolares y los molares superiores, los cuales suelen proyectar sus raíces en la cavidad del seno <sup>18,20</sup>.
- Borde posterior de la base: corresponde a la tuberosidad del hueso maxilar y a la fosa infratemporal <sup>18,20</sup>.

El ángulo situado en la unión del borde superior con el borde posterior corresponde a la apófisis orbitaria del hueso palatino.

- Vértice: se prolonga en el hueso cigomático <sup>20</sup>.

#### **4. Imagenología tridimensional:**

##### **4.1. Generalidades:**

Los tomógrafos son aparatos de rayos X donde la placa radiográfica es sustituida por un detector. Este aparato fue diseñado por el ingeniero Godfrey Hounsfield en el año 1972. Se emite el haz de radiación que atraviesa al paciente que es recibido por el detector al mismo tiempo que este sistema efectúa movimientos circulares alrededor de la estructura que está siendo capturada. La dirección de los rayos X puede ser de forma perpendicular o axial al eje del cuerpo (tomografía axial computarizada, TAC) o puede ir en forma de cono (tomografía computarizada de haz cónico, CBCT, del inglés *cone beam computed tomography*) <sup>21</sup>.

## **4.2. Tomografía Axial Computarizada:**

Desde 1973, el uso de tomografías axiales computarizadas ha avanzado rápidamente tanto en uso como en desarrollo de equipamiento. Su función es generar imágenes tridimensionales y bidimensionales a partir de estructuras anatómicas escaneadas. Este conjunto de capturas se observa como un volumen y no como imágenes individuales. Estos conjuntos de múltiples planos se obtienen desde cualquier plano elegido.

La evolución de estos equipos ha llevado a la disminución de tiempo en la captura de imágenes, mayor angulación en la rotación de detectores, aumento del número de sensores y ajustes en la dosis de radiación requerida, entre otros <sup>22</sup>.

### **4.2.1. Obtención de imágenes**

En la TAC convencional se adquieren una serie de imágenes a partir de una secuencia de escaneo que tienen una leve separación que concuerda con el avance de la mesa, donde se encuentra el paciente, hasta la siguiente posición de escaneo <sup>21</sup>.

En la TAC helicoidal hay un movimiento simultáneo del tubo emisor de rayos X con la mesa, de modo que el haz escanea en forma de hélice sin pausas, adquiriendo una imagen volumétrica. Los parámetros de desplazamiento del tubo, con el avance de la mesa y el grosor del corte se pueden ir aumentando para disminuir la dosis de radiación utilizada, pero va en desmedro de la calidad de la imagen obtenida. Por lo tanto, esta técnica, a diferencia de la convencional, permite tener cortes continuos y en menor tiempo <sup>21</sup>.

En la TAC multidetector es una variante de la helicoidal, donde se cuenta con mayor cantidad de detectores de rayos X en lugar de uno, mejorando la resolución espacial y temporal <sup>21</sup>.

### **4.2.2. Reconstrucción de imágenes:**

Los pixeles obtenidos del escaneo también tienen un volumen, generando un vóxel. Los algoritmos de reconstrucción asumen que los rayos proyectados que fueron captados por los sensores son paralelos entre sí y perpendiculares al eje longitudinal

de la estructura examinada <sup>22</sup>. Esto se puede realizar lanzando un rayo al bloque de datos para darle volumen a una captura plana o extrayendo la superficie del vóxel generando líneas generando una continuidad de la imagen <sup>23</sup>.

#### **4.3. Tomografía computacional de haz cónico:**

En 1997, Arai y colaboradores, desarrollaron un dispositivo de tomografías computarizadas más compacto que utiliza un haz cónico para uso odontológico, el cual utilizaba un intensificador de imágenes que permitía una mejor manipulación, resolución y disminuir la radiación utilizada. Esto permitió obtener imágenes 3D de tejidos duros (huesos y dientes) de la región maxilofacial, nariz y oído. En un solo escaneo, la fuente de rayos X y su sensor giran alrededor de la cabeza y adquieren 360 imágenes de 1° cada una en 17 segundos (dependiendo del modelo) para luego transformarlas en una imagen de 360° <sup>24</sup>.

##### **4.3.1. Fundamentos de la tomografía computarizada de haz cónico:**

El CBCT utiliza un escáner extraoral que captura imágenes en 3D de las estructuras maxilofaciales. Estos dispositivos utilizan la radiación X en forma de cono que cubre las superficies de la cabeza y cuello que se desea escanear, a diferencia de la matriz plana que usa una tomografía convencional. Este cono irradia zonas de gran volumen, por lo que necesita girar solo una vez alrededor de su objetivo para reconstruirla. Esto permite que se puedan obtener múltiples imágenes en 2D de todos los planos y visualizaciones en 3D con menor exposición a radiación <sup>24</sup>.

##### **4.3.2. Campo de visión:**

Se relaciona con el volumen de escaneo que tenga un dispositivo de CBCT. Esto va a depender del tamaño y forma del detector, geometría del haz y la capacidad de colimar el haz, que puede variar por el objetivo y el fabricante. Según esto, se pueden clasificar en unidades de volumen pequeño, medio y grande <sup>24</sup>:

- Volumen pequeño: abarcan desde el rango de un sextante o cuadrante hasta un maxilar completo. Suelen tener una mejor resolución de imagen porque la dispersión de rayos X se reduce con la reducción del campo que se abarca.

- Volumen medio: se utilizan para escanear ambos maxilares
- Volumen grande: escanean toda la cabeza y cuello. Suelen utilizarse más en planificaciones de ortodoncia e intervenciones quirúrgicas. Su limitación es el campo irradiado, ya que puede disminuir la resolución, a menos que se seleccione un tamaño de vóxel pequeño <sup>24</sup>.

#### **4.3.3. Formación de imágenes en tomografía computarizada de haz cónico:**

En este proceso se pueden identificar dos etapas principales: la adquisición y reconstrucción de imágenes <sup>24</sup>.

##### **4.3.3.1. Adquisición de la imagen:**

Se utiliza generalmente una rotación entre 180° y 360° de la fuente de rayos X y su detector alrededor del paciente por unos 10 a 40 segundos. El campo de escaneo dependerá del tamaño del detector, la forma del haz y la colimación de los rayos. Se obtendrán datos de una secuencia de imágenes en 2D que luego serán agrupados para reconstruir la estructura final en datos volumétricos o 3D.

También se pueden obtener escaneos consecutivos que luego se fusionan en una imagen. Esto se utiliza para combinar varios campos de visión pequeños. El brazo con el detector al realizar movimientos preestablecidos deja zonas de superposición para poder unir estos posteriormente <sup>24</sup>.

##### **4.3.3.2. Reconstrucción de la imagen:**

En esta etapa se procesan las imágenes de los escaneos, realizando correcciones visuales y geométrica para aplicar el algoritmo de reconstrucción. Cuando ya están reconstruidos todos los cortes o planos, se vuelven a combinar para obtener la imagen volumétrica de la estructura. Este tiempo de reconstrucción tiene un tiempo aceptable de 5 minutos, pero dependerá de factores como los parámetros de adquisición de imagen, el equipo que procesa la información y los softwares utilizados para el algoritmo de reconstrucción <sup>24</sup>.

#### **4.3.4. Comparación entre TAC y CBCT:**

El costo del equipamiento del CBCT es 3 a 5 veces menor que el de TAC, siendo además más pequeño y ligero, tiene menos requerimientos requisitos para su instalación, tanto eléctricos como de infraestructura, y es más fácil de manipular.

En cuanto al uso en pacientes, en la máquina de CBCT los pacientes están sentados, permitiendo una posición más natural de la articulación temporomandibular, además de tener un diseño abierto, lo cual elimina la sensación de claustrofobia que provoca la máquina de TAC, siendo más aceptado y cómodo para los usuarios.

En cuanto a la imagen obtenida, el CBCT obtiene una mejor resolución espacial de las estructuras, pero el TAC tiene una resolución de contraste mayor, obteniendo una mejor diferenciación entre los tejidos registrados, diente y hueso principalmente <sup>24</sup>.

#### **4.4. Uso en Odontología:**

Hace un par de décadas el método estándar en el examen complementario de imagenología era la radiografía tradicional o bidimensional, destacando la radiografía periapical y ortopantomografía dentro de las más utilizadas. La tomografía computarizada comenzó en la investigación en Endodoncia en 1990, donde la evolución en el proceso diagnóstico hacia lo tridimensional ha sido en gran parte por la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT, en inglés) en 1997 <sup>25</sup>.

En un principio se comenzó utilizando mallas para representar curvaturas en la determinación de la precisión en la proyección de estructuras en películas de ortopantomografías, pero actualmente los estudios comparativos establecen que las imágenes 3D han mejorado la confiabilidad intraobservadores e interobservadores de puntos de referencia anatómicos <sup>25</sup>.

El uso de las tomografías permitió mejorar las desventajas de la superposición y distorsión de estructuras en la radiografía convencional, además de que permite disminuir el efecto de la influencia de la posición de la cabeza del paciente al ser capturada la imagen <sup>25</sup>.

El CBCT permite realizar diversos análisis para determinar características óseas del paciente, como la calidad de hueso, la topografía y grosor de corticales, volumen óseo, detectar defectos óseos. Por lo tanto, las imágenes utilizadas con esta tecnología

permiten realizar mejores diagnósticos, planificaciones de tratamientos e intervenciones al mostrar las estructuras anatómicas en su tamaño y forma verdadera, permitiendo su análisis con cortes en 2D, proyecciones, reconstrucciones panorámicas, modelación en 2D y 3D <sup>25</sup>.

Todas las áreas de la Odontología se han visto beneficiadas con la evolución de estos procedimientos ya que hace posible visualizar tridimensionalmente todo el territorio bucomaxilofacial y sus relaciones espaciales <sup>24</sup>.

Dentro de los usos está la planificación de implantes; Ortodoncia en cirugía ortognática, grosor del tejido óseo, impactación de dientes; Endodoncia en morfología de sistema de conductos radiculares, reabsorciones radiculares, patologías periapicales, evaluación de fracturas verticales; Patología con detección de tumores, lesiones, anomalías de desarrollo; Traumatología en diagnóstico, planificación y tratamientos de intervenciones quirúrgicas; Periodoncia en evaluación de pérdida ósea, defectos óseos y evaluación de injertos de tejido <sup>24,25</sup>.

Actualmente, el costo económico sigue siendo una limitante para que su uso sea más regular y cotidiano, en comparación a la imagenología tradicional 2D, pero su uso está aumentando rápidamente por aumento en el número de fabricantes y aceptación de esta modalidad <sup>24,25</sup>.

### **5. Uso de los senos maxilares en la identificación de personas:**

La identificación radiológica se utiliza cuando los cuerpos están fragmentados o descompuestos por efecto del entorno, lo cual no permite el uso de métodos más tradicionales, como el examen de ADN o la huella digital <sup>7</sup>. Dentro de las zonas anatómicas más utilizadas en estos casos está el cráneo, la pelvis y los huesos largos<sup>26</sup>. Después de la pelvis, el cráneo es la estructura más fácil para diferenciar el sexo del cuerpo, esto lo vuelve una estructura confiable para el dimorfismo sexual ya que tiene una alta resistencia a las condiciones ambientales adversas, conservando con estabilidad las características dismórficas en comparación con otras piezas esqueléticas <sup>4,5</sup>. Dentro de esto, los senos paranasales son altamente resistentes al trauma al estar situados en zonas relativamente duras del cráneo. Además, son

únicos, por lo que las vías respiratorias sinusales son diferentes en cada individuo, incluso en gemelos idénticos <sup>6</sup>.

La identificación de cuerpos por medio del estudio de exámenes imagenológico de senos paranasales utilizando comparación ha dado resultados positivos en varios casos, pero en el caso de la determinación de sexo, el análisis de los senos maxilares son los que muestran un mayor índice de éxito <sup>7</sup>, realizando mediciones lineales y/o volumétricas, en conjunto con una función de análisis discriminante para ver la precisión del procedimiento <sup>4-6</sup>.

### **Pregunta de investigación**

Según la literatura ¿Se pueden utilizar los senos maxilares en tomografías computarizadas para la determinación del sexo de individuos?

## **Objetivos**

### **General:**

Determinar a través de la literatura la precisión del uso de los senos maxilares en tomografías computarizadas para la determinación del sexo de individuos.

### **Específicos:**

- Determinar los parámetros morfométricos utilizados de los senos maxilares en la determinación de sexo de individuos utilizando tomografías computarizadas en base a los distintos autores.
- Identificar los factores que pueden afectar el grado de precisión en la determinación de sexo de individuos utilizando tomografías computarizadas de senos maxilares en base a la literatura.

## Materiales y métodos

Se realizó una revisión de publicaciones de revistas científicas. Los motores de búsqueda utilizados fueron PubMed, Scopus, Web of Science y Lilacs entre septiembre y octubre del año 2020 con términos relacionados a los senos maxilares, determinación de sexo y tomografía computarizadas.

Los filtros fueron que el idioma sea español o inglés, estudios en humanos y con un máximo de 5 años de antigüedad.

Las estrategias de búsqueda utilizadas en PubMed, Lilacs, Scopus y Web of Science se muestran en las tablas I, II, III y IV, respectivamente.

### Criterios de selección:

Se evaluaron los títulos y resúmenes de los artículos encontrados para eliminar aquellos que no corresponden al área de interés. Se establecieron criterios de inclusión y exclusión para filtrar los artículos según los requerimientos:

Criterios de inclusión: artículos que midieron alguna de las dimensiones de los senos maxilares con CBCT o TAC y las relacionaron con cada sexo.

Criterios de exclusión: artículos que no realizaron un método de discriminación por sexo.

**Tabla I.** Estrategia de búsqueda con las palabras claves en la base de datos de PubMed.

Constructor de búsqueda	Palabras claves	Resultados
#1	maxillary sinus	2967
#2	tomography OR computed tomography OR CT scan OR cone-beam OR cone beam OR cone beam computed tomography OR cone-beam computed tomography OR CBCT	294885
#3	“sex determination” OR “gender determination” OR “sex estimation”	2438

	#1 AND #2 AND #3  maxillary sinus AND (tomography OR computed tomography OR CT scan OR cone-beam OR cone beam OR cone beam computed tomography OR cone-beam computed tomography OR CBCT) AND (“sex determination” OR “gender determination” OR “sex estimation”)	10
--	--	----

**Tabla II.** Estrategia de búsqueda con las palabras claves en la base de datos de LILACS.

Constructor de búsqueda	Términos	Resultados
#1	maxillary sinus	161
#2	tomography OR computed tomography OR CT scan OR cone-beam OR cone beam OR cone beam computed tomography OR cone-beam computed tomography OR CBCT	909
#3	“sex determination” OR “gender determination” OR “sex estimation”	101
	#1 AND #2 AND #3  maxillary sinus AND (tomography OR computed tomography OR CT scan OR cone-beam OR cone beam OR cone beam computed tomography OR cone-beam computed tomography OR CBCT) AND (“sex determination” OR “gender determination” OR “sex estimation”)	1

**Tabla III.** Estrategia de búsqueda con las palabras claves en la base de datos de Scopus.

Constructor de búsqueda	Términos	Resultados
#1	maxillary sinus	4657

#2	tomography OR computed tomography OR CT scan OR cone-beam OR cone beam OR cone beam computed tomography OR cone-beam computed tomography OR CBCT	13172
#3	“sex determination” OR “gender determination” OR “sex estimation”	4793
	#1 AND #2 AND #3  maxillary sinus AND (tomography OR computed tomography OR CT scan OR cone-beam OR cone beam OR cone beam computed tomography OR cone-beam computed tomography OR CBCT) AND (“sex determination” OR “gender determination” OR “sex estimation”)	8

**Tabla IV.** Estrategia de búsqueda con las palabras claves en la base de datos de Web of Science

Constructor de búsqueda	Términos	Resultados
#1	maxillary sinus	3014
#2	tomography OR computed tomography OR CT scan OR cone-beam OR cone beam OR cone beam computed tomography OR cone-beam computed tomography OR CBCT	193837
#3	“sex determination” OR “gender determination” OR “sex estimation”	3244
	#1 AND #2 AND #3  maxillary sinus AND (tomography OR computed tomography OR CT scan OR cone-beam OR cone beam OR cone beam computed tomography OR cone-beam computed tomography OR CBCT) AND (“sex determination” OR “gender determination” OR “sex estimation”)	12

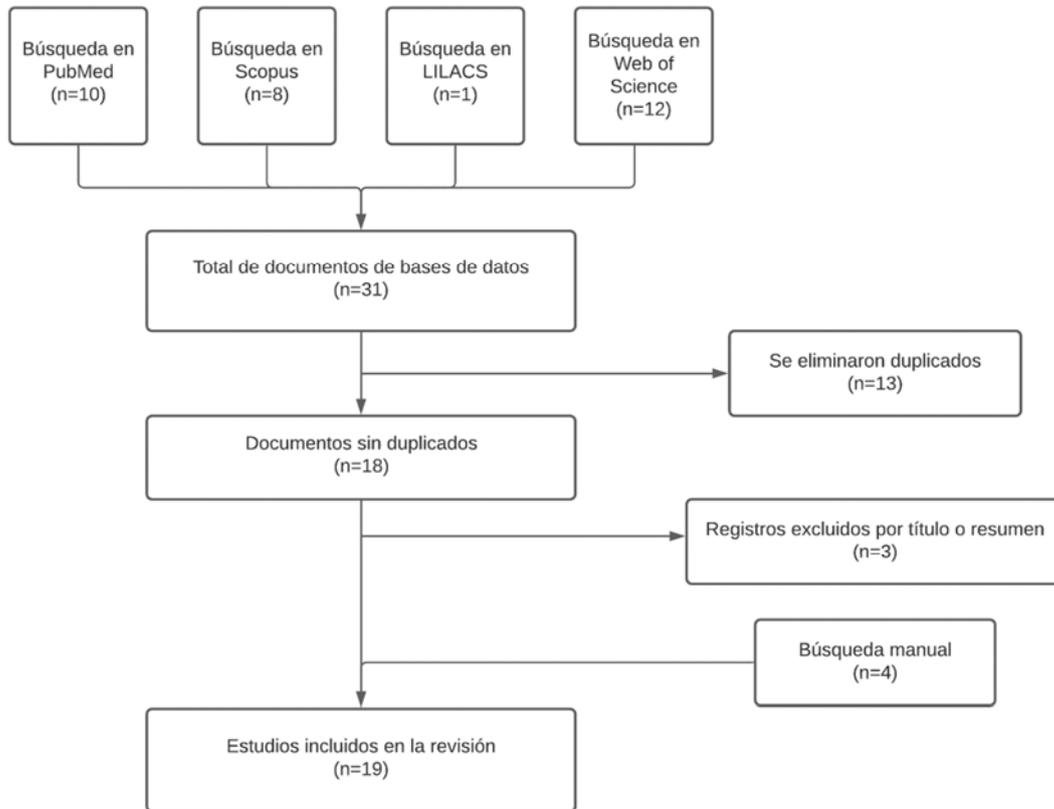
Además, se realizó una búsqueda manual en revistas relacionadas al área de la medicina y odontología legal y forense (Journal of Forensic Sciences, Journal of Forensic Dental Sciences, Forensic Imaging, International Journal of Forensic Odontology, Egyptian Journal of Forensic Sciences, The Egyptian Journal of Forensic Sciences and Applied Toxicology) para encontrar documentos que no aparecieron en las bases de datos electrónicas, tal como se muestra en la tabla V.

**Tabla V.** Cantidad de artículos agregados por búsqueda manual

Revista	Número de artículos incluidos por búsqueda manual
Forensic Imaging	1
The Egyptian Journal of Forensic Sciences and Applied Toxicology	1
International Journal of Forensic Odontology	1
Egyptian Journal of Forensic Sciences	1
Total	4

En la búsqueda se obtuvieron 31 documentos. Después de remover los duplicados (n=13) quedaron 18 para aplicar los criterios de elegibilidad. Se excluyeron 3 documentos por título o resumen, dejando 15 documentos y a través de una búsqueda manual se agregaron 4 más, dando un total de 19 artículos incluidos en esta revisión. Este proceso se resume en la figura 1.

**Figura 1.** Diagrama del filtro de resultados.



## Resultados

Los 19 artículos seleccionados corresponden a estudios observacionales descriptivos de cohortes transversales, donde se mide una o más dimensiones de los senos maxilares en el espacio (largo, ancho, alto y/o volumen) de mujeres y hombres en tomografías axiales computarizadas o de haz cónico y con los datos obtenidos se realiza un análisis de función discriminante para ver el porcentaje de precisión en la determinación del sexo de los individuos.

Los resultados generales de los resultados de precisión se muestran en la tabla VI que indica autor, año, país, parámetros medidos, resultados y conclusión del estudio.

**Tabla VI.** Artículos seleccionados sobre el uso de los senos maxilares en la determinación de sexo.

Autores	Año	País	Parámetros	Resultados	Conclusiones
Teixeira L. y cols. <sup>27</sup>	2020	Brasil	Alto, ancho largo, distancia intersinusal, distancia máxima entre los senos, y volumen (matemático)	Determinación general del sexo fue 73,6%. En hombres un 62% y mujeres un 83,3%	Las mediciones de senos maxilares en imágenes de CBCT se pueden aplicar de forma complementaria en la identificación de sexo.
Ibrahim M. y cols. <sup>28</sup>	2020	Egipto	Largo, ancho, alto y volumen (matemático)	Precisión de 80% en hombres y 88% en mujeres (promedio 84%) con el grupo control. Con un segundo grupo, utilizando la misma fórmula, fue 92% hombres y 92% mujeres (promedio 92%)	El método puede ayudar a identificar sexo de individuos.

Mohamed S. y cols. <sup>29</sup>	2020	Egipto	Alto y ancho	<p>Con el ancho izquierdo un 66% en mujeres y 76% en hombres.</p> <p>Con el alto izquierdo un 100% en mujeres y 98% en hombres.</p> <p>Con el ancho derecho un 64% en mujeres y 78% en hombres.</p> <p>Con el alto derecho un 100% en mujeres y 96% en hombres.</p>	<p>Las medidas de los senos maxilares de los hombres son mayores que en mujeres.</p> <p>La altura del seno maxilar izquierdo es el mejor predictor de determinación de sexo</p> <p>Se pueden utilizar los senos maxilares para la determinación de sexo</p>
Sathawane RS. y cols. <sup>30</sup>	2020	India	Alto, ancho y largo	<p>Precisión de 73% hombres y 69% en mujeres.</p> <p>Promedio de 71%</p>	<p>La altura de los senos maxilares es el predictor más fuerte para la determinación de sexo.</p> <p>Las dimensiones de los senos maxilares de los hombres superaron a los de las mujeres por lo que exhiben dimorfismo sexual entre sexo.</p>
Waluyo R. y cols. <sup>31</sup>	2020	Indonesia	Altura, largo y ancho	<p>81,6% de precisión utilizando altura y largo de los senos</p>	<p>Hay diferencias significativas entre hombres y mujeres en el tamaño de los senos maxilares.</p> <p>Se puede utilizar la técnica para estimar el sexo de personas de Indonesia</p>
Wanzeler A. y cols. <sup>32</sup>	2019	Brasil	Volumen (reconstrucción 3D)	<p>Precisión de 83,75% para hombres y 85,54% para mujeres.</p> <p>Promedio de 84,66%</p>	<p>Es un buen método complementario para la determinación de sexo. Si se usan más estructuras del</p>

					cráneo puede llegar a ser 100% de precisión.
Umeres Alvis M. y cols. <sup>33</sup>	2019	Perú	Altura, largo, ancho y volumen (matemático)	Precisión de 61,36% en hombres y 54,17% en mujeres. Promedio de 58,82%	Es un método efectivo como procedimiento complementario
Farias Gomes A. y cols. <sup>34</sup>	2018	Brasil	Alto, largo, ancho, distancia entre ambos senos y volumen (reconstrucción 3D)	Precisión de 87,78% en mujeres y 80% en hombres. Promedio de 84%. Con una segunda muestra fue de 82,4%.	Se puede utilizar como método complementario en la población brasileña.
Dangore- Khasbage S. y cols. <sup>35</sup>	2018	India	Largo, ancho, alto, volumen (matemático) y ángulo anterolateral.	Precisión de 85% en hombres y 87% en mujeres. Promedio de 86%.	La medida del seno maxilar es un parámetro valioso para la determinación del sexo en la con una relativa buena tasa de precisión.
Nourbakhsh R. y cols. <sup>36</sup>	2018	Irán	Ancho, largo, alto	Precisión de 75,5% para mujeres y 72% para hombres. Promedio de 73,7%.	Es un método efectivo como procedimiento complementario para determinar sexo
Sherif N. y cols. <sup>37</sup>	2017	Egipto	Altura, ancho, largo, distancia intermaxilar	Con el seno derecho fue un 76% de precisión y con el izquierdo un 72%.	El seno maxilar muestra la mayor precisión en la estimación del sexo en comparación con otros senos paranasales.
Radulesco T. y cols. <sup>38</sup>	2017	Francia	Volumen (reconstrucción 3D)	68% fue asignado correctamente en su grupo de sexo.	Las mediciones de volumen de los senos maxilares podrían ser útiles para respaldar la estimación del sexo en la medicina forense.

Bangi BB. y cols. <sup>26</sup>	2017	India	Ancho, alto, largo y volumen (matemático)	Precisión con el seno maxilar derecho 72% hombres y mujeres, seno maxilar izquierdo 72% en hombres y 76% mujeres. Con ambos senos un 84% en hombres 92% en mujeres.	Dado un cráneo de origen desconocido, la determinación del sexo se puede realizar utilizando las dimensiones del seno maxilar mediante TAC.
Urooge A. y cols. <sup>39</sup>	2017	India	Alto, largo, ancho, volumen (matemático), área (matemático) y perímetro (matemático).	Precisión de 68% en hombres y 74% en mujeres. Promedio 71%	Los senos maxilares muestran anatomía variable entre géneros y se puede utilizar como ayuda en la antropología forense para determinar el sexo.
Akhlaghi M. y cols. <sup>40</sup>	2017	Irán	Alto, ancho, largo y distancia entre los senos.	En el grupo de 20 - 34 años utilizando la distancia de los senos la precisión fue de 74,3% En el grupo de 35-49 años utilizando el largo fue de 62,8% En el grupo de 50 años utilizando la altura del seno izquierdo fue de 65,7%	La altura del seno maxilar izquierdo puede tener un valor de discriminación constante para la determinación del sexo en todos los grupos de edad de los adultos iraníes. Se deben sumar parámetros como el volumen para obtener un mayor beneficio de los restos de cráneo en identificación forense.

Prabhat M. y cols. <sup>6</sup>	2016	India	Ancho, alto, largo y volumen (3D)	La precisión con el seno maxilar derecho fue un 80% en hombres y mujeres. Con el izquierdo fue un 66,7% en hombres y 80% en mujeres. Promedio de 73,3%. Con ambos senos maxilares fue un 80% en hombres y 86,7% en mujeres. Promedio de 83,3%	El método puede ayudar a identificar el sexo de individuos.
Paknahad M. y cols. <sup>41</sup>	2016	Irán	Alto, largo, ancho.	Precisión de 74% en hombres y 78% en mujeres. Promedio de 76%	Las mediciones CBCT del seno maxilar se pueden utilizar como una herramienta complementaria para la determinación de sexo en antropología forense.
Möhlhenrich, S. y cols. <sup>42</sup>	2015	Alemania	Volumen (reconstrucción 3D) y superficie del seno maxilar	En cada estado dentario, los hombres tenían senos maxilares más grandes que mujeres. Entre estados distintos, resultados entre hombre y mujeres se solapan.	Aunque en cada estado de la dentición, el seno de la mujer es siempre más pequeño que el de los hombres, no es posible determinar el sexo debido a la superposición de los tamaños del seno maxilar entre los sexos en diferentes denticiones. Por lo tanto, el seno maxilar no es una herramienta adecuada para las investigaciones forenses.

Tambawala S. y cols. <sup>43</sup>	2015	India	Alto, ancho y profundidad	90% de precisión con la altura del seno maxilar derecho y 83,3% altura del seno maxilar izquierdo	La altura de los senos es el mejor predictor de sexo de individuos
------------------------------------	------	-------	---------------------------	---	--

Las principales dimensiones que se midieron fueron <sup>6,26-43</sup>:

- Alto: distancia máxima entre el borde superior e inferior de las paredes de los senos maxilares (en milímetros o centímetros).
- Largo: distancia máxima entre el borde anterior y posterior de las paredes de los senos maxilares (en milímetros o centímetros).
- Ancho: distancia máxima entre el borde mesial y lateral de las paredes de los senos maxilares (en milímetros o centímetros).
- Volumen: espacio que ocupan los senos maxilares (en milímetros o centímetros cúbicos). Hubo dos métodos para obtener esta dimensión:
  - Método matemático: asimilando la estructura a un prisma de base triangular, se utiliza la fórmula de volumen del cuerpo geométrico (largo x ancho x alto x 0,5).
  - Reconstrucción tridimensional: a través del software de análisis imagenológico se realiza una reconstrucción de la estructura.

Otras dimensiones relacionadas a los senos maxilares que se midieron en algunos estudios fueron:

- Distancia intersinusal<sup>27,34,40</sup>: distancia entre las paredes mediales de ambos senos maxilares.
- Distancia máxima entre los senos<sup>37</sup>: distancia entre los puntos más laterales de los senos maxilares.
- Ángulo antero lateral<sup>35</sup>: ángulo formado entre la pared anterior y lateral de los senos maxilares.
- Área<sup>39</sup>: el producto entre el largo por el ancho de los senos maxilares (en milímetros o centímetros cuadrados).

- Perímetro<sup>39</sup>: el doble del largo más el doble del ancho de los senos maxilares (milímetros o centímetros).

Además, algunos autores relacionaron las medidas de los senos maxilares con otras estructuras del cráneo como el canal mandibular, otros senos paranasales y foramen magno<sup>31,32,36</sup>.

Los factores que modificaron el porcentaje de precisión fueron:

- Cantidad de parámetros utilizados para determinar el sexo<sup>6,27-31,33-41,43</sup>: los mejores resultados se obtuvieron utilizando un mayor número de dimensiones relacionadas a los senos maxilares. Tiende a disminuir la precisión con una menor cantidad de parámetros, ya sea menor cantidad de medidas o utilizando solo uno de los senos maxilares.
- Población<sup>6,27-41,43</sup>: las diferencias por grupo étnico o nacionalidad radican en que tienen distintos grados de dimorfismo sexual de la estructura estudiada, por lo tanto, estos presentan una variabilidad al momento de realizar la fórmula de análisis discriminante. Esta es la principal razón por la que ninguna fórmula puede ser utilizada en la población de otro país.
- Cantidad de dientes en el maxilar superior<sup>42</sup>: el volumen del seno maxilar disminuyó en relación con una menor cantidad de dientes en boca, excepto en desdentados totales donde aumentó. Si bien en el grupo de mujeres hubo un menor tamaño de senos maxilares en comparación a hombres, los resultados se solapan cuando se comparan hombres y mujeres con distintas cantidades de dientes.

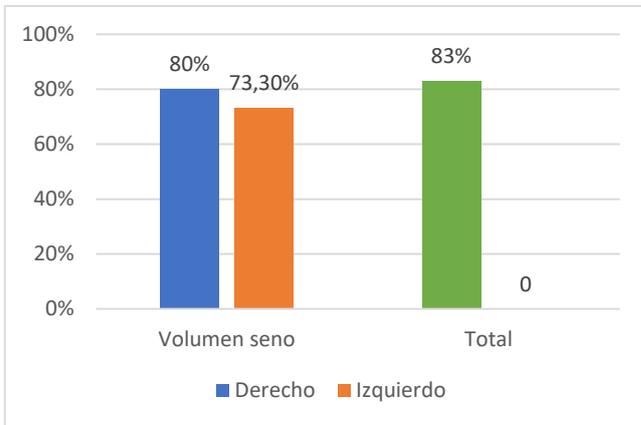
## Discusión

La determinación de sexo es un procedimiento esencial en la identificación forense ya que prácticamente se excluye casi a la mitad de la población<sup>28</sup>. Con el esqueleto completo se tiene un 100% de precisión, con el cráneo y la pelvis tiene un 98% de precisión<sup>30</sup>, 95% solo con la pelvis y entre un 80% y 90% con huesos largos<sup>6,26,43</sup>. El cráneo, después de la pelvis, es la estructura más fácil de asignar el sexo, pero antes de la pubertad no es confiable<sup>32,43</sup>. Las mediciones métricas son las más utilizadas en este procedimiento ya que se consideran más objetivas que los parámetros morfológicos. Por lo tanto, la determinación de sexo es específica para cada población, dependiendo de los factores ambientales, genéticos y étnicos<sup>28</sup>.

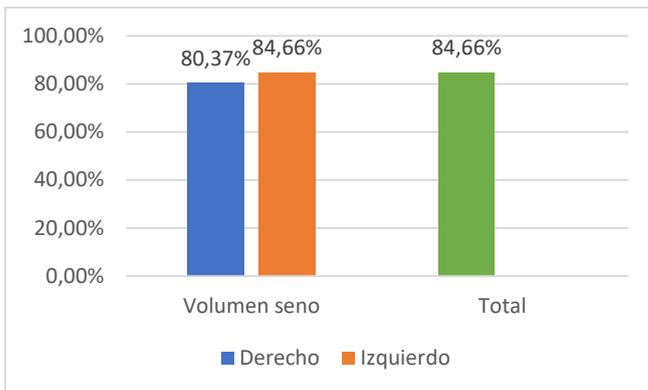
En el procedimiento de determinación de sexo se utilizan estructuras que presenten algún grado de dimorfismo sexual. En este caso, la literatura muestra que los senos maxilares tienen diferencias significativas en el tamaño entre ambos sexos, siendo los de los hombres más grandes que los de las mujeres<sup>6,26-43</sup>. Gracias a estas características esta estructura se puede utilizar para tales fines, obteniendo porcentajes de precisión que van desde un 58,82%<sup>33</sup> a un 92% de precisión<sup>28</sup>.

Diversos autores señalan que, a una mayor cantidad de parámetros medidos, mayor es el grado de precisión obtenido. En el caso de usar uno o ambos senos maxilares, derecho e izquierdo, el estudio de Prabhat<sup>6</sup> indica que utilizando solo el primero obtuvo un 80% de precisión, con el segundo 73,3% y con ambos un 83% (Figura 2). Similar al caso de Wanzeler<sup>32</sup> que resultó un 80,37% de precisión con el derecho, 84,66% con el izquierdo y un 84,66% de precisión con ambos (Figura 3). El aumento más notorio lo tuvo el estudio de Banji<sup>26</sup>, con un 72%, 74% y 88%, con el seno maxilar derecho, izquierdo y ambos, respectivamente (Figura 4).

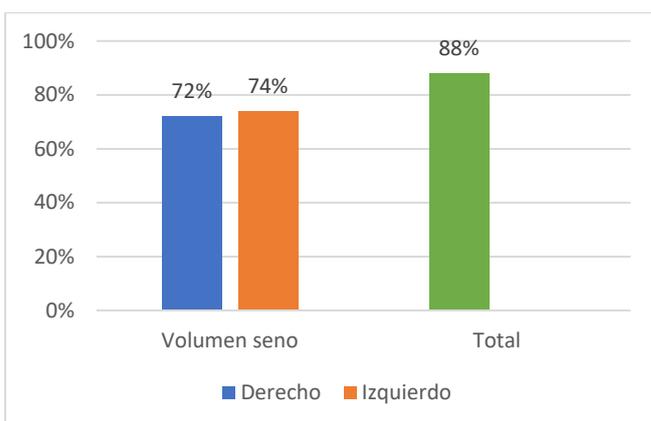
**Figura 2.** Porcentaje de precisión del estudio de Prabhat (2016).



**Figura 3.** Porcentaje de precisión del estudio de Wanzeler (2019)

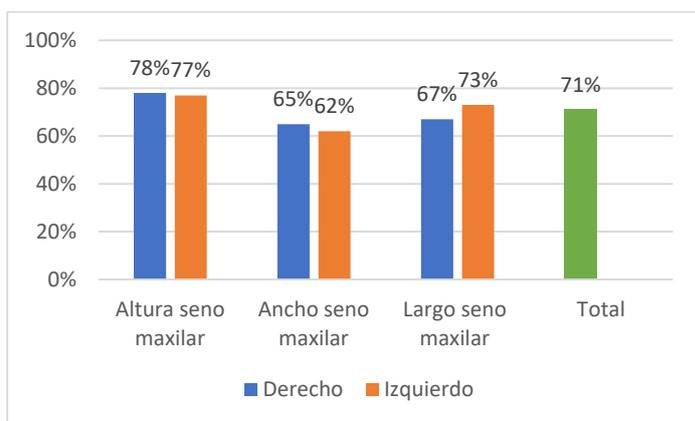


**Figura 4.** Porcentaje de precisión del estudio de Banji (2017)



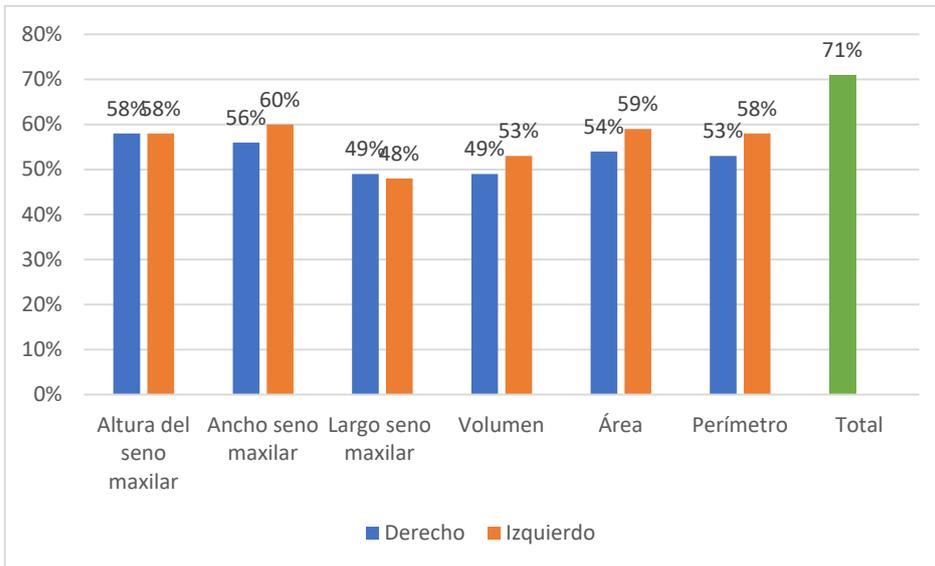
Sathawane<sup>30</sup> por su parte calculó la precisión con las dimensiones largo, ancho y alto por separado, tanto derechas como izquierdas, y obtuvo que el resultado total era menor que el de algunos parámetros por separado (Figura 5). En este caso, la altura de los senos maxilares, sobre todo el derecho, dio la precisión más alta, lo cual se condice con ser la medida con la mayor diferencia estadísticamente significativa entre ambos sexos ( $p < 0,05$ ).

**Figura 5.** Porcentaje de precisión del estudio de Sathawane (2020)

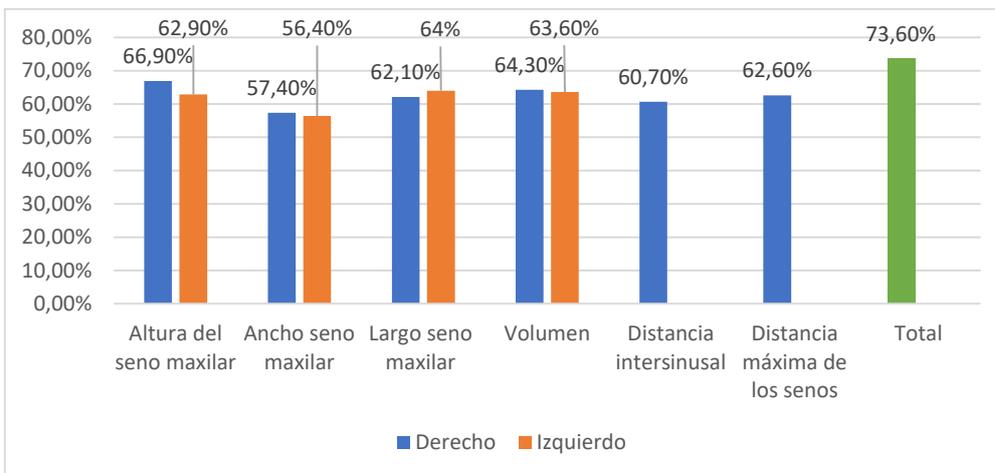


En los estudios que se agregaron otras dimensiones de los senos maxilares también aumentó el porcentaje de precisión. En el estudio de Urooge<sup>39</sup>, además de las medidas principales, se agregó el área y perímetro de las estructuras. Por separado, las estructuras tenían una precisión entre 48% y 60%, pero al realizar la determinación de sexo con todas juntas se alcanzó un 71% de precisión (Figura 6). Teixeira<sup>27</sup> además del largo, ancho, alto y volumen, agregó la distancia intersinusual y la distancia máxima entre los senos. Todas separadas tenían un rango entre el 56,4% y 66,9% de precisión, pero utilizándose todas juntas llega a un 73,6% de precisión (Figura 7). Por su parte, Dangore<sup>35</sup> agregó la medición del ángulo anterolateral de los senos maxilares. Todas sus medidas por separado tenían entre un 57% y 78,5% de precisión, pero al calcular todas juntas obtuvo un 86% de precisión (Figura 8).

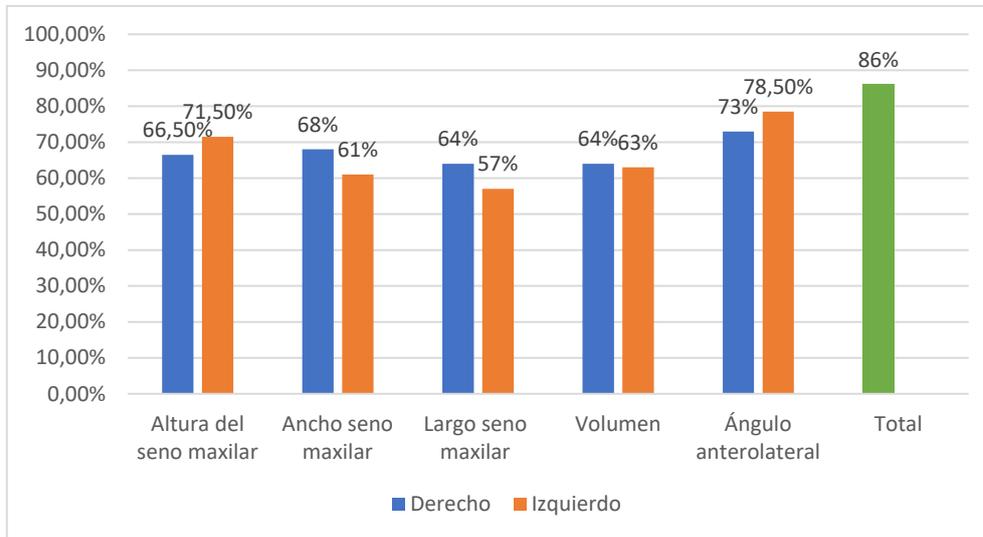
**Figura 6.** Porcentaje de precisión del estudio de Urooge (2017)



**Figura 7.** Porcentaje de precisión del estudio de Teixeira (2020)

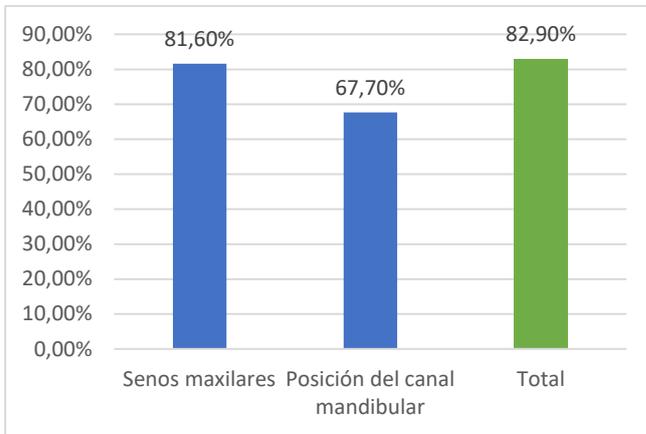


**Figura 8.** Porcentaje de precisión del estudio de Dangore (2018)

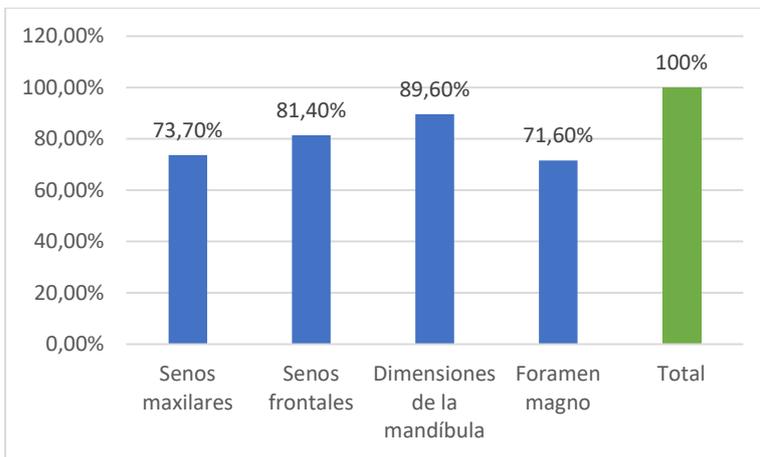


Algunos autores además de medir los senos maxilares también agregaron parámetros de otras estructuras del cráneo para aumentar el rango de precisión. Waluyo<sup>31</sup> calculó la precisión utilizando los senos maxilares y la posición del canal mandibular. Por separado obtuvo un 81,6% y 67,7%, respectivamente, pero cuando usó ambos llegó a un 82,9% (Figura 9). Nourbakhsh<sup>36</sup> utilizó los senos maxilares, senos frontales, dimensiones de la mandíbula y foramen magno. Con cada uno obtuvo precisión entre un 71,6% a 89,6%, pero con todos los parámetros juntos llegó a un 100% de precisión (Figura 10). Similar fue el estudio de Wanzeler<sup>32</sup>, que utilizó los volúmenes de ambos senos maxilares por separado, juntos, les agregó los senos esfenoidales y frontales y por último el foramen magno del hueso occipital, llegando a un 100% de precisión, al igual que el estudio de Nourbakhsh (Figura 11).

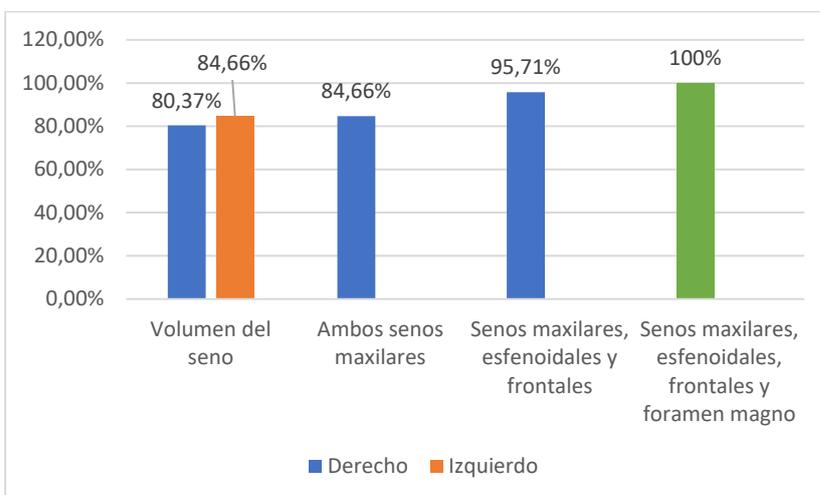
**Figura 9.** Porcentaje de precisión del estudio de Waluyo (2020)



**Figura 10.** Porcentaje de precisión del estudio de Nourbakhsh (2018)



**Figura 11.** Porcentaje de precisión del estudio de Wanzeler (2019)



En cuanto al tipo de población estudiada, dependiendo de la etnia habrá distintos grados de dimorfismo sexual, por lo tanto, la precisión en la determinación de sexo será distinta y también lo serán los parámetros predictores. En los estudios de la población egipcia <sup>28,29,37</sup> se destaca la preponderancia del seno maxilar izquierdo, principalmente la altura, como la medida más confiable al momento de realizar la asignación del sexo. Los artículos de India <sup>6,30,39,43</sup> también señalan que su mejor parámetro predictor es el seno izquierdo, mayoritariamente la altura. En los estudios de Brasil<sup>27,32,34</sup> indican que la medida con mayor grado de dimorfismo, y, por lo tanto, la mejor para diferenciar entre ambos sexos, es la altura de ambos senos maxilares seguido por su largo. Es por esto por lo que, al realizar la fórmula de análisis discriminante, a cada parámetro se le asigna un factor distinto dependiendo de su grado de dimorfismo dentro de la población estudiada, lo cual impide utilizar la misma fórmula en distintas poblaciones.

La influencia de la cantidad de dientes en el maxilar no ha sido muy estudiada en los artículos seleccionados. De hecho, solo 7 artículos<sup>6,30-32,34,39,41</sup> explicitan en sus criterios de selección de sujetos de estudio el estado dentario, el cual es dentados totales en el arco superior. Del resto, solo uno toma en cuenta cómo el estado de desdentado parcial o total afecta en el proceso de determinación de sexo utilizando los senos maxilares<sup>42</sup>.

Möhlhenrich<sup>42</sup> clasificó a usuarios en dentados totales, dentados parciales y edéntulos. Encontró que los senos maxilares de los hombres eran más grandes que los de las mujeres en cada estado dentario y que en ambos sexos el volumen disminuye con una menor cantidad de dientes conservados, excepto en los edéntulos donde aumentaba levemente. Teniendo esto en consideración, señala que no es posible realizar una correcta determinación de sexo de individuos debido a que los resultados comenzaban a solaparse. Por ejemplo, un hombre parcialmente dentado no tenía una diferencia estadísticamente significativa con una mujer dentada total. Por lo tanto, concluye que los senos maxilares no son una buena herramienta en la determinación de sexo de individuos si no se considera la cantidad de dientes presentes en boca.

## **Conclusión**

Según la literatura, el uso de los senos maxilares en tomografías computarizadas tiene una buena precisión en la determinación de sexo de individuos debido a que presentan un dimorfismo sexual descrito como que los hombres presentan dimensiones mayores que las mujeres en esta estructura, por lo tanto, pueden ser utilizados como método complementario cuando otros medios más tradicionales no sean factibles.

Al momento de utilizar esta técnica se deben tener cuenta ciertos factores que van a afectar en el grado de precisión, como lo es la cantidad de parámetros utilizados al momento de realizar una diferencia de sexo, se indica que un mayor número de variables incluidas aumenta la precisión siendo mediciones propias de los senos maxilares o asociadas a otras estructuras craneales; la población objetivo, ya que las diferencias entre etnias se expresan en distintos grados de dimorfismo sexual entre los parámetros medidos dando una mayor ponderación a los que presentan una mayor diferencia, y la cantidad de dientes presentes en el maxilar por su efecto en el tamaño de los senos maxilares.

## Referencias bibliográficas

- (1) Sarode S, Zarkar G, Kulkarni M, Desai R. Role of Forensic Odontology in the World's Major Mass Disasters : Facts and Figures. Dent Update. 2009;36(7):430-436.
- (2) Nagare S, Chaudhari R, Birangane R, Parkarwar P. Sex determination in forensic identification, a review. J Forensic Dent Sci. 2018;10(2):61-66.
- (3) Jehan M, Bhadkaria V, Trivedi A, Sharma S. Sexual Dimorphism of Bizygomatic distance & Maxillary sinus using CT Scan. IOSR-JDMS. 2014;13(3):91-95.
- (4) Sharma, S. K., Jehan, M., & Kumar, A. (2014). Measurements of maxillary sinus volume and dimensions by computed tomography scan for gender determination. J. Anat. Soc. India., 63(1), 36–42.
- (5) Kanthem RK, Guttikonda VR, Yeluri S, Kumari G. Sex determination using maxillary sinus. J Forensic Dent Sci 2015;7:163-7
- (6) Prabhat M, Rai S, Kaur M, Prabhat K, Bhatnagar P, Panjwani S. Computed tomography based forensic gender determination by measuring the size and volume of the maxillary sinuses. J Forensic Dent Sci 2016;8:40-6
- (7) Xavier, Thaís Aparecida; Dias Terada, Andrea Sayuri Silveira; da Silva, Ricardo Henrique Alves (2015). Forensic application of the frontal and maxillary sinuses: A literature review. J. Forensic Radiol. Imaging, 3(2), 105–110.
- (8) Campohermoso OF, Campohermoso O. Odontología Legal y Forense. 2ª ed. La Paz - Bolivia: Edición Digital; 2020.
- (9) Cerritelli A, Anderson R. Guía de INTERPOL para la Identificación de Víctimas de Catástrofes (IVC). INTERPOL. 2018
- (10) Quesada C, López J. Historia de la identificación personal: Desde el reconocimiento facial hasta el adn dental. Rev biocs. 2019;14(2):8–10–14.

- (11) Toribio L, Soto H. La estomatología forense en situaciones de desastres Rev cubana Estomatol. 1995;32(1):53-9
- (12) Rodriguez J. La antropología forense en la identificación humana. 1ª ed. Bogotá: Editora Guadalupe Ltda; 2004.
- (13) Lagos D, Bravo L, Ramos JL, Ciocca L. Docencia e Investigación en Odontología Legal en Chile: Situación y Desafíos Actuales. Int. J. Odontostomat. 2018;12(3): 274-279. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2018000300274>.
- (14) Payne J, Byard R. Encyclopedia of Forensic and Legal Medicine, 2ª ed. Oxford: Elsevier; 2015.
- (15) Sweet D. Forensic dental identification. Forensic Sci Int. 2010;201(3):3-4. doi: 10.1016/j.forsciint.2010.02.030
- (16) Ramakrishnan K et al. Sex determination in forensic odontology: A review. J Pharm Bioallied Sci. 2015;7(2): 398-402 doi:10.4103/0975-7406.163469
- (17) Bustamante F, Fuentes R, Flores T, Sanhueza A. Relación entre Índice Facial Superior e Índice Nasal en Cráneos Chilenos Adultos. Int. J. Morphol. 2011;29(3): 810-815. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022011000300023>.
- (18) Whyte, A., & Boeddinghaus, R. (2019). The maxillary sinus: physiology, development and imaging anatomy. Dentomaxillofacial Radiology, 20190205. doi:10.1259/dmfr.20190205
- (19) Whyte, A., & Boeddinghaus, R. (2019). The maxillary sinus: physiology, development and imaging anatomy. Dentomaxillofacial Radiology, 20190205. doi:10.1259/dmfr.20190205
- (20) Rouviere H, Delmas A. Anatomía humana: descriptiva, topográfica y funcional. 11.ª ed. Barcelona: Masson; 2005.
- (21) S. Hernández Muñiz; M. Mitjavila Casanovas (2006). Introducción a la tomografía computarizada. Rev Esp Med Nucl , 25(3), 206–214. doi:10.1157/13088421

- (22) El-Khoury, Georges Y. MD; Bennett, Lee D. MD; Ondr, Gerald J. MD Multidetector-Row Computed Tomography, J Am Acad Orthop Surg: January 2004 - Volumen 12 - Edición 1 - p 1-5
- (23) Rydberg Jonas, Liang Yun. Musculoskeletal Applications of Multichannel Computed Tomography; Seminars in Musculoskeletal Radiology, Volume 8, Number 2, 2004
- (24) Nasseh I, Al-Rawi W. Cone Beam Computed Tomography. Dent Clin N Am. 2018;62(3):361-391.
- (25) Afrashtehfar K. Comparison between traditional and three-dimensional radiography in Dentistry. ADM. 2012;69(3):114-119.
- (26) Bangi BB, Ginjupally U. 3D Evaluation of Maxillary Sinus Using Computed Tomography: A Sexual Dimorphic Study. International Journal of Dentistry. 2017;2017:4.
- (27) Teixeira L, Walewski L, de Souza Tolentino E, Iwaki L, Silva M. Three-dimensional analysis of the maxillary sinus for determining sex and age in human identification. J Forensic Imaging. 2020;22:200395.
- (28) Ibrahim M, Abdel-Karim R, Ibrahim M, Dar U. Comparative study of the reliability of frontal and maxillary sinuses in sex identification using multidetector computed tomography among Egyptians. J Forensic Imaging. 2020;22:200390.
- (29) Mohamed S, Abdallah A, Aaid A, Ahmed E. Human sex identification from frontal and maxillary air sinuses using ct scan. Egypt j forensic sci app tox. 2020;20(2):31-43.
- (30) Sathawane RS, Sukhadeve VA, Chandak RM, Lanjekar AB, Moon GV. Sex determination by maxillary sinus dimensions using cone-beam computed tomography and discriminant function: An analytical study. Int J Forensic Odontol 2020;5:19-22.
- (31) Waluyo R, Priaminiarti M, Yuniastuti M, Soedarsono N, Susilo B. Measurements of sex-related differences in maxillary sinus and mandibular canal characteristic using cone beam computed tomography. J Forensic Imaging. 2020;21:200371.

- (32) Wanzeler A, Alves-Júnior S, Ayres L, da Costa Prestes M, Gomes J, Tuji F. Sex estimation using paranasal sinus discriminant analysis: a new approach via cone beam computerized tomography volume analysis. *Int J Legal Med.* 2019;133(6):1977-1984.
- (33) Umeres-Alvis M. Morfometría del seno maxilar para estimar el sexo. *Rev Cient Odontol (Lima).* 2019; 7 (1): 23-33.
- (34) Farias Gomes A, de Oliveira Gamba T, Yamasaki M, Groppo F, Haiter Neto F, Possobon R. Development and validation of a formula based on maxillary sinus measurements as a tool for sex estimation: a cone beam computed tomography study. *Int J Legal Med.* 2018;133(4):1241-1249.
- (35) Dangore- Khasbage S, Bhowate R. Utility of the morphometry of the maxillary sinuses for gender determination by using computed tomography. *Dent Med Probl.* 2018;55(4):411-417.
- (36) Nourbakhsh R, Razi S, Razi T. Evaluation of relation of dimensional measurement of different anatomic skull structures to determine sexual dimorphism in cone beam CT images of an Iranian population, *J Res Med Dent Sci*, 2018, 6 (3):33-38, DOI: 10.5455/jrmds.2018636
- (37) Sherif N, Sheta A, Ibrahim M, Kaka R, Henaidy M. Evaluation of the paranasal sinuses dimensions in sex estimation among a sample of adult Egyptians using multidetector computed tomography. *J Forensic Radiol Imaging.* 2017;11:33-39.(37)
- (38) Radulesco T, Michel J, Mancini J, Dessi P, Adalian P. Sex Estimation from Human Cranium: Forensic and Anthropological Interest of Maxillary Sinus Volumes. *J Forensic Sci.* 2017;63(3):805-808.
- (39) Urooge A. Sexual Dimorphism of Maxillary Sinus: A Morphometric Analysis using Cone Beam Computed Tomography. *J clin diagn.* 2017.
- (40) Akhlaghi M, Bakhtavar K, Kamali A, Maarefdoost J, Sheikhzadi A, Mousavi F et al. The diagnostic value of anthropometric indices of maxillary sinuses for sex determination using CT-scan images in Iranian adults: A cross-sectional study. *J Forensic Leg Med.* 2017;49:94-100.

(41) Paknahad M, Shahidi S, Zarei Z. Sexual Dimorphism of Maxillary Sinus Dimensions Using Cone-Beam Computed Tomography. *J Forensic Sci.* 2016;62(2):395-398.

(42) Möhlhenrich, S. Heussen, N. Peters, F. Is the Maxillary Sinus Really Suitable in Sex Determination? A Three-Dimensional Analysis of Maxillary Sinus Volume and Surface Depending on Sex and Dentition. *Journal of Craniofacial Surgery.* 2015; 26(8), e723–e726. doi:10.1097/scs.0000000000002226

(43) Tambawala S, Karjodkar F, Sansare K, Prakash N. Sexual dimorphism of maxillary sinus using cone beam computed tomography. *Egypt J Forensic.* 2016;6(2):120-125.