



UNIVERSIDAD  
**Finis Terrae**

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

**RENDIMIENTO DE TOMOGRAFÍA CONE BEAM EN OÍDO:  
REVISIÓN NARRATIVA DE LA LITERATURA**

DANAE LAGOS ESPINOZA  
CAMILA LAM SAÉZ

Tesis presentada a la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae  
para optar al grado de Cirujano Dentista

Profesor guía: Dr. Daniel Pinto Agüero

Santiago, Chile

2018

## INDICE

RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO.....	3
<b>1 OÍDO</b> .....	3
<b>1.1 Anatomía de oído:</b> .....	3
<b>1.2 Funciones del oído:</b> .....	5
<b>1.3 Fisiología de la audición:</b> .....	5
<b>2 TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA TIPO CONEBEAM</b> .....	8
<b>2.1 Generalidades de TCCB:</b> .....	8
<b>2.2 Formación de imagen con TCCB:</b> .....	9
<b>2.3 TCCB versus TAC:</b> .....	10
<b>2.4 ventajas del uso de TCCB:</b> .....	11
<b>2.5 Limitaciones de la técnica TCCB:</b> .....	12
<b>2.6 Dosis de radiación de TCCB:</b> .....	12
<b>3 APLICACIÓN CLINICA DE TCCB</b> .....	14
<b>3.1 Aplicaciones en región maxilofacial:</b> .....	14
<b>3.2 Aplicación en endodoncia:</b> .....	15
<b>3.3 Aplicación en implantología:</b> .....	16
<b>3.4 Aplicación en ortodoncia:</b> .....	17
<b>3.5 Aplicación en articulación temporomandibular (ATM):</b> .....	18
<b>3.6 Aplicación en identificación de fracturas dentales:</b> .....	19
<b>3.7 Aplicación en periodoncia:</b> .....	20
<b>3.8 Aplicación en odontología forense:</b> .....	20
<b>4 RENDIMIENTO EN OTORRINOLARINGOLOGÍA</b> .....	21
<b>4.1 Aplicación de TCCB en otorrinolaringología:</b> .....	21
<b>4.2 Tipos de exámenes para evaluar oído:</b> .....	22
<b>4.3 Visualización de estructuras a partir de TCCB:</b> .....	22
<b>4.4 Aplicación en visualización de foramen timpánico:</b> .....	23
<b>4.5 Aplicación en Implante coclear:</b> .....	24
OBJETIVOS .....	25
<b>Objetivo general:</b> .....	25
<b>Objetivos específicos:</b> .....	25

MATERIAL Y METODOS .....	26
<b>5.1 Metodología de Investigación:</b> .....	26
<b>5.2 Aspectos éticos: No solicitud de consentimiento informado:</b> .....	27
RESULTADOS.....	28
DISCUSIÓN: .....	36
CONCLUSIÓN .....	41
BIBLIOGRAFÍA .....	43
ANEXOS.....	50
<b>Anexo 1.</b> .....	50
<b>Figura 1: Selección de papers</b> .....	50
<b>Anexo 2.</b> .....	54
<b>Figura 1: Resolución dispensa de consentimiento informado.</b> .....	54
<b>Anexo 3</b> .....	55
<b>Grafico 1: Selección de papers según tipo.</b> .....	55
<b>Grafico 2: Resultados según temática.</b> .....	55

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anatomía de oído I.....	11
Figura 2. Anatomía de oído II.....	13
Figura 3. Fisiología de la audición.....	15
Figura 4. Espectro de audición.....	15
Figura 5. Reconstrucción panorámica TCCB.....	23
Figura.6. Imágenes transversales en tercer molar.....	23
Figura 7. Aplicación de cone beam para visualizar lesión apical.....	24
Figura 8. TCCB en implantología.....	25
Figura 9. Imágenes laterales obtenidas con CBCT para valoración ortodóncica.....	26
Figura 10. Tomografía computarizada cone beam en ATM.....	27
Figura 11. Imagen TCCB de cadena osicular.....	30
Figura 12. Posición regular de la matriz de electrodos.....	34
Figura 13. Dislocación escalar.....	34

## **RESUMEN**

La imagenología ha generado grandes aportes para la salud, permitiendo al ser humano la observación de estructuras que no eran posibles de observar. Es así como su evolución en el tiempo ha permitido un avance importante como apoyo diagnóstico, convirtiéndose en un verdadero instrumento para la resolución y conocimiento de enfermedades.

El uso de TCCB no se ha limitado solo para el área oral y maxilofacial, sino que también para cabeza y cuello, es por esto, que ha ido ganando implicancia en el área de otorrinolaringología, siendo utilizado en oído medio para el diagnóstico de displasias, malformaciones, lesiones traumáticas, erosión, adelgazamiento del laberinto óseo y control de posición de implantes cocleares.

El siguiente estudio tiene como propósito la realización de una revisión narrativa de la literatura sobre el rendimiento de la tomografía computarizada cone beam en oído.

Se realizó una Revisión de la literatura, revisando artículos de la base de datos de Pubmed y EBSCO, de los cuales se realizó selección en forma individual de los papers por cada una de las examinadoras, donde se incluyeron todos los artículos de todo tipo de diseño metodológico, publicaciones en inglés y español, de ambos sexos y aplicados en toda edad, estudios de evaluación en oído TCCB, patologías en oído, aplicación de TCCB en otorrinolaringología, publicados entre el 01 de enero de 2012 y el 31 de diciembre de 2017. En caso de discordancia en algún paper, se solicitó a un tercer participante que evaluara dicho paper, en este caso al Docente tutor; Dr. Daniel Pinto Agüero. Se excluyeron todos aquellos textos incompletos (solo título y abstract) y aplicaciones anteriores al año declarado.

## **ABSTRACT**

Imaging has generated great contributions to health, allowing the human being to observe structures that were not possible to observe. This is how its evolution over time has allowed an important advance as diagnostic support, becoming a true instrument for the resolution and knowledge of diseases.

The use of TCCB has not been limited only to the oral and maxillofacial area, but also to the head and neck, which is why it has gained importance in the area of otorhinolaryngology, being used in the middle ear for the diagnosis of dysplasias, malformations, traumatic injuries, erosion, thinning of the bone labyrinth and position control of cochlear implants.

The purpose of the following study is to conduct a narrative review of the literature on the performance of conebeam computed tomography in the ear.

A review of the literature was made, reviewing articles from the Pubmed and EBSCO database, of which an individual selection of papers was made by each of the examiners, where all articles of all types of methodological design were selected, publications in English and Spanish, of both sexes and applied in all ages, evaluation studies in TCCB ear, pathologies in ear, application of TCCB in otorhinolaryngology, published between January 1, 2012 and December 31, 2017. In case of disagreement in any paper, a qualified third party was asked to evaluate said paper, in this case the tutor; D r. Daniel Pinto Agüero. For this, excluding all those incomplete texts (only title and abstract) and applications prior to the declared year.

## INTRODUCCIÓN

La imagenología ha generado grandes aportes para la salud, permitiendo al ser humano la observación de estructuras que no eran posibles de observar. Es así como su evolución en el tiempo ha sido un avance importante en cuanto a diagnóstico, convirtiéndose en un verdadero instrumento para la resolución y conocimiento de enfermedades <sup>1</sup>.

Con el paso del tiempo, la generación de nuevos equipos imagenológicos cada vez más avanzados ha permitido al odontólogo obtener imágenes digitales tridimensionales con mayor exactitud de información <sup>2</sup>, ayudando a la formación del diagnóstico y plan de tratamiento en rehabilitación oral, teniendo aplicaciones en odontología como endodoncia, implantología y ortodoncia, entre otras <sup>1</sup>.

El ingreso de la tomografía computarizada tipo cone beam (TCCB), ha permitido la visualización con detalle de estructuras calcificadas, piezas dentarias, tejido óseo y contorno de algunas estructuras blandas cuando están rodeadas de estructuras con densidad diferente <sup>3</sup>, permitiendo seccionar en planos axial, coronal y sagital <sup>2</sup>.

El uso de TCCB no se limita solo para el área oral y maxilofacial, sino que también para cabeza y cuello, es por esto, que ha ido ganando implicancia en el área de otorrinolaringología, siendo utilizado en oído medio para el diagnóstico de displasias, malformaciones, lesiones traumáticas, erosión, adelgazamiento del laberinto óseo y control de posición de implantes cocleares, ente otros <sup>4</sup>.

Este tipo estudio imagenológico, ha mostrado pocas limitaciones en la visualización de las estructuras pequeñas del oído medio e interno, estructuras óseas que se pueden visualizar tanto en oídos normales como patológicos, además ofrece una menor exposición a radiación comparado a otros exámenes imagenológicos. Además, es de fácil manejo para la obtención de imágenes, donde su principal aplicación es base de cráneo anterior y lateral <sup>5</sup>.

Si bien es cierto, la TCCB no es una alternativa ampliamente conocida para su aplicación en otorrinolaringología, esto a su vez constituye una ampliación del campo para el desarrollo de estudios comparativos de diferentes modalidades imagenológicas <sup>6</sup>. No obstante, se hace necesario realizar una revisión sistemática de la bibliografía, con el fin de conocer más acerca del estado del arte respecto de esta técnica en particular y así justificar su uso como examen complementario.

# MARCO TEÓRICO

## 1 OÍDO

### 1.1 Anatomía de oído:

El oído es un órgano vestibulo-coclear, cuyas funciones son audición y equilibrio. Anatómicamente, la oreja se divide en tres zonas de acuerdo con su ubicación en el cráneo, oído externo, medio e interno <sup>7</sup>.

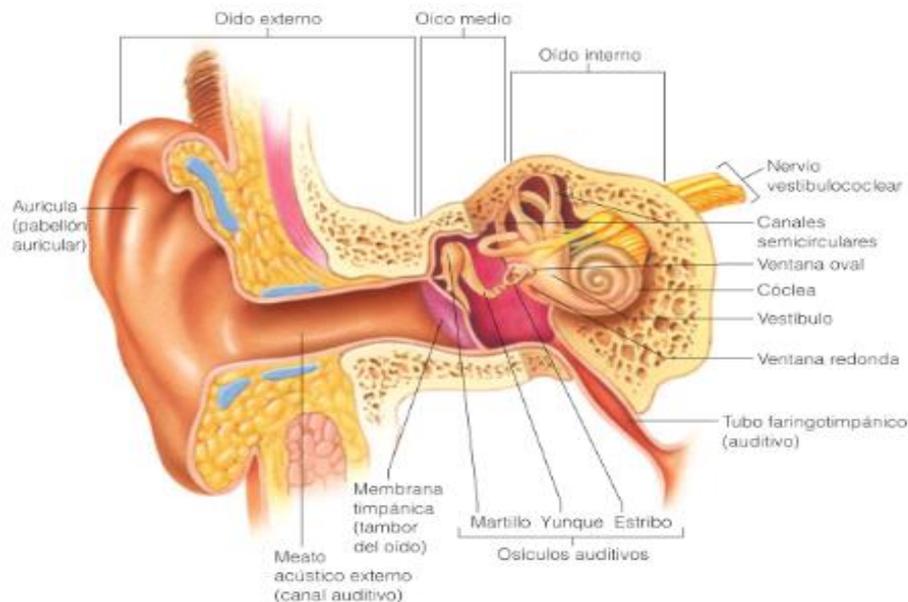


Figura 1. Anatomía de oído I. Libro: anatomía y fisiología humana, Elaine N Marieb. Halyoke community college, 9ª edición, año 2008.

El oído externo, se encuentra formado por la aurícula y canal auditivo. La aurícula (o pabellón auricular) es una estructura con forma de concha que rodea la abertura del canal auditivo, este canal es una cámara corta y estrecha tallada en el hueso temporal del cráneo. En sus paredes, como la piel, se encuentran las glándulas ceruminosas, que secretan cera denominada cerumen, que proporciona una protección frente a cuerpos extraños <sup>8</sup>.

El oído medio, es una pequeña cavidad rodeada de mucosa y llena de aire dentro del hueso temporal. Se encuentra lateral al tambor del oído y en su parte medial separado por una pared ósea con dos aberturas, la ventana oval y

la ventana redonda inferior cubierta por membrana. El tubo faríngeo-timpánico (o trompa de Eustaquio) se extiende de forma oblicua hacia abajo para unir el oído medio a la garganta, y las mucosas que rodean a las dos zonas son continuas. Normalmente, la trompa de Eustaquio es plana y cerrada, pero al tragar o bostezar puede abrirse brevemente para igualar la presión de la cavidad del oído medio con la presión externa <sup>9</sup>.

La cavidad timpánica, es una cavidad llena de aire comprendida entre el hueso temporal, CAE y oído interno, la cual contiene tres huesos denominado por su forma, son el martillo, yunque y estribo, la que, suspendida por sus ligamentos, establece conexión entre la membrana timpánica y el oído interno <sup>7</sup>. Cuando se mueve el tambor del oído, el martillo también se mueve y transfiere la vibración al yunque. El yunque, por su parte, pasa la vibración al estribo, que presiona en la ventana oval del oído interno. El movimiento de la ventana oval permite el movimiento de los líquidos del oído interno, lo que posteriormente excita a los receptores auditivos <sup>8</sup>.

El oído interno, permite la audición y el equilibrio, se encuentra conformado por la cóclea en espiral, el vestíbulo y los canales semicirculares <sup>7</sup>.

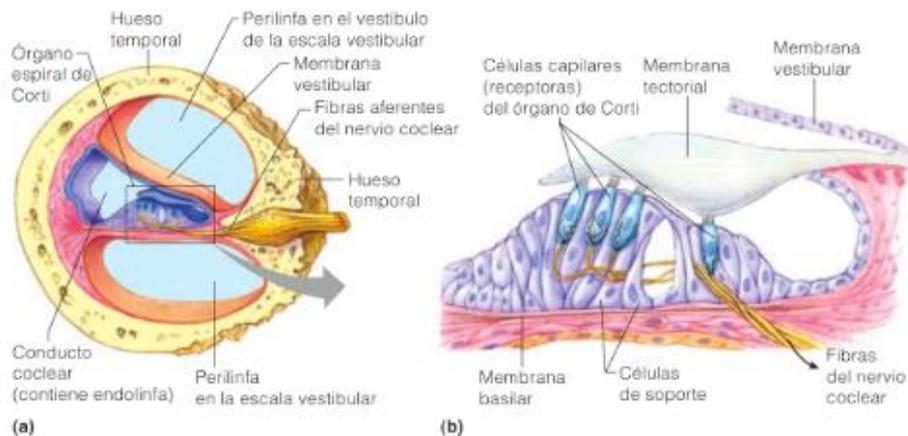


Figura 2. Anatomía del oído II. Libro: anatomía y fisiología humana, Elaine N Marieb. Halyoke community college, novena edición, año 2008.

## **1.2 Funciones del oído:**

La generación de la sensación auditiva en el ser humano es un proceso extremadamente complejo, el cual se desarrolla en tres etapas básicas, primero la captación y procesamiento mecánico de las ondas sonoras, luego una conversión de la señal acústica (mecánica) en impulsos nerviosos y transmisión de dichos impulsos hasta los centros sensoriales del cerebro y por último el procesamiento neural de la información codificada en forma de impulso nervioso <sup>10</sup>.

La audición comienza en el oído externo, cuando se produce un sonido fuera del oído externo, las ondas sonoras o vibraciones, viajan hasta el conducto auditivo externo y golpean el tímpano, el cual vibra y llega a los huesecillos amplificando el sonido y transmitiendo las ondas sonoras al oído interno, una vez acá, se convierten en impulsos eléctricos que el nervio auditivo envía al cerebro, traduciéndolo en sonido <sup>11</sup>.

El equilibrio es determinado por el sistema vestibular, el cual participa en la detección de cambios de posición o movimientos de la cabeza. Cuando esta función es alterada, se produce vértigo e inestabilidad <sup>7</sup>.

## **1.3 Fisiología de la audición:**

En el conducto coclear, el laberinto membranoso de la cóclea que contiene endolinfa es llamado el órgano espiral de Corti es el elemento sensitivo del oído interno, siendo la primera estación neurológica hasta llegar a la corteza auditiva donde el impulso es percibido de forma consciente <sup>12</sup>. Las ondas sonoras que llegan a la cóclea mediante vibraciones del tambor del oído, los osículos y la ventana oval ponen los líquidos cocleares en movimiento. A medida que las ondas sonoras se transmiten mediante los osículos desde el tambor del oído hasta la ventana oval, su fuerza (amplitud) se ve aumentada por la actividad de

palanca de los osículos. De esta forma, casi el total de la fuerza ejercida en el tambor del oído alcanza a la ventana oval que, a su vez, pone los líquidos del oído interno en movimiento, y las ondas de presión crean vibraciones en la membrana basilar. Las células receptoras, colocadas en la membrana basilar del órgano espiral de Corti, se estimulan cuando las vellosidades se inclinan por el movimiento de la membrana tectoria, similar al gel que se encuentra sobre ellas <sup>13</sup>.

En general, los sonidos de gran alcance afectan a las fibras más cortas de la membrana basilar y estimulan a las células receptoras cercanas a la ventana oval, mientras que los sonidos de escaso alcance afectan a las fibras largas y activan células capilares específicas muchos más allá de la cóclea. Una vez estimuladas, las células capilares transmiten impulsos a lo largo del nervio coclear (división del nervio craneal VIII, vestíbulo-coclear) hasta la corteza auditiva del lóbulo temporal, donde se interpreta el sonido <sup>13</sup>.



Figura 3. Fisiología de la audición. Libro: anatomía y fisiología humana, Elaine N Marieb. Halyoke community college, novena edición, año 2008.

Cuando los mismos sonidos llegan hasta el oído, los receptores auditivos tienden a adaptarse a dichos sonidos, y dejamos de ser conscientes de ellos. Este es el motivo por el que el zumbido continuo de un motor en funcionamiento no llama la atención después de los primeros segundos <sup>8</sup>.

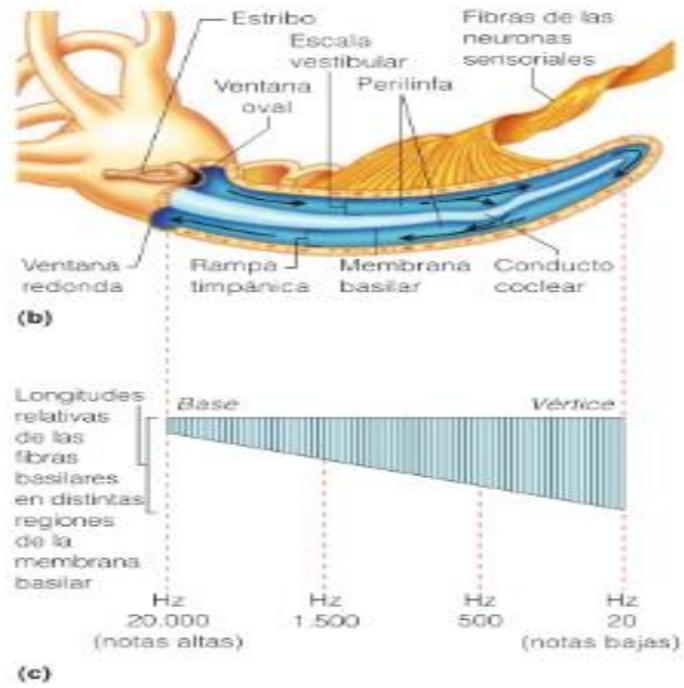


Figura 4. Espectro de audición. Libro: anatomía y fisiología humana, Elaine N Marieb. Halyoke community college, novena edición, año 2008.

## **2 TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA TIPO CONEBEAM**

### **2.1 Generalidades de TCCB:**

Es una técnica radiológica disponible desde 1998 en Medicina Dental y Oral en la que un volumen cilíndrico se adquiere con un haz de rayos X cónico durante una rotación alrededor de la cabeza del paciente. Esta técnica reemplaza cada vez más los procedimientos radiológicos convencionales debido a la posibilidad de reconstrucciones arbitrarias y vistas libres de superposición <sup>12</sup>.

Las radiografías convencionales han proporcionado información importante para el diagnóstico odontológico. Sin embargo, representan imágenes bidimensionales de objetos tridimensionales con una superposición significativa y una estructura de aumento impredecible. A diferencia de la tomografía computarizada tipo cone beam (TCCB), esta permite una visualización 3D de las estructuras dento-alveolares, excluyendo las principales limitaciones de las radiografías convencionales <sup>13</sup>.

La tomografía computarizada se divide en dos categorías, según el formato del haz de rayos X:

- Tomografía computarizada tradicional, en haz de rango (TAC)
- Tomografía computarizada volumétrica, en haz volumétrico (TCCB)

Ambos permiten la obtención de imágenes en cortes de la región dento-maxilar. Teniendo como diferencia la ingeniería, dimensiones del equipo, principio por el cual se obtiene y procesa la imagen, dosis de radiación y costo del equipo <sup>14</sup>.

La tomografía Computarizada Tradicional (TAC) requiere de múltiples vueltas según requiera el grosor del corte y tamaño de la estructura, produciendo una mayor exposición a la radiación para el paciente, en cambio, con TCCB debido a su haz de rayos-x en forma de cono, necesita apenas de un giro de 360° alrededor del área de interés para obtener la información necesaria para la reconstrucción de las imágenes <sup>15</sup>. Además, la dosis de radiación recibida por el paciente muy baja, teniendo en consideración que setenta y cinco veces TCCB equivalen a un solo TAC convencional <sup>16</sup>.

Se ha descrito que TCCB es una alternativa de baja dosis de radiación con calidad de imagen superior al TAC para imágenes de implante coclear postoperatorio (CI), pero, hasta donde se sabe, no se han publicado comparaciones de calidad de imagen comparadas con la dosis <sup>17</sup>.

## **2.2 Formación de imagen con TCCB:**

Al término del examen TCCB, la secuencia de imágenes base (raw data) es reconstruida para generar una imagen volumétrica en 3D por medio de un software específico de reconstrucción que funciona con algoritmos, instalado en un computador tradicional CPU con características mejoradas para una óptima visualización del caso clínico <sup>18</sup>.

Después de que el rayo pasa a través del paciente, el rayo restante se captura en un panel plano de silicio amorfo o intensificador de imagen o dispositivo acoplado a la carga (CCD), según sea el tipo de equipo, el receptor va evolucionando según el fabricante y tecnología. El diámetro del haz varía de 4 a 30 cm y expone la cabeza en una pasada alrededor del paciente capturando de 160 a 599 imágenes de base. Estas imágenes se utilizan para calcular un volumen a partir del cual se pueden extraer reconstrucciones planas o curvas en cualquier orientación <sup>19</sup>.

El volumen total de área escaneada presenta un formato cilíndrico, de tamaño variable de acuerdo con la marca del equipo, y se compone unitariamente por el voxel. En TCCB, el voxel es llamado isométrico, el cual presenta altura, ancho y profundidad de iguales dimensiones. Cada lado del voxel presenta dimensiones sub-milimétrica (menores a 1 milímetro, generalmente de 0,119 a 0,4 milímetro) y, por tanto, la imagen de la TCCB presentará muy buena resolución <sup>15</sup>.

### **2.3 TCCB versus TAC:**

La diferencia fundamental entre TCCB y TAC es que el primero utiliza un haz en forma de cono y un detector de área que captura un volumen completo de imagen en una sola rotación donde no se requiere movimiento del paciente. Por otro lado, el TAC utiliza un haz de rayos X estrechamente colimado y en forma de abanico y un grupo lineal de detectores. Aquí, el paciente debe moverse continuamente a lo largo del pórtico mientras el haz de rayos X gira alrededor de él <sup>20</sup>.

En la mayoría de los servicios convencionales el TC Dental no se ha utilizado ampliamente debido a la alta dosis de radiación, el costo del procedimiento y la falta de familiaridad del dentista con la interpretación de los resultados de la TC <sup>17</sup>.

El uso de TCCB permite un diagnóstico mejorado y la seguridad del paciente en la exposición a radiación. En comparación con el TAC, TCCB tiene alta precisión y sensibilidad y puede capturar el maxilar y la mandíbula en una sola rotación de la fuente de rayos X <sup>17</sup>.

## **2.4 ventajas del uso de TCCB:**

Esta técnica se ha caracterizado por la adquisición rápida de imágenes tridimensionales de alta resolución y baja exposición a radiación <sup>4</sup>. A esto se suma el beneficio de obtener imágenes sin superposición, sin distorsión y con una resolución sub-milimétrica de imágenes, que se traducen en imágenes de alta calidad diagnóstica <sup>21</sup>.

En comparación a las radiografías convencionales, la dosis de radiación de la TCCB se presenta similar al del examen periapical de toda la boca y equivale aproximadamente 4 a 15 veces la dosis de una radiografía panorámica <sup>15</sup>.

Además de lo anterior señalado, debemos agregar otras ventajas de la TCCB: visualización de alta calidad en los tres planos del espacio, la reconstrucción tridimensional, obtención de cortes tomográficos en distintas escalas, rapidez y comodidad en el examen, nitidez de la imagen, posibilidad de manipulación, medición y planificación en cualquier computador <sup>22</sup>.

Este tipo de examen es una modalidad de imagenología que tiene altas aplicaciones clínicas en el campo de la odontología <sup>22</sup>. Se ha utilizado en implantología, evaluación de patologías y lesiones periodontales, endodoncia, patologías periapicales, evaluación pre-quirúrgica, identificación de fracturas dentales y morfología de la articulación temporomandibular (ATM) <sup>14</sup>.

## **2.5 Limitaciones de la técnica TCCB:**

La mayor limitación de la técnica radica en el hecho de que sólo pueden ser visualizadas con detalle estructuras calcificadas, como dientes, tejido óseo y el contorno de algunas estructuras blandas cuando están rodeadas de estructuras de densidad muy diferente, donde en determinadas situaciones clínicas se hace aconsejable su complementación con exámenes de resonancia nuclear magnética<sup>3</sup>.

Una diferencia significativa entre TCCB y CT convencional es la mayor dispersión generada por el primero debido a la colimación más amplia de un haz de cono. La degradación resultante de la calidad de la imagen se debe a la pérdida de relación de señal a ruido, artefactos aumentados e imprecisiones en cálculos de números de CT (unidades de campo de Hounsfield). Existen soluciones potenciales para reducir la cantidad de dispersión. Un ejemplo de esto es el empleo de anti-parrillas de dispersión y espacios de aire que se utilizan en fluoroscopia y radiografía general. Este método ha demostrado que reduce significativamente la dispersión de rayos X, mejorando la precisión de los números de CT y aumentando la relación señal / ruido en TCCB. Sin embargo, el aumento en la dosis de radiación para el paciente indica que todavía hay mucho que mejorar. Además, los centelleadores CsI utilizados en los detectores de rayos X de un sistema TCCB también tienen un retraso más prolongado (afterglow) cuando se compara con los detectores de cerámica utilizados en CT convencional<sup>23</sup>.

## **2.6 Dosis de radiación de TCCB:**

Con respecto a la dosis de radiación en TCCB es un tema complejo, ya que, no hay una forma estandarizada para comparar dosis entre un sistema TCCB y CT convencional. Teóricamente, como la colimación en TCCB es más amplia que en CT convencional, las dosis de radiación son potencialmente más altas.

Varios estudios han intentado comparar dosis de pacientes usando fantasmas cuyos resultados han sido variables.

Dado que el propósito del uso de TCCB es reducir el tiempo de procedimiento al poner a disposición imágenes transversales para la orientación intervencionista, la dosis de radiación total podría potencialmente ser más bajo. Sin embargo, si se usa imprudentemente, podría todavía resultar en dosis de radiación más altas, por lo que, su uso e impacto en la práctica clínica debe investigarse más a fondo <sup>23</sup>.

### **3 APLICACIÓN CLINICA DE TCCB**

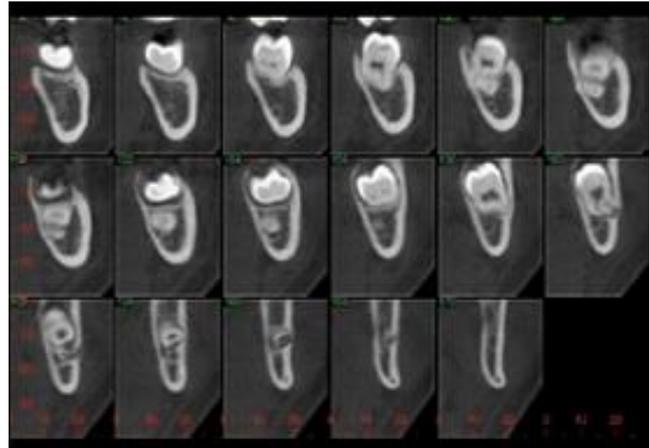
#### **3.1 Aplicaciones en región maxilofacial:**

La TCCB ha ganado una mayor aceptación como una modalidad de imágenes tridimensionales que ofrece una alternativa a la TC, especialmente en el área maxilofacial. Dentro de las aplicaciones más importante de TCCB en cirugía oral y maxilofacial, se encuentra la localización 3D exacta de patologías de la mandíbula como tumores benignos o malignos, lesiones óseas inflamatorias, evaluación de dientes impactados, ubicación exacta de los dientes supernumerarios y su relación con estructuras vitales, delimitar los cambios en el hueso cortical y trabecular en los casos de necrosis relacionada con los bisfosfonatos, y evaluar injertos óseos, planificación de cirugías ortognáticas, visualización de tonsilolitos, sialolitos, aterosclerosis carotídeo, patologías relacionadas con los senos paranasales<sup>22</sup>.

La TCCB permite realizar investigaciones de fracturas en la parte media de la cara y la visualización intra operatoria del macizo facial después de la fractura. Además, presenta un gran rendimiento en la evaluación intra operatoria de fragmentos de metal o cuerpos extraños en la cara incrustados por accidentes de automóvil, de bala o también para la localización de agujas dentales. También es utilizado en la planificación de cirugías ortognáticas, en la evaluación de la edad dental, volumen de material de injerto necesario para la reparación, estabilidad del arco después del injerto, calidad del injerto de hueso durante un período, y el efecto sobre el crecimiento facial general en labio y paladar <sup>23</sup>.



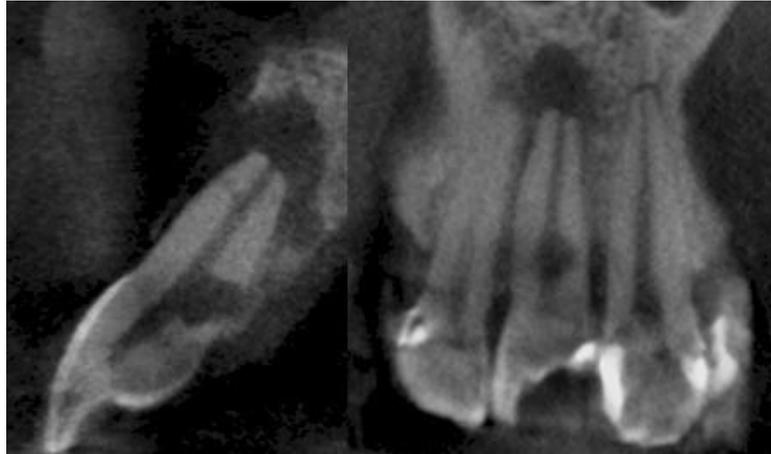
*Figura.5 Reconstrucción panorámica TCCB, se aprecia mal posición de segundos y terceros molares inferiores y su relación con los tejidos circundantes. Lenguas, A.L., Ortega, R., Samara, G., López, M.A. Tomografía computarizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. CientDent 2010.*



*Figura.6 Imágenes transversales localizadas en tercer molar que ponen en manifiesto la relación entre la raíz y el conducto dentaria inferior. Lenguas, A.L., Ortega, R., Samara, G., López, M.A. Tomografía computarizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. CientDent 2010.*

### **3.2 Aplicación en endodoncia:**

Aunque la radiografía convencional es más práctica y adecuada para los procedimientos habituales de endodoncia, el CBCT aporta una visión axial, coronal y sagital que con la RX convencional no se obtiene. La capacidad de reducir o eliminar la superposición de las estructuras circundantes la hace muy ventajosa en su aplicación endodóntica, ya sea en la identificación de patologías periapicales, visualización anatómica de conductos pulpaes y reabsorción radicular interna y externa <sup>24</sup>.



*Figura 7. Aplicación de conebeam para visualizar lesión apical y endorizálisis. Conebeam. Tomografía computarizada de haz cónico. Aplicaciones en odontología. 2012.*

### **3.3 Aplicación en implantología:**

La mayor precisión del TCCB se ha convertido en una opción preferida en implantología. La incorporación de nuevo software para construir guías quirúrgicas ha reducido aún más la posibilidad de daño estructural. TCCB proporciona información confiable que ha llevado a mejoras en la selección de casos y ayuda en la medición cualitativa y cuantitativa del hueso, lo que conlleva a una reducción en la falla del implante. La planificación de implantes virtuales utilizando datos de TCCB permite a los médicos predecir y visualizar el resultado final antes de iniciar el tratamiento. La evaluación del éxito de los injertos óseos y otras evaluaciones posteriores al tratamiento también son posible <sup>22</sup>.

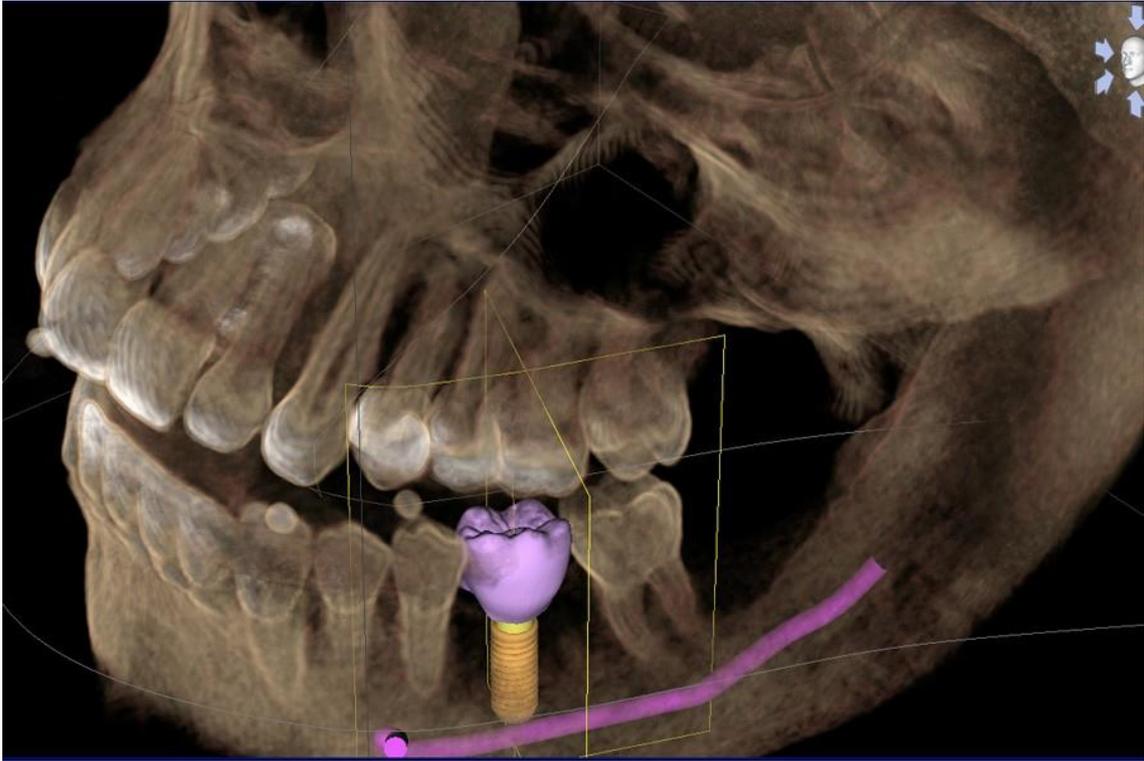


Figura 8. TCCB en implantología. Visualización de cercanía de piezas dentales a nervio dentario inferior. Cone beam: Tomografía computarizada de haz cónico. Aplicaciones en odontología. 2012.

### 3.4 Aplicación en ortodoncia:

Las aplicaciones de TCCB en el análisis cefalométrico, han hecho de esta, la herramienta de elección para evaluar el crecimiento facial, función de las vías respiratorias y las alteraciones en la erupción dental, proximidad del diente a las estructuras vitales que pueden interferir con el tratamiento de ortodoncia. Estudios recientes han demostrado que los ortodoncistas tenían diferencias significativas en la percepción de localización y daño a la raíz, y una confianza sustancialmente mayor en el diagnóstico y la planificación del tratamiento con imágenes TCCB que con radiografías de rutina, como vistas panorámicas, oclusales o periapicales <sup>22</sup>.



Figura 9. Imágenes laterales obtenidas con CBCT para valoración ortodóncica (izq.: simula telerradiografía; centro y dcha.: proyecciones en máxima intensidad). Lenguas, A.L., Ortega, R., Samara, G., López, M.A. Tomografía computarizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. CientDent 2010.

### 3.5 Aplicación en articulación temporomandibular (ATM):

En el estudio de ATM realizado con la técnica cone beam se pueden identificar cambios morfológicos óseos del componente craneal y mandibular de esta articulación y/o disturbios posicionales del cóndilo mandibular en boca cerrada, así como el recorrido condileo en relación con la cavidad glenoidea y eminencia articular temporal en los movimientos de apertura bucal<sup>3</sup>. Permitiendo realizar un análisis de la anatomía, sin superposición ni distorsión de la imagen, obteniéndose una imagen real 1:1 de las estructuras anatómicas<sup>14</sup>.

Es una herramienta muy efectiva para definir la posición real del cóndilo en la fosa, sugiriendo con ellos el desplazamiento del disco en la articulación y potencialmente puede mostrar el grado de traslación del cóndilo en la fosa glenoidea. Debido a su precisión, facilita la medición del techo de la fosa glenoidea y de forma indirecta, proporciona información sobre el tejido blando alrededor de la ATM, lo que reduce el requerimiento para el uso de la resonancia magnética en estos casos. Estas ventajas hacen que sea una técnica de elección para casos de trauma, dolor orofacial y disfunción ósea, así como en la detección de erosión cortical articular o presencia de quistes subcondrales. Las características avanzadas de imagen 3D que nos otorga

esta técnica, facilitan una aplicación segura por punción o infiltración articular.

23

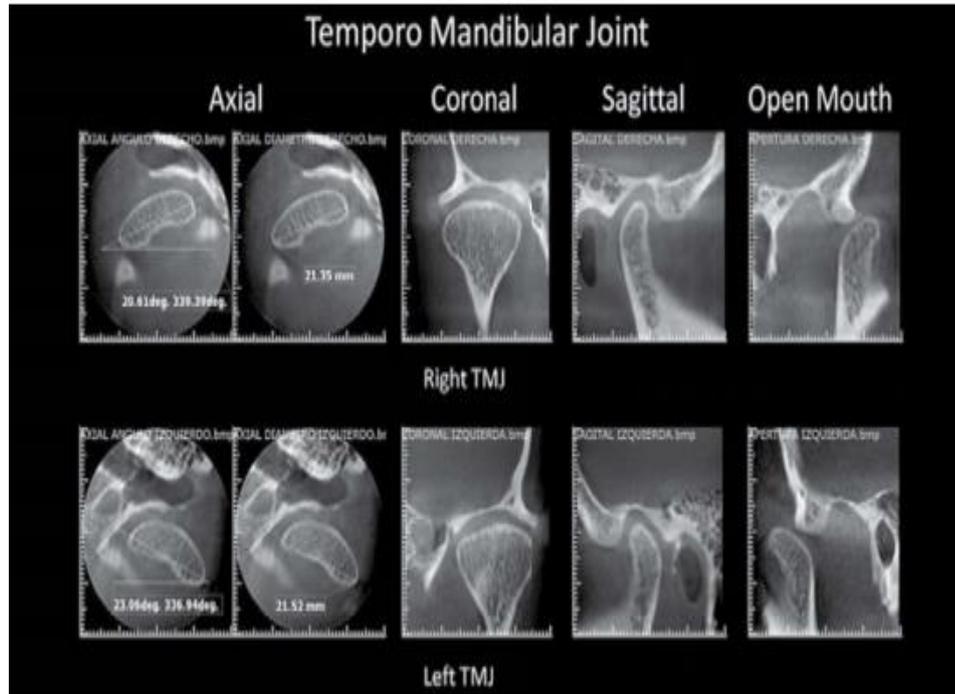


Figura 10. Articulación temporomandibular: tomografía cone beam. Ejemplo de imagen de tomografía conebeam de ATM bilateral normal, en boca cerrada y con apertura máxima no forzada. Briner A., tomografía computarizada cone beam en articulación temporomandibular (ATM). Rev. Med. 2014.

### 3.6 Aplicación en identificación de fracturas dentales:

La evaluación de traumatismo dental es una de las tareas más difíciles para el odontólogo por que concurren múltiples factores, como, desplazamiento del fragmento, superposición de estructuras, edema de tejidos, presencia de cuerpos extraños. La técnica TCCB supera a la radiografía convencional en el análisis de dientes traumatizados con sospecha de fractura radicular <sup>22</sup>, ya que el CBCT permite el análisis de dientes traumatizados con sospecha de fracturas radiculares, tanto horizontales como verticales, siendo más amigable a su vez para el paciente <sup>14</sup>.

### **3.7 Aplicación en periodoncia:**

Sin duda, TCCB se comporta de manera muy superior en el análisis de los defectos periodontales artificiales bucales o linguales al compararlo con la radiografía convencional. Sin embargo, ambos tipos se muestran similares en la detección del nivel de hueso interproximal. También se comporta mejor en el diagnóstico y en el análisis cuantitativo de los defectos periodontales en comparación con la radiografía periapical en cráneos disecados y es particularmente ventajoso para el análisis bucal y lingual, así como de los defectos periodontales de la furca <sup>24</sup>.

### **3.8 Aplicación en odontología forense:**

La estimación de la edad dental se considera un factor importante en el campo de la ciencia forense. El método no invasivo de evaluación de la edad dental se puede realizar utilizando TCCB, en el cual se puede obtener una estimación de la edad del sujeto a partir de la relación pulpa / diente del sujeto. Las imágenes TCCB de la cara a través de los protocolos de exploración de rutina son confiables para medir el grosor del tejido blando en la región orofacial, y estas imágenes proporcionan una representación suficiente de los tejidos blandos faciales <sup>22</sup>.

## **4 RENDIMIENTO EN OTORRINOLARINGOLOGÍA**

TCCB se ha introducido en el área de otorrinolaringológica hace más de 10 años. Siendo el foco principal la obtención de imágenes de senos paranasales y la traumatología de cara. También se ha utilizado en enfermedades crónicas de oído (especialmente en la visualización de implantes de oído medio e interno)<sup>6</sup>.

### **4.1 Aplicación de TCCB en otorrinolaringología:**

Se ha visto que TCCB es una alternativa ampliamente aceptada para su aplicación en otorrinolaringología tanto en niños como adultos, ya que ofrece una menor exposición radiográfica y un fácil manejo para la obtención de imágenes, donde su principal aplicación es en base de cráneo anterior y base de cráneo lateral, en la primera se utiliza en trauma facial, obstrucción de la respiración, rinosinusitis crónica, cefalea, rinorrea, tumor de senos paranasales, búsqueda de focos infecciosos, dacriostenosis, suministro de epítisis planificado, y en base de cráneo lateral es usado en; colesteatoma, mastoditis, y específicamente en la región de oído para el control de posición de implante coclear, otorrea, pérdida auditiva conductiva, otitis media aguda, malformaciones de oído, pérdida de audición neurosensorial, mesotimpanal de otitis media crónica, tumor en canal auditivo, otalgia y post trauma en odio <sup>5</sup>.

El uso de TCCB ha ido ganando aceptación dentro de la otorrinolaringología, a partir de la adquisición de imágenes del hueso temporal, fractura de huesos propios nasales y evaluación de la cavidad perinasal. En estudios recientes se ha explorado la utilidad de TCCB en la evaluación de pérdida progresiva de la audición. Dalchow y colaboradores evaluaron mediante TCCB apacientes con pérdida de audición conductiva, la cual había sido previamente confirmada mediante audiometría pre operativa y concluyeron que la TCCB podría ser muy

precisa, tanto en la predicción de la integridad como en la detección de erosiones de la cadena osicular <sup>18</sup>.

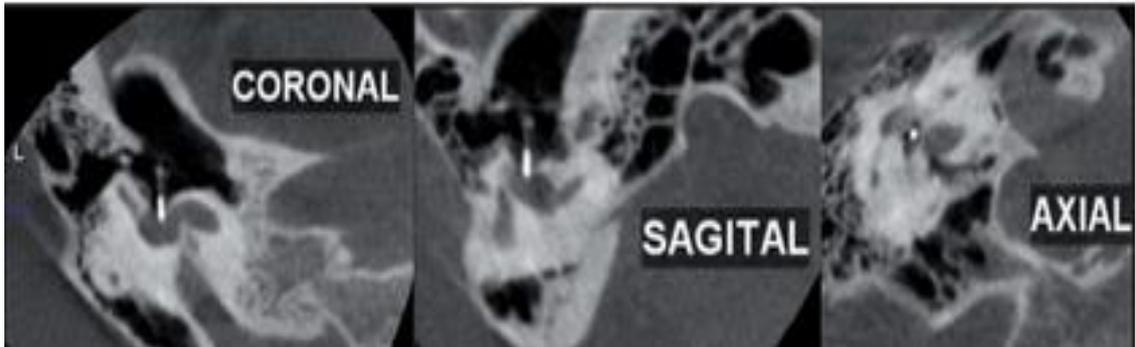


Figura 11. Imagen TCCB de cadena osicular, vista coronal, sagital y axial. Sepulveda I. Reconstrucción volumétrica de hueso temporal mediante cone beam. Rev. Otorrinolaringología. 2014.

#### **4.2 Tipos de exámenes para evaluar oído:**

En oído se utilizan distintos tipos de exámenes, entre ellos impedanciometría, el cual es utilizado para evaluar la presencia de líquido en oído medio, potenciales auditivos del tronco encefálico (P.E.A.T.C) que registran los pasos de la onda eléctrica auditiva desde el oído interno hasta el cerebro, ayudando a la detección de sordera en pacientes prematuros y lactantes, emisión otacústica, la cual mide de forma aproximada el correcto funcionamiento del oído interno. Por último, el examen funcional del VIII par craneal, utilizado para el diagnóstico de vértigo e integridad de las dos ramas de dicho par <sup>25</sup>.

#### **4.3 Visualización de estructuras a partir de TCCB:**

Walliczek-Dworschak U. y colaboradores, realizaron un estudio donde se analizó las posibles indicaciones y configuraciones para CBCT en niños y comparándolas con las de adultos. Un total de 554 pacientes entre 0-18 años se sometieron a examen con TCCB y se compararon con los datos previamente recopilados de 1730 adultos que fueron diagnosticados con la

ayuda de TCCB. Aquí se concluyó que TCCB es una adecuada modalidad de imagen para estructuras óseas en adultos y niños, a pesar de esto, la visualización depende principalmente de la región de interés <sup>5</sup>.

Guldner y colaboradores (2016), hicieron un estudio retrospectivo donde analizaron las imágenes obtenidas con TCCB del oído medio e interno de 204 pacientes con respecto a la visualización de 18 estructuras anatómicas diferentes. Se tomó una escala de tres pasos (excelente visible, parcial visible, no visible). Todos los análisis fueron realizados por dos cirujanos con experiencia en otología e imagenología. Se usaron imágenes de pacientes con enfermedad crónica del oído medio o la pérdida auditiva conductiva. Se dividieron los pacientes en sin patología y con patología. En cuanto a la posibilidad de visualización excelente, solo se encontraron diferencias significativas para estructuras óseas pequeñas como articulación incisupédica, largo proceso de yunque, cabeza de estribo, cruz anterior de estribo y cruz posterior de estribo. Las otras estructuras (canales semicirculares, base del cráneo en la mastoides y el oído medio, bulbo yugular, seno sigmoideo, nervio facial) se pudieron visualizar bien en ambos grupos con tasas de alrededor del 85-100%. Se observó que TCCB muestra pocas limitaciones en la visualización de las estructuras pequeñas del oído medio e interno, donde las grandes estructuras óseas se pueden visualizar en oídos normales y patológicos <sup>6</sup>.

#### **4.4 Aplicación en visualización de foramen timpánico:**

El Foramen timpánico es una variación normal de la placa timpánica del hueso temporal debido a un defecto en la osificación normal <sup>26</sup> que existe en la placa timpánica en el momento del nacimiento y rara vez permanece abierta hasta la edad adulta <sup>27</sup>. TCCB proporciona una buena visualización del foramen timpánico, pudiendo producir imágenes con alta calidad de diagnóstico, alta resolución, tiempo de escaneo corto y dosis de radiación-magnitud inferior a los de tomografías computarizadas convencionales <sup>28</sup>.

Un estudio realizado en la provincia de Isfahán en el periodo 2015-2016, evaluó imágenes de tomografía computarizada con haz cónico (TCCB) de 159 pacientes (318 oídos) mayores de 6 años. El foramen se detectó en el plano axial y luego se confirmó en los otros planos. En cada imagen, se estudió la ubicación, tamaño y configuración del foramen. Concluyendo que utilizando imágenes TCCB de alta resolución, se encontró que la prevalencia del foramen timpánico en personas mayores de 6 años en Isfahán era del 6,9% y simétrica en ambos lados y en ambos sexos, y que existe una correlación negativa entre la edad de los pacientes y el diámetro del foramen <sup>26</sup>.

#### **4.5 Aplicación en Implante coclear:**

El implante coclear es un transductor que transforma las señales acústicas en señales eléctricas que estimulan el nervio auditivo. Estas señales eléctricas son procesadas a través de las diferentes partes que componen al implante coclear (externas e internas) <sup>29</sup>.

Para que la tomografía computarizada intraoperatoria esté disponible durante la cirugía de implante coclear, se realiza el procedimiento de registro de imágenes tridimensionales rotacionales de rayos X y tomografía computarizada preoperatoria, proporcionando información detallada sobre la posición del electrodo en la cóclea y su relación con las estructuras del hueso circundante

<sup>30</sup>.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

Analizar e interpretar el rendimiento de la tomografía computarizada tipo cone beam (TCCB) en oído.

### **Objetivos específicos:**

1. Describir ventajas y limitaciones del uso de TCCB en oído
2. Describir el rendimiento específico en patologías de oído que se pueden visualizar con TCCB descritas en la literatura.

## **MATERIAL Y METODOS**

### **5.1 Metodología de Investigación:**

Esta investigación se centra en el planteamiento de la problemática, búsqueda sistémica de la información a partir de los buscadores y bases de datos, análisis de la literatura y redacción de los resultados de acuerdo con los objetivos planteados.

Para la elaboración de esta revisión narrativa, con el fin de establecer información sustentable para el marco teórico se realizó una revisión general de la literatura disponible que hiciera referencia a tomografía computarizada tipo cone beam con énfasis en oído, y para la comprobación de los objetivos, se realizó una revisión específica de la literatura disponible enfocada en el tema.

Se recolecto información utilizando los buscadores PubMed y EBSCO (medline). Luego se realizó una selección en base a los títulos de estas publicaciones, de aquellos reportes o revisiones útiles para desarrollar los objetivos propuestos. Posteriormente se realizó una búsqueda cruzada, donde se relacionaron los términos MESH:

- Cone beam computed tomography
- Ear.

Criterios de inclusión:

- Formato de texto completo
- Idioma inglés y español
- Tipo; revisión bibliográfica y casos clínicos
- Estudios de evaluación en oído TCCB, patologías en oído, aplicación de TCCB en otorrinolaringología
- Aplicados a cualquier edad y sexo

- Trabajos publicados entre el 01 de enero de 2012 y el 31 de diciembre de 2017.

Criterios de exclusión:

- Temática no atingente al problema planteado
- Texto completo no disponible
- Antigüedad del texto mayor a 5 años

El planteamiento de búsqueda bibliográfica se basó en la obtención de artículos potenciales a partir de título y resumen. De cada artículo seleccionado, se extrajeron los siguientes datos: autor(es); año; país (lugar de estudio), el tipo de diseño del estudio y objetivo del estudio. Esta selección fue realizada por dos personas que revisaron todos los artículos por separado y seleccionaron en forma individual, en cuanto a los artículos que no se generó un acuerdo, se solicitó a un tercer participante que evaluara aquellos papers, en este caso al Docente tutor; Daniel Pinto Agüero, quien determina si se cumplen los criterios. Detallado en Anexo 1 (Figura 1)

**5.2 Aspectos éticos: No solicitud de consentimiento informado:**

Se solicitó dispensa de consentimiento informado. Dando resolución de tal dispensa por parte del comité ético científico de la Universidad Finis Terrae. Detallada en Anexo 2 (Figura 1).

## RESULTADOS

De la búsqueda cruzada en la plataforma Pubmed y EBSCO se obtuvo un total de 81 textos que cumplían con los criterios de búsqueda. De estos, se eliminaron 28 textos ya que no concordaban con los objetivos planteado. Los 53 trabajos restantes tenían acceso a texto completo, donde 18 corresponden a revisión bibliográfica y 35 a casos clínicos. Posterior a esto, se realizaron 5 subgrupos por temática a modo de agrupar la información y así evaluar los resultados de forma óptima. Los subgrupos fueron; Aplicación en Implante coclear, Visualización de foramen timpánico, evaluación de anatomía, diagnóstico de patologías y generalidades de tomografía computarizada cone beam. (ANEXO 3)

Para optimizar dicha búsqueda y con el fin de lograr una mayor objetividad, se optó por utilizar términos MESH. Para la obtención de la mayor cantidad de bibliografía se optó por ampliar la búsqueda a diversos tipos de estudios, desde casos clínicos a revisiones sistemáticas.

Cabe destacar que la obtención de dicho material no estuvo exenta de dificultad, dado que la temática sobre rendimiento de TCCB en oído es muy específica. Al utilizar términos comunes, los sitios de búsqueda arrojaron variedad de resultados, cuyas áreas eran muy extensas para ser utilizados en el estudio.

Al revisar sistemáticamente los artículos, ambos examinadores concordaron que cada uno era atinente de incluir en la revisión bibliográfica realizada.

A pesar de que TCCB es más conocido por su uso en odontología, se ha visto que en el último tiempo se ha ampliado al uso en otras áreas de la salud, en este caso, otorrinolaringología, siendo un instrumento que poco a poco ha ido

ganando aceptación, ya sea como examen complementario o como un examen diagnóstico como tal, como es el caso de la visualización de foramen timpánico, fractura de estructuras internas del oído, por lo que surge la necesidad de analizar a cabalidad su rendimiento en oído, en comparación a TAC que es lo más utilizado.

Sobre la visualización de foramen timpánico, Lacout A y colaboradores, evaluaron la prevalencia, ubicación y tamaño de foramen timpánico en relación con la membrana timpánica con TCCB, encontrando foramen timpánico en 4.6% de los pacientes, resultando TCCB sensible para la detección de foramen timpánico por sus secciones delgadas, alta resolución espacial y capacidad de múltiples cortes <sup>27</sup>.

Afghari y colab., estudiaron un total de 159 imágenes de pacientes entre 6 y 78 años, incluidos 99 varones y 60 mujeres, de los cuales 11 pacientes (6,9%) tenían al menos foramen en un lado. La prevalencia del foramen fue simétrica en ambos lados (5%), pero el adelgazamiento de la placa timpánica fue significativamente mayor en el lado derecho (11.3%) que en el lado izquierdo (5.7%) <sup>26</sup>.

U Tozoglu y colaboradores examinaron 207 pacientes con TCCB (414 oídos). Donde se observó la ubicación del foramen timpánico y se calculó su prevalencia, encontrando foramen timpánico en 37 (17.9%) de 207 pacientes, siendo unilateral en 24 pacientes (11.6%) y bilateral en 13 pacientes (6.3%).<sup>28</sup>.

Otro estudio determinó la aparición y localización del foramen timpánico utilizando TCCB. Donde se analizaron 370 sitios en 185 pacientes para determinar la aparición, tamaño y ubicación del foramen timpánico de acuerdo con sus mal oclusiones ortodóncicas. El foramen timpánico se determinó en 42 (22,7%) de 185 pacientes. Los hallazgos mostraron una mayor dimensión del foramen timpánico entre la clase II que entre las personas de clase I y III.

Concluyendo que el conocimiento sobre estas estructuras es útil para la interpretación de imágenes (especialmente con TCCB) y proporciona información valiosa especialmente antes de la cirugía ortognática para evitar la reconstrucción intraoperatoria y las complicaciones <sup>31</sup>.

Deniz y colaboradores, pesquisaron foramen timpánico en el 11,5% de los 200 pacientes que tenían foramen timpánico (FT) unilateral, 5 pacientes (2,5%) presentaban bilateral. La prevalencia del FT fue significativamente mayor en las mujeres (8%) que en los hombres (3,5%). La FT se encontró más alta en el lado izquierdo (7.5%) que en el lado derecho (4%) <sup>32</sup>.

Todos los estudios concluyeron que el conocimiento del foramen timpánico es útil en la evaluación de pacientes con otorrea transitoria donde no se identifica cauda otológica, como las infecciones de oído o enfermedad de ATM <sup>27</sup> y que TCCB sensible para la detección de foramen timpánico por sus secciones delgadas, alta resolución espacial y capacidad de múltiples corte ya que, puede ser útil para determinar el tamaño y extensión del foramen, pudiendo ayudar en la toma de decisión respecto a si la intervención quirúrgica es ventajosa o perjudicial <sup>33</sup>.

En cuanto a la aplicación en implante coclear, Razafindranaly V y colaboradores evaluaron la concordancia diagnóstica entre TAC y TCCB en la evaluación postoperatoria temprana de pacientes después de la implantación coclear. Se evaluaron 9 pacientes que fueron implantados con conjuntos de electrodos de tres fabricantes diferentes, incluido uno bilateral. Se examinó la posición escalar timpánica de los electrodos y forma secundaria, la longitud del conjunto de electrodos intracocleares, el porcentaje de cóclea implantada, el número de electrodos intracocleares y las dosis de radiación. Donde el TCCB se estimó que es una herramienta útil para la evaluación postoperatoria de pacientes adultos con implante coclear y es comparable al escáner

convencional para determinar la posición escalar, con una menor exposición a la radiación <sup>34</sup>.

De Seta y col, evaluaron con TCCB a 8 pacientes y 14 huesos temporales posterior a implantación coclear con matriz de electrodos flexible rectos para determinar si la posición de los electrodos dentro de la escama coclear era evaluable de forma confiable con TCCB. Se clasificó los electros según posición, 180°, 360° y posición apical. Se obtuvo que en la posición d 180° no hubo discrepancia en la posición, mientras que en la posición de 360° se encontró una discrepancia en 3 pacientes al igual que en la posición apical. En tanto en los huesos temporales hubo discrepancia para el electrodo en 180°, desacuerdo en la posición de 6 huesos temporales en 360°, y un mayor desacuerdo (45%) en la posición apical <sup>35</sup>.

Fisher y col., analizaron 63 implantes cocleares con electrodos rectos con TCCB en pacientes adultos. En el grupo con dislocación de electrodos, la edad promedio fue de 57 años; en el otro grupo, fueron 51 años; 52.5% eran hombres y 47.5% mujeres. Mostrando una dislocación escalar de las matrices de electrodos dentro del primer segmento de 45° <sup>36</sup>.

Helmstaedter y col., evaluaron a 6 pacientes que recibieron un implante coclear para determinar la detectabilidad del clip de fijación del electrodo en TCCB después de la cirugía y otros 6 pacientes sin clip de fijación. En total, se evaluaron imágenes de 12 pacientes. En cinco de los seis (83%) pacientes del grupo de estudio, el clip se detectó radiológicamente correcto. Un paciente (17%) fue nombrado como falso negativo. Todos los pacientes (100%) sin clip se identificaron correctamente <sup>37</sup>.

Dalbert A y col., evaluaron a 14 pacientes el trauma coclear durante la implantación coclear mediante una electrococleografía (ECoG) y TCCB para

correlacionar el trauma intra operatorio con la perdida post operatoria de la audición residual. Se observo en las imágenes obtenidas con TCCB que la dislocación escalar se correlacionaba con la disminución de la respuesta de ECoG y una perdida completa de la audición residual <sup>38</sup>.

Todos concluyeron en que TCCB permite una visualización clara de la anatomía quirúrgica y la posición del electrodo intracoclear, representando una opción adecuada para la navegación para los otorrinolaringólogos durante la cirugía de implante coclear impulsando nuevos avances en la cirugía intraoperatoria de implante coclear y la cirugía lateral de la base del cráneo<sup>39</sup> y además de que TCCB es un excelente examen postoperatorio para poder visualizar evaluar la dislocación del electrodo coclear.

Por otro parte Diogo I y col., compararon la calidad de las imágenes de TCCB de implante coclear entre huesos temporales aislados y cabezas completas. Se realizaron con un solo escáner CBCT con diferentes voltajes y ángulos de rotación. Indicaron que no era posible determinar de manera confiable las posiciones intracocleares de electrodos utilizando TCCB ya que, las imágenes de huesos temporales aislados produjeron artefactos significativamente mayores que las imágenes de toda la cabeza. Se debe destacar que las evaluaciones de calidad de imagen basadas solo en los resultados de los huesos temporales aislados no son transferibles a situaciones clínicas, y deben evaluarse críticamente<sup>6</sup>.

Sobre el rendimiento de TCCB en la visualización de patologías, Pont E y colaboradores (2015), evaluaron malformaciones congénitas y lesiones adquiridas del oído interno, comparando imágenes obtenidas con TCCB y resonancia magnética (RM), donde ambas juegan un rol importante en el diagnóstico de pacientes con patologías de oído interno, concluyendo que la técnica de elección depende del caso clínico, ya que, de manera general la TCCB es un método útil para la visualización de lesiones traumáticas. Sin embargo, cuando se trató de patologías inflamatorias o tumorales, la

resonancia magnética puede ser superior. En los casos de malformación congénita, ambas técnicas resultan ser complementarias <sup>40</sup>.

Vandevorde A. y col. realizaron un estudio donde se realizó una tomografía computarizada con haz cónico en 80 pacientes sometidos a cirugía de estribo por otosclerosis el mismo día o días posteriores al procedimiento. Se registró la longitud de la penetración y la ubicación de la prótesis dentro del vestíbulo, así como la presencia o ausencia de un pneumolabyrinth, y se comparó con los datos clínicos (vértigo, nistagmo, medición de la audición). Pneumolabyrinth se encontró en 15% de los pacientes. Concluyendo que TCCB es un buen examen para correlacionar los resultados clínicos con los imagenológicos para poder identificar la causa subyacente a la complicación quirúrgica <sup>41</sup>.

Hashimoto K y col., estudiaron a 20 pacientes con colesteatoma unilateral, el tamaño de las trompas de Eustaquio (ET) y el grado de desarrollo de células peritubulares y mastoides en oídos con patología versus sanos, utilizando TCCB. Resultando que no hubo diferencias significativas en el tamaño de la ET ósea entre los lados sanos y enfermos de los pacientes con colesteatoma unilateral en la visualización con TCCB. Pudiendo indicar que la inhibición del desarrollo de células aéreas no solo en la región mastoidea sino también en la región peritubal puede contribuir al desarrollo del colesteatoma <sup>42</sup>.

Liktor B y col. evaluaron el valor de la tomografía computarizada con haz cónico (TCCB) en el diagnóstico preoperatorio de otosclerosis. Analizaron 32 pacientes con otosclerosis estapedial confirmada histológicamente, que se sometieron a estapedectomías unilaterales. Se realizaron exploraciones TCCB de hueso temporal preoperatorio en todos los casos. Los resultados histopatológicos los correlacionaron con exploraciones CBCT reconstruidas multiplanar, respectivamente. Se identificaron mediante CBCT en todos los casos de focos histológicamente activos de otosclerosis con una sensibilidad del 100%. Sin embargo, TCCB no pudo detectar otosclerosis histológicamente

inactiva. Según los escáneres TCCB, no se encontraron lesiones retrofenestrales y todos los casos positivos se indicó únicamente lesiones fenestrales en el polo anterior de las placas del pie del estribo. Concluyendo que, TCCB es un método de imagen confiable con una dosis de radiación considerablemente menor que la TC de alta resolución (TCAR) en el diagnóstico preoperatorio de la otosclerosis. Los resultados indicaron que TCCB tiene alta sensibilidad y especificidad en la detección de lesiones hipodensas debido a la otosclerosis histológicamente activa <sup>43</sup>.

Dierckx D. y col. Evaluaron la dosis efectiva para órganos no dentales (seno y oído medio) con TCCB. Para evaluar el reemplazo del tradicional TAC y radiografía convencional por TCCB. Resultando en que la dosis efectiva para el examen sinusal es más de tres veces mayor con TAC que con TCCB y aproximadamente cinco veces menor con RX en comparación con TCCB, mientras que para el examen del oído medio, la dosis efectiva obtenida con TAC es casi seis veces mayor que el de TCCB. Finalmente, la sensibilidad sobre el tamaño y la posición del campo de visión de TCCB mostró la influencia de estos dos factores en la dosis recibida por el paciente <sup>44</sup>.

En otro estudio se realizó la simulación de situaciones límite clínicas comunes con un desplazamiento mínimo de la prótesis en 4 muestras de hueso temporal después de la osiculoplastia a través de imágenes obtenidas con TCCB e inspección visual directa utilizando el microscopio quirúrgico. Además, el estado funcional se evaluó mediante vibrometría láser-Doppler (LDV). Se simuló un tipo específico de falla de prótesis en cada espécimen, respectivamente, al desplazar, inclinar o doblar mínimamente las prótesis desde sus posiciones iniciales. Cada paso se examinó utilizando LDV y TCCB y se observó a través del microscopio de operación. LDV fue capaz de cuantificar la función mecánica de la cadena osicular después de la mayoría de los pasos de manipulación al demostrar el efecto de cualquier desplazamiento de la prótesis sobre la función de transferencia del oído medio. Se debe agregar que TCCB mostró la mayoría de los pasos con excelente resolución y

fue capaz de delinear cambios en el tejido blando (por ejemplo, recubrimiento del cartílago) <sup>45</sup>.

Concluyeron que TCCB es una técnica de imagen prometedora para los problemas del oído medio, este examen y el LDV exhibieron ventajas y desventajas ligeramente diferentes con respecto a la demostración de situaciones límite, donde la combinación de ambas técnicas permitió una evaluación más precisa de las reconstrucciones del oído medio. El conocimiento de las características específicas de estos métodos y su posible combinación podrían ayudar a otólogos y otorrinolaringólogos a refinar las indicaciones para la cirugía de revisión y mejorar su asesoramiento personal al paciente.

## **DISCUSIÓN:**

La técnica TCCB se ha transformado en la herramienta primaria de diagnóstico por imágenes en odontología, por su alta calidad de imagen, por su seguridad en cuanto a baja dosis de radiación, además utilizada por su accesibilidad y bajo costo. Amigable tanto para el operador como para el paciente, siendo útil al realizar el examen en niños, o personas con limitaciones físicas <sup>3</sup>.

A pesar de que TCCB es más conocido por su uso en odontología, se ha visto que en el último tiempo se ha ampliado al uso en otras áreas de la salud, en este caso, otorrinolaringología, siendo un instrumento que poco a poco ha ido ganando aceptación, ya sea como examen complementario, o como un examen diagnóstico como tal, como es el caso de la visualización del foramen timpánico, fractura de estructuras internas del oído. Siendo por esto, que surge la necesidad de analizar a cabalidad su rendimiento en oído comparado con otro tipo de exámenes.

La resonancia magnética y la tomografía computarizada juegan un papel esencial en el diagnóstico de pacientes con patología del oído interno. La técnica seleccionada deberá ser elegida dependiendo del caso clínico. De forma genérica, la tomografía es el método de elección para el estudio de la patología traumática u otospongiosis. Cuando se sospecha una patología inflamatoria o tumoral, la resonancia magnética es superior. En los casos de malformación congénita, ambas técnicas son complementarias<sup>40</sup>.

La obtención de imágenes de mayor precisión del oído medio con sus estructuras circundantes es un paso preoperatorio esencial en la planificación de una cirugía de oído. En el pasado, la principal desventaja de los escáneres de tomografía computarizada (TC) es su baja calidad diagnóstica producto de una distorsión debido a artefactos metálicos<sup>27</sup>, lo cual ha ido

actualizándose con la invención de TCCB, donde estudios han reportado gran precisión en la visualización y posicionamiento de prótesis en oído medio <sup>4</sup>. Dando información valiosa para prevención, diagnóstico, y planificación preoperatoria.

Debemos destacar que diversos estudios han concluido que TCCB a pesar de ser una adecuada modalidad de imagen para observar estructuras óseas craneales en adultos y niños, la visibilidad dependerá netamente de la región de interés, ya que hay estructuras muy pequeñas que son visibles con mayor limitación.

En un estudio se comparó la calidad de imagen de TAC en dosis baja con TCCB en pacientes después de la implantación coclear. Donde cinco cócleas fueron implantadas en humanos con electrodos CI y escaneadas con TCCB y TAC. Se evaluó en una escala de cinco puntos la calidad de imagen, cuyas exploraciones con TCCB se compararon con las exploraciones de TAC clínicas. Se usaron fantasmas para determinar la dosis efectiva y la resolución para cada protocolo de adquisición <sup>17</sup>.

Se obtuvo que la dosis efectiva de los protocolos TCCB fuera del 6 al 16% de la dosis clínica de TAC. Donde la visibilidad de las paredes internas y externas de la cóclea y la calidad general de la imagen se correlacionaron positivamente con la dosis de radiación de TAC y la calidad de la imagen fue mejor con ella que con TCCB.

En otras comparaciones, se encontraron diferencias entre los sistemas, pero no se pudo hacer una distinción entre TCCB y TAC, arrojando que la selección de un sistema de tomografía computarizada y la dosis de radiación depende de qué estructuras cocleares necesitan visualizarse.

Estudios demostraron que la visualización de estructuras con TCCB es significativamente mayor en comparación con las de tomografía computarizada multicorte (MDCT), obteniendo un gran rendimiento para la obtención de estructuras tales como el laberinto óseo del oído medio interno, la anatomía coclear y el trayecto del nervio facial. Sugiriendo que la falta de contraste de los tejidos blandos en sus evaluaciones no interfirió en la precisión diagnóstica, debido al gran número de estructuras de alto contraste ubicadas en el hueso temporal y el efecto positivo de la mayor resolución espacial en algunas estructuras de bajo contraste como el nervio facial <sup>4</sup>.

Una gran ventaja de la tomografía computarizada TCCB ha sido que los programas que ejecutan la reconstrucción computarizada de las imágenes pueden ser instalados en computadoras convencionales, y no necesitan de una estación de trabajo como la tomografía computarizada tradicional. De esta manera, el profesional utiliza un software específico instalado en su computador personal, estando apto para la manipulación de las imágenes tridimensionales, según su comodidad, las cuales también pueden mostrarse en tiempo real a los pacientes. Las imágenes de mayor interés pueden imprimirse y archivarse en conjunto con la ficha clínica, como parte de la documentación. Siendo una ventaja para su manipulación ya que es más amigable y práctico de utilizar tanto para el operador como el paciente <sup>31</sup>.

Adicionalmente, el programa de TCCB permite generar imágenes bidimensionales, replicando las radiografías convencionales utilizadas en odontología, como la panorámica y telerradiografía en corte lateral y frontal, la cual, constituye otra importante ventaja de TCCB<sup>4</sup>.

En cuanto a patología y manifestaciones radiológicas, se ha visto en un estudio que el uso de TCCB se justifica como medio de complemento en patologías de oído externo (OE), como son las siguientes; malformaciones congénitas como

atresia del conducto auditivo externo, la cual afecta a la porción membranosa y/u ósea. Existen varias clasificaciones; lo importante es conocer y emplear la misma que el clínico. La de Jahrdoerfer, usada por muchos radiólogos, se basa en el análisis por TC de nueve regiones anatómicas del hueso temporal, lo que permite determinar el grado de malformación y pronosticar la funcionalidad post quirúrgica. La TC permite identificar los diferentes tipos de atresia y las malformaciones asociadas <sup>46</sup>.

TCCB permite la visualización de patologías inflamatorias e infecciosas como el tapón de cerumen, colesteatoma del conducto auditivo externo, queratosis obturante, fibrosis medial del conducto, otitis externa maligna (necrosante), o como la exostosis del CAE, con TCCB se permite observar el crecimiento multilobulado óseo, siendo útil como examen complementario en el diagnóstico de tumores benignos, se puede observar una ocupación del CAE por tejido blando, signos inflamatorios y erosión ósea temporomandibular <sup>47</sup>, siendo complemento a la otoscopia.

El osteoma del conducto auditivo externo suele ser asintomático y, por tanto, un hallazgo incidental, con la TCCB se puede observar una formación ósea focal, pediculada, sin alteración de los tejidos blandos supra yacentes <sup>46</sup>, comparado con la otoscopia se observa una lesión ósea pediculada medial al istmo.

Varios estudios afirman que la tomografía computarizada tipo conebeam (TCCB) es la técnica de elección para la mayor parte de las enfermedades del OE, permitiendo la valoración precisa de la porción ósea y delimitación de lesiones de partes blandas en la vía aérea <sup>35</sup>.

Si bien las pruebas de imagen no desempeñan un papel importante en la caracterización de lesiones o patologías del oído externo, en determinados

escenarios clínicos pueden ser cruciales para alcanzar el diagnóstico concreto y establecer el tratamiento idóneo. En general, la TCCB es la técnica de elección para la mayoría de las enfermedades del OE, siendo especialmente útil para la valoración del hueso <sup>48</sup>.

La Tomografía Computarizada tipo Cone Beam (CBCT) ha demostrado ser una herramienta radiológica muy útil en el campo de la otorrinolaringología. Es una técnica tridimensional con bajos niveles de radiación, lo que implica un menor número de artefactos e igual o mayor resolución en comparación con la Tomografía Computarizada Multicorte (MSCT). Hoy en día es una excelente opción para la exploración radiológica del oído<sup>4</sup>.

Es por esta evidencia, que las pruebas de imagen no desempeñan un papel importante en la caracterización de lesiones en esta localización (patología del OE), sin embargo, en determinados escenarios clínicos pueden ser cruciales para alcanzar el diagnóstico concreto y establecer el tratamiento idóneo<sup>49</sup>. En general, la TC es la técnica de elección para la mayoría de las enfermedades del OE, siendo especialmente útil para la valoración del hueso.

Dejando estas evidencias, se demuestra que TCCB muestra pocas limitaciones en la visualización de estructuras de oído medio e interno, tanto en pacientes con o sin patología.

## CONCLUSIÓN

Después del análisis del levantamiento bibliográfico de este trabajo, se concluyó que el Sistema de Tomografía Computadorizada Cone-beam (TCCB) puede ser de significativa importancia para el diagnóstico, localización y reconstrucción de imágenes radiográficas en 3D, facilitando al especialista el acceso a imágenes de gran calidad y resolución, posibilitando una mejora en el estándar de atención y éxito terapéutico para el paciente.

TCCB otorga una nueva dimensión terapéutica, proporcionando al profesional imágenes de gran calidad, que no se pueden obtener con otras técnicas como la fluoroscopia. La tecnología TCC, siendo una técnica relativamente nueva, presenta algunos desafíos, pero al mismo tiempo, se encuentra en constante evolución, pudiendo convertirse potencialmente en una herramienta integral en la canasta de prestaciones rutinarias de imagenología.

Como evidencia, se ha visto que TCCB muestra pocas limitaciones en la visualización de estructuras de oído medio e interno, tanto en pacientes con o sin patología.

Por consiguiente, recopilados los datos, surge la necesidad de un apoyo entre radiólogos y otólogos para hacer de TCCB un examen de preferencia. Ya que, los segundos al no tener gran conocimiento sobre este tipo de exámenes se ha visto que lo solicitan más como un examen complementario, con referencias previas que a un examen diagnóstico per sé.

En el futuro, los estudios deberían centrarse en la evaluación comparativa de las diferentes enfermedades y diferentes modalidades radiológicas y ser realizados por radiólogos y otorrinolaringólogos en conjunto para mejorar la

calidad de los informes y responder a cuestionamientos clínicos de manera más satisfactoria.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Drage N. Safe and effective conebeam computed tomography. Dental Nursing[serie en Internet]. Febrero 2011 [citado 2 Dic 2017]. [aprox. 6 p.] Disponible en:  
<http://www.magonlinelibrary.com/doi/10.12968/denn.2011.7.2.80>
2. Frigi C, Gómez C, Mitsunari W, De Melo J, Medici E, De Moraes L. Importance and aplicaciones of cone-beam computed tomography (CBCT). Acta odontológica venezolana [serie en Internet]. Diciembre 2010 [citado 2 Dic 2017]. [aprox. 10 p.]. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S000163652007000400016&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S000163652007000400016&script=sci_arttext)
3. Briner A. Tomografía computarizada cone beam en articulación témporo mandibular (ATM). Revista Médica Clínica las Condes. [serie en Internet]. 5 septiembre 2014. [citado 2017 octubre 20]. [aprox. 7 p.] Disponible en:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864014701154>
4. Sepúlveda A Ilson. Reconstrucciones volumétricas de hueso temporal mediante ConeBeam (CBCT). Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello [serie en Internet]. Febrero 2014 [citado 27 septiembre 2017]. [Aprox. 5 p.]. Disponible en:  
[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071848162014000200015&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071848162014000200015&lng=es).
5. Walliczeck-Dworschak U, Diogo I, et al. Indications of cone beam CT in head and neck imaging in children. Acta Otorhinolaryngologicaitalica. 2017;37(4): 270-275. Doi:1014639/0392-100X-1219
6. Guldner C, Diogo L, Bernd E. Visualization of anatomy in normal and pathologic middle ears by cone beam CT. Pubmed [base de datos en internet] Feb 2017 [citado 27 septiembre 2017]. Disponible en;  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27752754>
7. MEDLINEPLUS: Enfermedades del oído [serie en internet]. Biblioteca nacional de medicina de los EE.UU. 2016 [citado 27 septiembre 2017]. Disponible en <https://medlineplus.gov/spanish/eardisorders.html>

8. Marieb E. Anatomía y fisiología humana. [Libro electrónico] Novena edición. España. Halyokecommunitycollege. 2008. [Citado 3 diciembre 2017]. Disponible en: <http://www.educacion-holistica.org/notepad/documentos/Medicina/Anatomia/Anatomia%20y%20Fisiologia%20Humana.pdf>
9. Sistema auditivo humano. [Base de datos en internet] 2003. [Citado 3 diciembre 2017]. Disponible en: <http://www.ehu.eus/acustica/espanol/fisiologia1/siaues/siaues.html>
10. Fisiología del Sistema auditivo. [base de datos en internet]. 2015 [citado 4 diciembre 2017]. Disponible en: [www.eumus.edu.uy/eme/ensenanza//acustica/apuntes/SistemaAuditivo.pdf](http://www.eumus.edu.uy/eme/ensenanza//acustica/apuntes/SistemaAuditivo.pdf)
11. Stanford children's Health. Anatomía y fisiología del oído. [base de datos en internet]. 2016 [citado 5 de octubre 2017]. Disponible en: <http://www.stanfordchildrens.org/es/default.page>
12. Kaeppler G. Applications of cone beam computed tomography in dental and oral medicine. *Int J comput dent*. 2010;13(3):203-19. [ citado 15 de octubre 2017]. disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20879460>
13. Tetradis S, Anstey P, Graff-radford S. Cone beam computed tomography in the diagnosis of dental disease. *J calif dent assoc*. 2010 Jan; 38 (1): 27-32. [citado 15 de octubre 2017]. disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20178224>
14. Montañó Mary. Tomografía ConeBeam 3D su Aplicación en Odontología. *Rev. Act. Clin. Med* [revista en la Internet]. [citado 2017 octubre 5]. Disponible en: [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2304-37682013001100010&lng=es](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-37682013001100010&lng=es)
15. Marra A, Conebeam. Tomografía computarizada de hazconico. Aplicaciones en odontología. *Rev. Portales médicos*. [revista en la Internet]. 10 diciembre 2012. [citado 2017 octubre 5]. Disponible en: <https://www.portalesmedicos.com/publicaciones>

16. Instituto Maxilo facial. ¿TAC o CBCT? [base de datos en internet]. 3 Junio 2014. [citado 4 diciembre 2017]. Disponible en:  
<http://www.institutomaxilofacial.com/es/2014/06/03/tac-o-cbct/>
17. Theunisse HJ, Joemai RM, Maal TJ. Cone-beam CT versus multi-slice CT systems for postoperative imaging of cochlear implantation--a phantom study on image quality and radiation exposure using human temporal bones. Pubmed. [base de datos en internet] abril 2015 [citado 20 diciembre 2017] disponible en;  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25420084>
18. Santo Thiago de Santana, Raimundo Ronaldo de Carvalho, Guillén Amanda Rocio Milagros Arias, Silva Emanuel Dias de Oliveira e, Frazão Marco, Gomes Ana Cláudia Amorim. El uso de la tomografía computarizada de haz volumétrico en odontología. *Odontol. Clín.-Cient.* (Online) [periódico na Internet]. 2010 Dez [citado 2017Dez 15] ; 9( 4 ): 303-306. Disponible en:  
[http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1677-38882010000400005&lng=pt](http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-38882010000400005&lng=pt).
19. White SC. Cone beam imaging in dentistry. *HealthPhys* 2008 nov;95(5);628-37. Pubmed [base de datos en internet] Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18849696>
20. Nguyen TD, Kösling S, Mlynski R, PlontkeSK. Visualisation of passive middle ear implants by cone beam and multi-detector computed tomography: a comparative in vitro study. Pubmed [base de datos en internet] Dic 2016. [citado 20 diciembre 2017] disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27027315>.
21. Marra A, Conebeam. Tomografía computarizada de haz conico. Aplicaciones en odontología. *Rev. Portales médicos.* [revista en la Internet]. 10 diciembre 2012. [citado 2017 octubre 5]. Disponible en:  
<https://www.portalesmedicos.com/publicaciones>
22. Mohan K, Muhammad S, Ashwin S, Madhu K. Cone beam computed tomography, know its secrets. *J int oral health* 2015 feb; 7(2): 64-68.
23. Santhosh R, Farah G, Kiang H. C-arm cone beam computed tomography: A new tool in the interventional suite. *Ann Acad Med Singapore* 2013;42: 585-92.

24. Lenguas A, Ortega R, Samara G, López M. Tomografía computarizada de haz cónico: aplicaciones clínicas en odontología en comparación con otras técnicas. *CientDent*. 2010. Rev. Bibl. [citado 20 diciembre 2017]. Disponible en: <http://ortoface.com/wp-content/uploads/2016/12/Tomografi%CC%81a-computerizada-de-haz-co%CC%81nico.-Aplicaciones-cli%CC%81nicas-en-odontologi%CC%81a-comparacio%CC%81n-con-otras-te%CC%81nicas.pdf>
25. Otorrinolaringología. Procedimientos diagnósticos: Oído [data base onthe internet]. Clínica Alemana. [citado 4 diciembre 2017]. Disponible en: <https://portal.alemana.cl/wps/wcm/connect/Internet/Home/medicos-y-especialidades/Otorrinolaringologia/Procedimientos/Diagnosticos>
26. Afghar P, Ghaffari R, Sohilipour S. Anatomical assesment of foramen tympanicum using cone beam tomography images. *PubMed* [base de datos en internet] 2016. [Citado 15 febrero 2018]. Disponible en: <http://www.dentalhypotheses.com/article.asp?issn=2155-8213;year=2016;volume=7;issue=3;spage=107;epage=111;aulast=Afghari>
27. Lacout A, Marsot-Dupuch K, Smoker W, Lasjaunias P. Foramen Tympanicum, or Foramen of Huschke: Pathologic Cases and Anatomic CT Study. [base de datos en internet] 2017 [Citado 15 febrero 2018]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15956489>
28. Tozoglu U, Caglayan F, Harorh A. Foramen tympanicumor foramen of Huschke: anatomicalconebeam CT study. *EBSCO* [base de datos en internet] 2012 [citado 4 diciembre 2017]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22517996>
29. *Implantecoclear.org*. [homepageonthe internet] España: Federación de Asociaciones de Implante coclear de España; c2015 [cited 15 febrero 2018] Disponible en: [http://implantecoclear.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=76:i-que-es-un-implante-coclear&catid=62:que-es&Itemid=82](http://implantecoclear.org/index.php?option=com_content&view=article&id=76:i-que-es-un-implante-coclear&catid=62:que-es&Itemid=82)
30. Pearlman P, van Deurzen M, Grolman W. Co-registration of pre operative computed tomography and intraoperative three-dimensional rotational x-ray images for cochlear implant surgical evaluation.

- PubMed. [base de datos en internet] 2014. [citado 15 febrero 2018].  
Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25058836>
31. Akbulut N, Kursun S, Aksoy S, Kurt H, Orhan K.  
Evaluation of foramen tympanicum using conebeam computed tomography in orthodontic malocclusions. PubMed [base de datos en internet]. 2014 (aprox. 6 p.) [citado 14 diciembre 2017] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Evaluation+of+Foramen+Tympanicum+Using+ConeBeam+Computed+Tomography+in+Orthodontic+Malocclusions>
32. Deniz Y, Geduk Y, Zengin A. Examination of foramen tympanicum: cone-beam computed tomography anatomical study. Pubmed [base de datos en internet] 4 SEPTIEMBRE 2017 [citado 15 febrero 2018] disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28868610>
33. Mittal S, Singal S, Mittal A, Singal R, Jindal G. Identification of foramen of Huschke with reversible herniation of temporomandibular joint soft tissue into the external auditory canal on multidetector computed tomography. PubMed. [base de datos en internet] 2017 [citado 15 febrero 2018] disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5242129/>
34. Razafindranaly V, Truy E, Pialat JB. ConeBeam CT Versus Multislice CT: Radiologic Diagnostic Agreement in the Postoperative Assessment of Cochlear Implantation. Pubmed [base de datos en internet] octubre 2016 [citado 14 diciembre 2017], disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27518208>.
35. De Seta D. y colaboradores. 3d curved multiplanar cone beam CT reconstruction for intracochlear position assessment of straight electrodes array. A temporal bone and clinical study. PubMed [base de datos en internet]. Diciembre 2016. [citado 14 dic, 2017] Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5317130/>
36. N. Fischer, L. Pinggera, V. Weichbold, D. Dejaco, J. Schmutzhard, and G. Widmann. Radiologic and Functional Evaluation of Electrode Dislocation from the Scala Tympani to the Scala Vestibuli in Patients with Cochlear Implants. Pubmed base de datos en internet. 2014 citado

15 feb. 2018 disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25430856>

37. Helmstaedter V, Bueltmann E, Lenarz T, Teschner M. Radiologic detectability of the cochlear implant electrode fixation clip using cone beam computed tomography. [Base de datos en internet]. 2016. [citado 15 febr 2018] disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27808006>
38. Dalbert A, Veraguth D, Huber A, Christof R. y Pfiffner F. Assessment of Cochlear Trauma During Cochlear Implantation Using Electrocochleography and Cone Beam Computed Tomography. [Base de datos en internet]. 2016 [citado 15 febrero 2018] disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26945317>
39. Rotter N, Schmitz B, Sommer F, Rohrer S, Schule P, Bischof F, Scheithauer M. y Hoffmann T. First use of flat-panel computed tomography during cochlear implant surgery Perspectives for the use of advanced therapies in cochlear implantation. [Base de datos en internet]. 2016 [citado 15 febrero 2018] disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27534759>
40. Pont E, Mazón M, Montesinos P. Imaging diagnostics: congenital malformations and acquired lesions of the inner ear. Acta Otorrinolaringol Esp. 2015 Jul-Aug;66(4):224-33. Pubmed [internet] disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25312404>
41. Vandevoorde A, Williams T, Daval M. y Ayache D. Early Postoperative Imaging of the Labyrinth by Cone Beam CT After Stapes Surgery for Otosclerosis With Correlation to Audiovestibular Outcome. Base de datos en internet. 2017. Citado 15 feb. 2018. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28068300>
42. Hashimoto K, Yanagihara N, Hyodo J, y Sakagami M. Osseous Eustachian Tube and Peritubal Cells in Patients With Unilateral Cholesteatoma: Comparison Between Healthy and Diseased Sides Using High-Resolution Cone-Beam Computed Tomography. Base de datos en internet. 2015 citado 15 febr. 2018. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25675312>

43. Liktor B, Revesz P, Csomor P, Gerlinger I, Sziklai I. y Karosi T. Diagnostic value of cone-beam CT in histologically confirmed Otosclerosis. Hungría. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2013. [citado 14 dic 2017] disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24048411>
44. Diercks D, Vargas S, Rogge F, Lichtherte S, y Struelens L. D0simetric analysis of the use of cbct in diagnostic radiology: sinus and middle ear. Bélgica. Oxford Academic. 2015. [citado 14 dic 2017] disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24771211>
45. Jakob TF, Kromeier J, Baumann T, Pfeiffer J, Neudert M, Laszig R, Zahnert T, Offergeld C. Experimental Simulation of Clinical Borderline Situations in Temporal Bone Specimens After Ossiculoplasty. Pubmed [base de datos en internet] junio 2017. [citado 14 dic 2017] disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28671917>
46. Mazón M, Pont E, Montesinos P. Radiología del oído externo: indicaciones, anatomía normal y procesos patológicos. Radiología. 2016 (aprox. 6 p.) [citado 20 enero 2018] disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0033833815001514>
47. Bartel- Friedrich S, Congenital Auricular malformations: Description of anomalies and syndromes. 2015 Dec;31(6):567-80. Pubmed [base de datos en internet] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26667631>
48. Santhosh R, Farah G, Kiang H. C-arm cone beam computed tomography: A new tool in the interventional suite. Ann Acad MedSingapore 2013;42: 585-92. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24356655>
49. De Santana T, De Carvalho R, Arias R, Dias de Oliveira e Silva E, Frazão M, Gomes A. El uso de latomografía computarizada de haz volumétrico en odontología. Odontol. Clin. -Cient. Artículo de revisión. 2010. [Citado 20 enero 2018] disponible en: [http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1677-38882010000400005&script=sci\\_arttext](http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1677-38882010000400005&script=sci_arttext)

# ANEXOS

## Anexo 1.

Figura 1: Selección de papers

TÍTULO	AUTOR(ES)	AÑO	EXAMINADOR 1	EXAMINADOR 2
Radiologic and Functional Evaluation of Electrode Dislocation Dislocation from the Scala Tympani to the Scala Vestibuli in Patients with Cochlear Implants	N. Fischer, L. Pinggera, V. Weichbold, D.	2014	ok	ok
Importance and applications of Cone-Beam	Cleber F.B, Carola G.A, Wilton M.S, Julio C.M	2010	ok	ok
Tomografía computada cone beam en ATM	Dr. Andrés Briner	2014	ok	ok
Usefulness of cone beam in temporomandibular joint with soft tissue pathology	M Alkheader, A Kuribayashi, N Ohbayashi	2010	ok	ok
Dinamic intensity-weighted región of interest imaging for conebeam CT	Erik Pearson, Xiaochuan Pan, and Charles P.	2017	ok	ok
Cone beam Tomografía computarizada Aplicaciones en odontología	Adriana Marra, Adriana Poletto.	2012	ok	ok
El uso de la tomografía computarizada de haz volumétrico en odontología	Thiago de S, Ronaldo de C, Amanda M.	2010	ok	ok
Reconstrucción volumétrica de hueso temporal mediante CB CT	Ilsón Sepulveda A.	2014	ok	ok
Tomografía cone beam 3D: su aplicación en odontología	Dr. Montañño Mary	2013	ok	ok
TCCB aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas	Lenguas, A.L., Ortega, R., Samara	2010	ok	ok
Tomografía computarizada. Evolución, principios técnicos y aplicación	A Calzado, J Geleijns	2010	ok	ok
Anatomical assessment of foramen tympanicum using CBCT images	Parastoo A, Roshanak G, Saeed Soheilipour	2016	ok	ok
Foramen timpánico o foramen de Huschke: estudio de anatomía con CBCT	U Tozog'lu, F Caglayan and A Harori	2012	ok	ok
Septic arthritis of the temporomandibular joint after acute otitis media in a child	Kathia D. Koenraad G, Stefanie D.	2017	ok	ok
Use of Reference Ear Plug to improve accuracy of lateral cephalograms generated from cone-beam computed tomography scans	Hyeon-Shik, Kyung-Min,	2013	ok	ok
3D radiography: A brief overview of cone-beam CT	Gi-Soo Jin-Hyung	2012	ok	ok
Dental imaging—2D to 3D: a historic, current, and future view of projection radiography	Dental Nursing	2014	ok	ok
Safe and effective cone beam computed tomography	Randolph todd	2011	ok	ok
Technical aspects of dental CBCT: state of the art	Nicholas A Drage R Pauwels, Araki, H Siewerdsen	2015	ok	ok

3D curved multiplanar cone beam CT reconstruction for intracochlear position assessment of straight electrodes array.	D. DE SETA, P. MANCINI, F. Y. RUSSO, R. TORRES Alexis Lacout, Kathlyn Marsot-Dupuch, Wendy R.	2016	ok	ok
Foramen Tympanicum, or Foramen of Huschke: Pathologic Cases and Anatomic CT Study	Shallini Mittal , Samita Singal , Amit Mittal	2017	ok	ok
Identification of foramen of Huschke with reversible herniation of temporomandibular joint soft tissue into the external auditory canal on multidetector computed tomography Imaging cochlear implantation with round window insertion in human temporal bones and cochlear morphological variation using high-resolution cone beam CT	JING ZOU, JAAKKO LÄHELMA, JUHA KOIVISTO,	2015	ok	ok
Cochlear Implant Electrode Failure Secondary to Silicone Touch-Up During Device Manufacturing	Weiru Shao	2013	ok	ok
Comparison of digital volume tomography and high-resolution computed tomography in detecting superior semicircular canal dehiscence – a temporal bone study	Martin Bremke, Jan-Christoffer Luers, Andreas Anagiotos	2015	ok	ok
X-ray microtomographic confirmation of the reliability of CBCT in identifying the scalar location of cochlear implant electrode Q3 after round window insertion	Jing Zou, Markus Hannula, Kalle Lehto, Hao Feng Victor	2015	ok	ok
Radiologic detectability of the cochlear implant electrode fixation clip using cone beam computed tomography	Helmstaedter, Eva Bueltmann, Thomas Lenarz	2016	ok	ok
Differences of radiological artefacts in cochlear implantation in temporal bone and complete head	Isabell Diogo, Nora Franke, Silke Steinbach-Hundt	2014	ok	ok

Diagnostic value of cone-beam CT in histologically confirmed Otosclerosis	Pe'ter Ré've'sz Pe'ter Csomor	2013	ok	ok	k
Visualización del Bonebridge mediante CT y CBCT	Christian Güldner , Julia Heinrichs , Rainer Weiß Waldemar Würfel , Heinrich Lanfermann , Thomas Lenarz nicholas B. Abt, Mohamed Lehar, Carolina Trevino	2013	ok	ok	k
Cochlear length determination using Cone Beam Computed Tomography in a clinical setting		2014	ok	ok	k
Intratympanic Iodine Contrast Injection Diffuses Across the Round Window Membrane Allowing for Perilymphatic CT Volume Acquisition Imaging		2016	ok	ok	k
Indications of cone beam CT in head and neck imaging in children	U. WALLICZEK- DWORSCHAK, I. DIOGO, L. STRACK, M. MANDAPATHIL	2017	ok	ok	k
DOSIMETRIC ANALYSIS OF THE USE OF CBCT IN DIAGNOSTIC RADIOLOGY: SINUS AND MIDDLE EAR	D. Dierck, Saidarriaga Vargas, F. Rogge Santhosh, Farah Gillan Irani, Kiang Hiong Tay Mazón	2014	ok	ok	k
C-arm Cone Beam Computed Tomography: A New Tool in the Interventional Suite	Montesinos, Sánchez, Más- Estellés F Perenyi Adam, Barath Zoltan, Magyar Peter	2013	ok	ok	k
Diagnóstico por imágenes: malformaciones congénitas y lesiones adquiridas del oído interno.		2015	ok	ok	k
El uso de la tomografía computarizada de haz cónico en imágenes de oído y nariz-garganta		2016	ok	ok	k
Malformaciones auriculares congénitas: descripción de anomalías y síndromes.	Bartel-friedrich s.	2015	ok	ok	k

Image guided navigation by intraoperative CT scan for cochlear implantation	Klaus Steiler MD, Georg Ledderose, John Martin Hempel, Dominik	2012	ok	ok
Radiología del oído externo: indicaciones, anatomía normal y procesos patológicos	M. Mazón, E. Pontb, P. Montesinos, J. Carreres-Poloa y Paul C. Peariman,	2015	ok	ok
Coregistration of Preoperative Computed Tomography and Intraoperative Three-Dimensional Rotational X-Ray Images for Cochlear Implant Surgical Evaluation	Martinus H. W. van Deurzen,	2014	ok	ok

## Anexo 2.

### Figura 1: Resolución dispensa de consentimiento informado.



#### RESOLUCIÓN N°25/2018

Santiago, 15 de enero de 2018

Vistos, y considerando la revisión a cargo de los miembros del Comité Ético Científico de la Universidad Finis Terrae del proyecto titulado "**Rendimiento de Tomografía Cone Beam en oído: Revisión Narrativa de la literatura**" de los autores Danae Lagos Espinoza y Camila Lam Saéz, se resuelve una dispensa de consentimiento informado.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink is positioned to the left of a circular stamp. The stamp contains the text "UNIVERSIDAD FINIS TERRAE" around the top edge and "COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO" in the center.

Pilar Busquets Losada  
Presidente Comité Ético-Científico  
Universidad Finis Terrae

### Anexo 3

Grafico 1: Selección de papers según tipo.

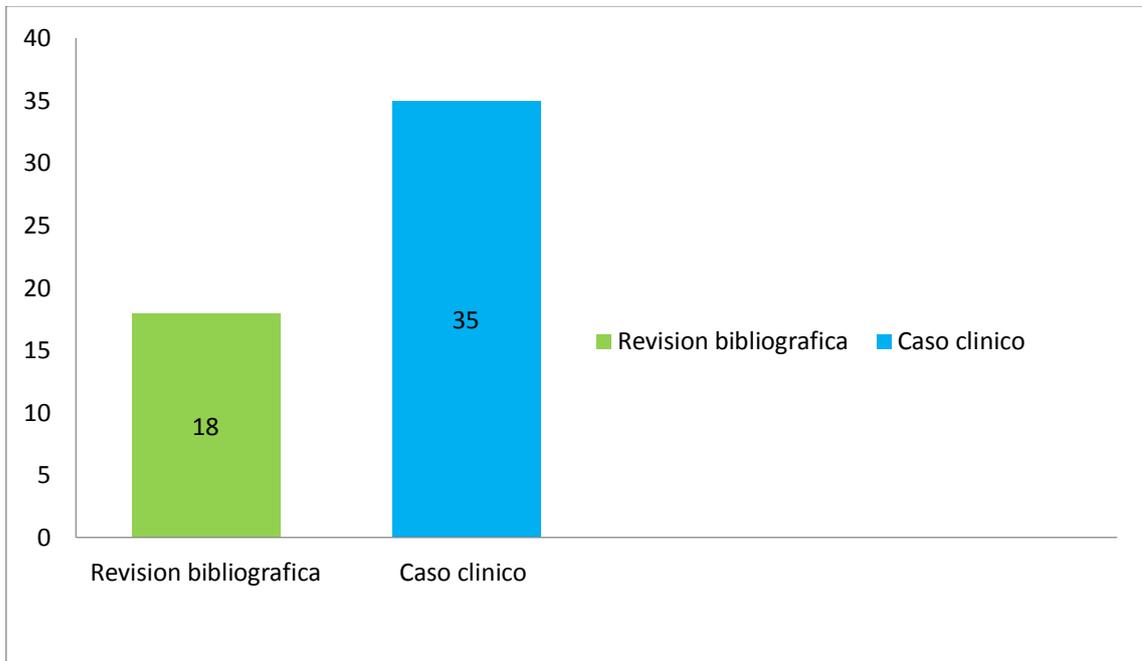


Grafico 2: Resultados según temática.

