



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN DEL ULTRASONIDO COMO AUXILIAR
DE DIAGNÓSTICO EN ODONTOLOGÍA.

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

JESSICA ITZEL MENDOZA ALCAUTER

TUTOR: Mtro. RICARDO ALBERTO MUZQUIZ Y LIMÓN

ASESOR: C.D. MARÍA DEL CARMEN GRANADOS SILVESTRE



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

A mis padres, por ser un apoyo incondicional, por ser mi guía a lo largo de mi vida, por enseñarme que hay que trabajar para poder lograr mis objetivos, por darme todo lo que he necesitado y más, las palabras nunca serán suficientes para agradecerles todo, sobre todo a ti mamá.

A mi hermana, por ser mi paciente incondicional y apoyarme en todo, por enseñarme que la perseverancia y la constancia siempre dan frutos.

A mis amigos José, por ser mi compañero de locuras, por siempre estar ahí para mí. A Fernanda; por enseñarme a vivir el momento, por ser mi compañera de locuras, por escuchar mis aventuras todos los días, por ayudarme y explicarme cuando no entendía algo, por “pegarte como chicle”, gracias por estar en mi vida porque personas como ustedes no se encuentran todos los días.

A los doctores, por compartirme sus conocimientos y ser parte de mi formación durante mi paso por la facultad.

A los pacientes que participaron en mi formación en la facultad por la confianza.

A mis tutores, el Dr. Muzquiz y la Dra. Carmen, por guiarme durante la elaboración de este trabajo, por brindarme su tiempo, experiencia y conocimientos, gracias.

A la Universidad; por la oportunidad de formarme en sus aulas y por darme de una de las mejores experiencias de mi vida, ¡mil gracias!

Índice

Introducción	4
1. Antecedentes	5
CAPÍTULO I: ULTRASONIDO	
2. Definición.....	11
2.1 Principios físicos del ultrasonido	12
2.2 Creación de la imagen	17
2.3 Ecografía Doppler	20
2.4 Principios de interpretación	20
2.5 Riesgos y efectos secundarios.....	24
CAPÍTULO II ULTRASONIDO EN ODONTOLOGÍA	
3. Tejidos periodontales	25
3.1 Complejo dentino-pulpar	33
3.1.1 Tejido dentinario.....	33
3.1.2 Tejido pulpar	35
3.2 Articulación Temporomandibular (ATM).....	43
3.2.1 Visualización de la Articulación temporomandibular (ATM) por medio del ultrasonido	48
3.3 Glándulas salivales	54
3.3.1 Interpretación de glándulas salivales por medio del ultrasonido.....	56
1.1 3.4. Granulomas.....	65
3.4 Quistes periapicales.....	66
3.5 Diagnóstico de granulomas y quistes periapicales por medio del ultrasonido.....	68
4. Conclusiones.....	72
5. Referencias bibliográficas.....	73

Introducción

Dentro de la Odontología existen situaciones que requieren imágenes diagnósticas, son el conjunto de estudios, que, mediante la tecnología, obtienen y procesan imágenes del cuerpo humano. Las herramientas para la adquisición y el análisis de las imágenes deben dominarse para poder ser entendidas. La principal función de los estudios de imagen en Odontología es proporcionarle al odontólogo la información necesaria para hacer diagnóstico del padecimiento del paciente y así valorar su respuesta al tratamiento.

El ultrasonido es un auxiliar de diagnóstico no invasivo, no produce radiación ionizante, que se utiliza para producir imágenes de estructuras anatómicas, de órganos internos, proporciona información en movimiento, como en el diagnóstico de alteraciones de la ATM, la suavidad o la dureza del tejido, en el caso de las glándulas salivales, por lo que se utiliza para ayudar a diagnosticar las causas de dolor, inflamación e infección en los órganos internos del cuerpo, nos puede guiar al momento de realizar una cirugía o llevar a cabo una biopsia, además, es más económico y accesible en comparación con la resonancia magnética o la tomografía computarizada.

Por falta de conocimiento el ultrasonido no es utilizado en Odontología, por lo tanto, el propósito de esta investigación es conocer los principios y generalidades del ultrasonido, empezando por el recuento de los inicios, progresos, tipos de ultrasonido, continuando con la descripción de los mecanismos, aplicaciones y efectos para poder aplicarlo en Odontología.

1. Antecedentes

A partir del siglo XVIII se descubre por primera vez el ultrasonido como un fenómeno de la naturaleza cuando el biólogo italiano, Lazzaro Spallanzani descubre en el año 1700 la existencia de estas ondas, observando a los murciélagos atrapar a sus presas.

En la primera mitad del siglo XIX (1803-1853), el físico y matemático austriaco Christian Andreas Doppler presenta su trabajo sobre el "Efecto Doppler" en el cual observó ciertas propiedades de la luz en movimiento, que se podían aplicar a las ondas del ultrasonido. Los japoneses, cien años más tarde, se basaron en este estudio para desarrollar lo que hoy conocemos como el "Efecto Doppler" en ultrasonido.

En la segunda mitad del siglo XIX los hermanos Pierre y Jacques Curie descubrieron las propiedades de algunos cristales a las que denominaron Efecto piezoeléctrico, esto sirvió de base para las diversas utilidades de las ondas de ultrasonido.¹

El fenómeno de la piezoelectricidad se presenta en algunos cristales que se deforman por la acción de fuerzas internas al ser sometidos a una energía eléctrica, a su vez produciendo oscilaciones en forma de onda. Esta onda es similar a la del sonido, solo que, con una frecuencia mayor, que está por encima del rango auditivo del ser humano.

A principios del siglo XX, se realizó una de las primeras aplicaciones del ultrasonido en el área de la marina, después de que el físico francés Pierre

¹ Ortega T, Seguel B Solange. HISTORIA DEL ULTRASONIDO: EL CASO CHILENO. Rev. chil. radiol. [Internet]. 2004 [consultado febrero de 2020]; Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082004000200008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082004000200008>

Langeven inventara el Sonar, que utilizaban para poder detectar los barcos alemanes que con mucha frecuencia se introducían por el canal.

Durante la II Guerra Mundial, su participación fue importante ya que llevó una intensa investigación sobre los ultrasonidos, sobre todo en la marina de Estados Unidos, quienes lo utilizaron para ver las grietas que podían tener los barcos después del combate. Todo ello llevó a que los médicos dedicados a la investigación lo quisieran probar con el ser humano.

Al terminar la segunda Guerra Mundial comenzó el desarrollo de equipos que ayudaran al diagnóstico dentro de la medicina. Grupos de investigadores japoneses, americanos y de algunos países europeos trabajan de forma paralela fabricando los primeros prototipos de equipos para diagnóstico médico en modo A o de amplitud (figura 1), en este modo la señal de los ecos reflejados es en una sola dirección, desplegado como una amplitud de voltaje, y posteriormente en modo B o brillantez (figura 2), donde los ecos se suman en diferentes direcciones, así el equipo reconoce la posición espacial y la dirección del haz.²³

² Ortega T, Seguel B Solange. HISTORIA DEL ULTRASONIDO: EL CASO CHILENO. Rev. chil. radiol. [Internet]. 2004. [consultado febrero de 2020]; Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082004000200008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082004000200008>

³ Martínez C. HISTORIA DE LA ECOGRAFÍA. [Internet]. [consultado febrero de 2020]. Disponible en: http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/medicinaBalear/index/assoc/Medicina/Balear/1995v10n/3p160.dir/Medicina_Balear_1995v10n3p160.pdf

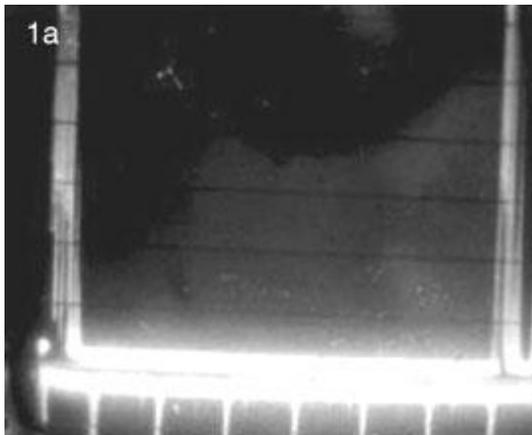


Figura 1 Primeras imágenes de un quiste en modo A ⁴

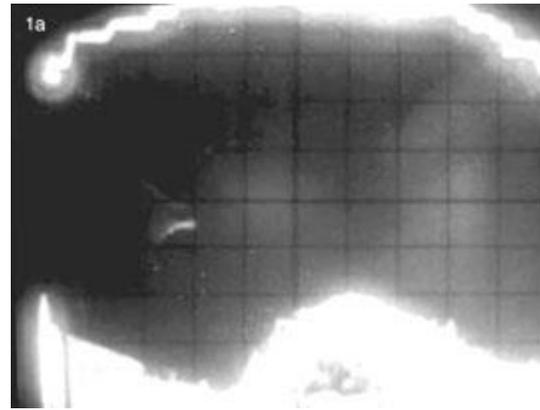


Figura 2 Imagen de un quiste en modo B⁵

El Dr. John Wild un cirujano de Minessotta, fue quien lo utilizó por primera vez, él se dedicaba a estudiar mediante modo A los cambios de las ondas en tejido mamario.

Tras varios años de estudio, en la década de 1950, el ultrasonido es aceptado en el área médica como instrumento de diagnóstico en medicina, originando un sin número de trabajos de investigación en distintas áreas de la medicina.

Douglas Horwry construyó un equipo capaz de crear imágenes bidimensionales. En 1951, Howry y sus ingenieros desarrollaron el primer scanner bidimensional.

⁴ HISTORIA DEL ULTRASONIDO: EL CASO CHILENO. Rev. chil. radiol. [Internet]. 2004 [consultado febrero de 2020]; Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082004000200008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082004000200008>

⁵ HISTORIA DEL ULTRASONIDO: EL CASO CHILENO. Rev. chil. radiol. [Internet]. 2004 [consultado febrero de 2020]; Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082004000200008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082004000200008>

En el año de 1957 los primeros equipos utilizados para el diagnóstico médico obtenían las imágenes por medio de un transductor que giraba alrededor del cuerpo sumergido en una batea con agua (figura3).

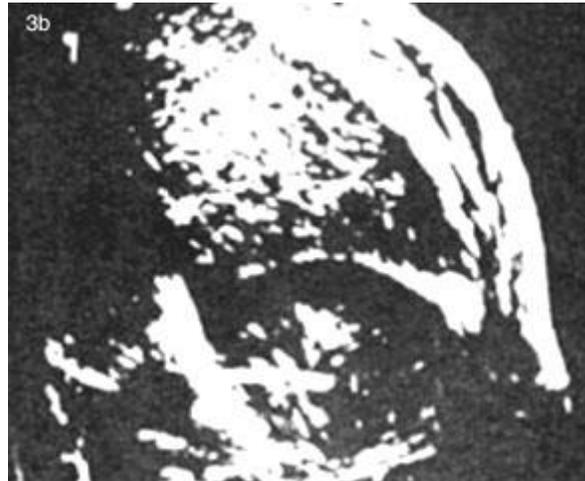


Figura 3 Primer aparato de ultrasonido.⁶

Figura 4 Imagen del riñón derecho y parte del hígado.⁷

En 1958 se publicó el primer artículo en una revista científica de prestigio, en Lancet, donde se describían los resultados sobre un grupo de 100 pacientes sanos y con patología abdominal (figura 5)

⁶ HISTORIA DEL ULTRASONIDO: EL CASO CHILENO. Rev. chil. radiol. [Internet]. 2004 [consultado febrero de 2020]; Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082004000200008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082004000200008>

⁷ HISTORIA DEL ULTRASONIDO: EL CASO CHILENO. Rev. chil. radiol. [Internet]. 2004 [consultado febrero de 2020]; Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082004000200008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082004000200008>

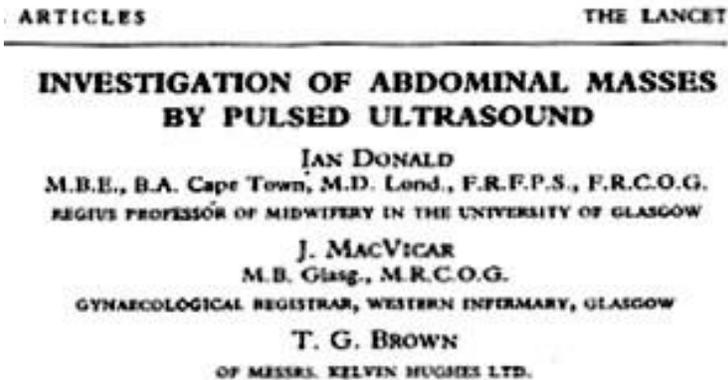


Figura 5 Primer artículo publicado sobre el ultrasonido, 1958.⁸

Durante los primeros años de la década de los 60, Howry y colaboradores desarrollaron un scanner de contacto directo, mismos que formaron la Physionics Inc., fueron los primeros en sacar un prototipo con brazo articulado en el año de 1962 (figura 6 y 7). El Dr. Lehman trabajó ya con aparatos que únicamente se introducía el transductor en una bolsa de agua que estaba en contacto con el paciente.⁹¹⁰

⁸ HISTORIA DEL ULTRASONIDO: EL CASO CHILENO. Rev. chil. radiol. [Internet]. 2004 [consultado febrero de 2020]; Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082004000200008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082004000200008>

⁹ Ortega T, Seguel B Solange. HISTORIA DEL ULTRASONIDO: EL CASO CHILENO. Rev. chil. radiol. [Internet]. 2004 [consultado febrero de 2020] ; 10(2): 89-92. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082004000200008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082004000200008>

¹⁰ Martínez C. HISTORIA DE LA ECOGRAFÍA. [Internet]. [consultado febrero de 2020]. Disponible en: http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/medicinaBalear/index/assoc/Medicina/ Balear /1995v10n/3p160.dir/Medicina_Balear_1995v10n3p160.pdf



Figura 6 Equipo estático utilizado en los inicios del ultrasonido ¹¹

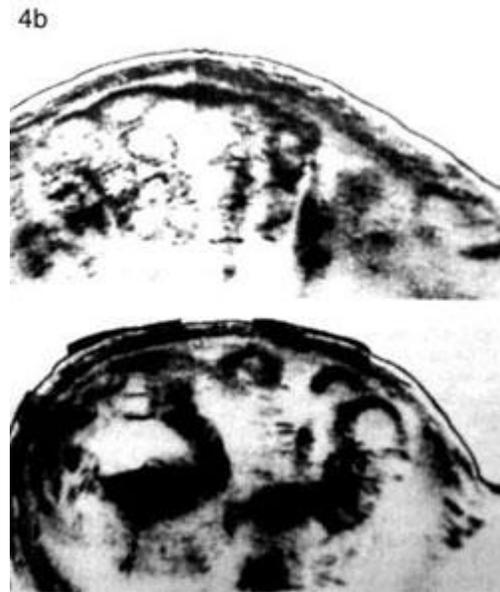


Figura 7 Imagen de abdomen en modo B¹²

Después de 1980, el ultrasonido fue introducido totalmente a la imagenología. El cambio y la evolución han sido rápidos, transductores lineales, sectoriales, convexo; de tipo mecánico y electrónico; cada vez de más alta frecuencia utilizándose en la actualidad entre 2,5 y 10 MHz. Los aparatos cambiaron de ser analógicos hasta casi digitales, pasando unos 10 años en mejorar la imagen de modo B para tener cada vez mayor resolución.

¹¹ HISTORIA DEL ULTRASONIDO: EL CASO CHILENO. Rev. chil. radiol. [Internet]. 2004 [consultado febrero de 2020]; Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082004000200008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082004000200008>

¹² HISTORIA DEL ULTRASONIDO: EL CASO CHILENO. Rev. chil. radiol. [Internet]. 2004 [consultado febrero de 2020]; Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082004000200008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082004000200008>

Capítulo I Ultrasonido

2. Definición

El ultrasonido se define, como una serie de ondas mecánicas, generalmente longitudinales, originadas por la vibración de un cuerpo elástico (cristal piezoeléctrico) y propagadas por un medio material (tejidos corporales), cuya frecuencia, que es la cantidad de ciclos o cambios de presión que suceden en un segundo, supera la del sonido audible por el humano, que generalmente se encuentra por arriba de 20 KHz (Kilo Hertz).

La velocidad en la que se propagaran las ondas de ultrasonido dependerá de la densidad (cantidad de moléculas), y compresibilidad (que tan juntas o separadas se encuentran las moléculas), de cada tejido. Esto hace referencia a que entre mayor sea la densidad y menor la compresibilidad, las ondas se propagaran de forma más rápida, y de manera inversa, si el tejido es menos denso y más compresible la velocidad en la que se propagaran las ondas será más lenta, se considera que la velocidad en la que viajan las ondas en tejidos blandos es de 1,540 m/s.

Los sistemas de ultrasonido proveen imágenes, generalmente, en dos dimensiones (2-D) de tejidos blandos sin someter a los pacientes a radiación iónica (figura 8). Son usados en los departamentos de imagenología para complementar otras modalidades de imagen.¹³¹⁴

¹³ Instituto Nacional de Bioingeniería e Imágenes Biomédicas. ULTRASONIDO. [Internet]. Julio 2013. [citado marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.nibib.nih.gov/sites/default/files/Ultrasonido.pdf>

¹⁴ Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. GUÍA TECNOLÓGICA NO. 18: ULTRASONIDO, SISTEMA DE IMAGINOLOGÍA. [Internet]. Julio 2005. México. [citado marzo de 2020]. Disponible en: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/18gt_ultrasonido.pdf



Figura 8 Ultrasonido de un feto ¹⁵

El ultrasonido en medicina puede ser utilizado como auxiliar de diagnóstico y con fines terapéuticos:

- El ultrasonido de diagnóstico, es una técnica que se utiliza para producir imágenes dentro del cuerpo. Las sondas que se utilizan para generar las imágenes. El ultrasonido de diagnóstico se divide en ultrasonido anatómico y funcional.

El ultrasonido anatómico produce imágenes de los órganos internos u otras estructuras. El ultrasonido funcional proporciona información como el movimiento y la velocidad del tejido o la sangre, la suavidad o la dureza del tejido.

- El ultrasonido terapéutico a diferencia del diagnóstico no se utiliza para producir imágenes, su objetivo es interactuar con los tejidos en el cuerpo para que puedan ser modificados o destruidos. Entre sus usos están: mover o empujar el tejido, calentar el tejido, disolver los coágulos, o administrar fármacos a sitios específicos en el cuerpo. La ventaja de usar terapias de ultrasonido es que, generalmente, no es invasivo.¹⁶

¹⁵ ULTRASONIDO. [Internet]. Julio 2013. [consultado febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.nibib.nih.gov/sites/default/files/Ultrasonido.pdf>

¹⁶ Instituto Nacional de Bioingeniería e Imágenes Biomédicas. ULTRASONIDO. [Internet]. Julio 2013. [consultado febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.nibib.nih.gov/sites/default/files/Ultrasonido.pdf>

2.1 Principios físicos del ultrasonido

El funcionamiento del ultrasonido será por medio de un transductor (una sonda portátil), el cual es el encargado de emitir ondas de ultrasonido y detectar los ecos reflejados. Los transductores (figura 9), están hechos de materiales especiales de cristal cerámico llamados piezoeléctricos, que son capaces de producir ondas sonoras cuando una corriente eléctrica pasa a través de ellos, aunque, también funcionan a la inversa, es decir, el transductor va a actuar como emisor y receptor de ultrasonidos, las frecuencias más utilizadas son las que varían dentro del rango de 2 a 15 MHz.

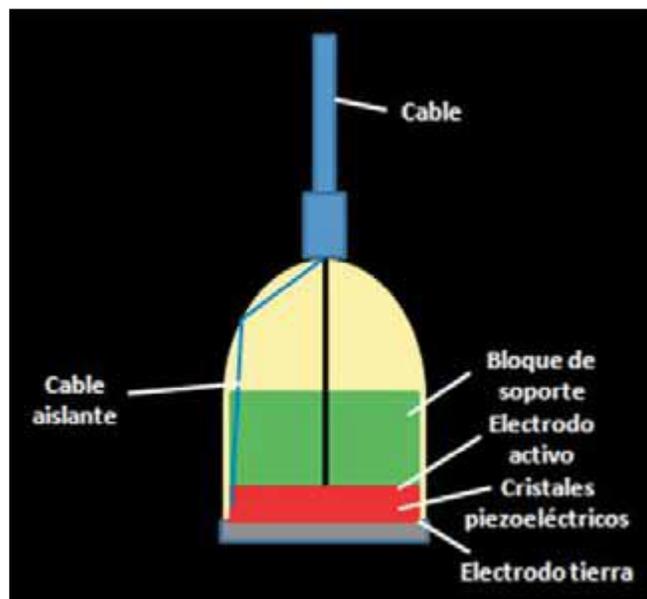


Figura 9 Composición de un transductor¹⁷

El transductor envía un haz dirigido de ondas sonoras dentro del cuerpo, y las ondas sonoras se reflejan en el transductor desde los tejidos hasta el trayecto

¹⁷ Pineda C. Macías M. Bernal A. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL ULTRASONIDO. Investigación en Discapacidad. [Internet]. 2012. [consultado febrero de 2020]; vol. 1. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invd/ir-2012/ir121e.pdf>

del haz (figura 10). Cuando estos ecos llegan al transductor se generan señales eléctricas que el escáner de ultrasonido convierte en imágenes.

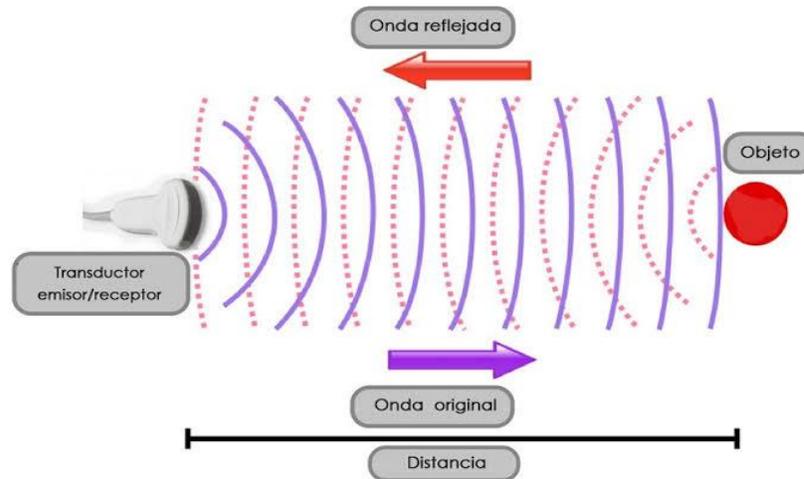


Figura 10 Emisión y recepción de ondas por el receptor¹⁸

La circonita de plomo con titanio es una cerámica usada frecuentemente como cristal piezoeléctrico; también se han desarrollado polímeros piezoeléctricos como polivinilideno (PVDF) y trifluoroetileno (TrFE) que son útiles para producir frecuencias altas (> 100 MHz).

Los transductores no generan ondas de ultrasonido continuamente, lo realizan por ciclos a manera de pulsos en dos fases: emisión de ultrasonidos y recepción de ecos, estos ciclos se repiten hasta obtener la imagen. Esto nos proporciona un equilibrio entre la propagación de las ondas y la generación del eco hacia el transductor antes de que se produzca el siguiente ciclo. La frecuencia con la que se repiten estos ciclos varía entre 1,000 y 10,000 KHz por segundo, dependiendo de la profundidad del tejido. Los pulsos serán

¹⁸ Manchon P. Cómo funciona un equipo de ecografía. [consultado febrero de 2020]. Disponible en: <https://pilarmanchon.es/2017/08/16/como-funciona-un-equipo-de-ecografia/>

digitalizados, en una memoria gráfica, y se observarán en el monitor en forma de puntos brillantes para ser visualizados en tiempo real.

Existen varios tipos de transductores según la manera en que están dispuestos sus componentes y su forma. Los transductores sectoriales tienen una ventana pequeña, con un ángulo de escaneo ancho; los convexos tienen un amplio campo a distancia, con un tamaño de ventana adecuado y los lineales se caracterizan por tener un amplio plano de contacto, ideal para visualizar estructuras de menor tamaño.^{19,20,21}



Figura 11 a) transductor sectorial, b) transductor convexo, c) transductor lineal ²²

¹⁹ Pineda C. Macías M. Bernal A. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL ULTRASONIDO. Investigación en Discapacidad. [Internet]. 2012. [consultado febrero de 2020]; vol. 1. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invdiss/ir-2012/ir121e.pdf>

²⁰Raudales I. IMÁGENES DIAGNÓSTICAS: CONCEPTOS Y GENERALIDADES. [Internet]. Rev. Fac. Cienc. Méd. 2014. [citado marzo de 2020]. Enero-Junio: 35-43. Disponible en: <http://www.bvs.hn/RFCM/pdf/2014/pdf/RFCMVol11-1-2014-6.pdf>

²¹ Vargas A., Amescua-Guerra L., Bernal M., Pineda C. PRINCIPIOS FÍSICOS BÁSICOS DEL ULTRASONIDO, SONOANATOMÍA DEL SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO Y ARTEFACTOS ECOGRÁFICOS. Acta Ortopédica Mexicana. [Internet]. 2008. [citado marzo de 2020]. Nov.-Dic: 361-373. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2008/or086e.pdf>

²² PRINCIPIOS BÁSICOS DEL ULTRASONIDO. Investigación en Discapacidad. [Internet]. 2012. [consultado febrero de 2020]; vol. 1. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invdiss/ir-2012/ir121e.pdf>

Un sistema típico de escaneo por ultrasonido (ecógrafo, figura 12), consta de las siguientes partes:

- Formador de rayo (en inglés “beamformer”)
- Unidad central de procesamiento
- Interfase de usuario (teclado, panel de control)
- Varios tipos de transductores o cabezas para escasear
- Uno o varios monitores o pantallas de despliegue de video
- Dispositivo de almacenamiento de datos
- Fuente de poder o sistema de alimentación eléctrica ²³



Figura 12 Ecógrafo ²⁴

²³ Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. GUÍA TECNOLÓGICA NO. 18: ULTRASONIDO, SISTEMA DE IMAGINOLOGÍA. [Internet]. Julio 2005. México. [citado marzo de 2020]. Disponible en: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/18qt_ultrasonido.pdf

²⁴ Ecógrafo. [Consultado febrero de 2020]. Disponible en: https://es.made-in-china.com/co_medsinglong/product_Tender-Ultrasound-3D-4D-Digital-Color-Doppler-Cheapest-Ultrasound-Machine-Color-Doppler-for-Tender-Mslcu46_riryuuogg.html

2.2 Creación de la imagen

Las imágenes obtenidas por medio de un ultrasonido tienen elementos fotográficos (píxeles), que se generan por la visualización de ecos cuando regresan al transductor (figura 15), en forma de píxeles. Un píxel es el punto más pequeño que va a componer, cuando se conjuntan, una imagen.

Un parámetro importante a considerar dentro de la creación de la imagen es la resolución, ya que nos proporciona nitidez de la imagen. En el ultrasonido, la resolución dependerá del detalle y el contraste. Existen dos tipos de resolución, la resolución lineal que determina que tan lejos se encuentran dos cuerpos reflejados, mostrándolos como dos puntos separados, y la resolución de contraste que determina la diferencia que deben tener los ecos antes de llegar a la escala de grises.

La intensidad del brillo dependerá del eco producido por la estructura. Los ecos débiles darán una imagen cercana al color negro y los ecos con más potencia generarán una imagen cercana al color blanco.²⁵

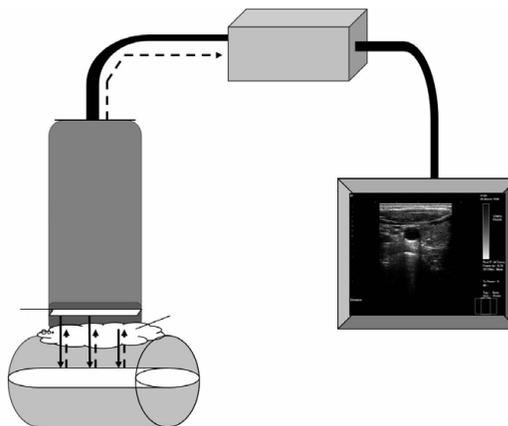


Figura 15 Ejemplificación de la creación de la imagen ²⁶

²⁵ Pineda C. Macías M. Bernal A. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL ULTRASONIDO. Investigación en Discapacidad. [Internet]. 2012. [consultado febrero de 2020]; vol. 1. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invd/ir-2012/ir121e.pdf>

²⁶ Vargas A., Amescua-Guerra L., Bernal M., Pineda C. PRINCIPIOS FÍSICOS BÁSICOS DEL ULTRASONIDO, SONOANATOMÍA DEL SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO Y ARTEFACTOS

Otro factor importante a considerar es el ángulo de incidencia o insonación que nos indica la intensidad con la que el haz de ultrasonido penetrará y se reflejará en el tejido. Se generará una mayor reflexión cuando el transductor se coloca de manera perpendicular, entre dos tejidos. Cuando las ondas no viajan de forma perpendicular el sonido generado no regresará al centro de la fuente y puede ser detectado parcialmente o no ser detectado.

Cuando las ondas viajan a través de los tejidos la energía con la que se propagan pierde potencia y la intensidad disminuye al penetrar en estructuras más profundas, a este fenómeno se le conoce como atenuación. La atenuación se relaciona con la dispersión y absorción de las ondas; la absorción se encarga de la transformación de la energía, y la dispersión se encarga de guiar la dirección de propagación.

Existen tres modos básicos de presentar las imágenes ecográficas.

- El modo A ó de amplitud, se empleó inicialmente para distinguir entre estructuras quísticas y sólidas y se utilizó para representar gráficamente una señal (figura 13).
- El modo B es la representación pictórica de la suma de los ecos en diferentes direcciones (axial, lateral), favoreciendo que el equipo reconozca la posición espacial y la dirección del haz. Ésta es la modalidad empleada en todos los equipos de ecografía en tiempo real y se trata de una imagen bidimensional estática²⁷ (figura 13).
- El modo M se emplea para las estructuras en movimiento como el corazón; se realiza una representación gráfica de la señal, la amplitud

ECOGRÁFICOS. Acta Ortopédica Mexicana. [Internet]. 2008. [consultado febrero de 2020]. Nov.-Dic: 361-373. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2008/or086e.pdf>

²⁷ Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. GUÍA TECNOLÓGICA NO. 18: ULTRASONIDO, SISTEMA DE IMAGINOLOGÍA. [Internet]. Julio 2005. México. [citado marzo de 2020]. Disponible en: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/18gt_ultrasonido.pdf

es el eje vertical, el tiempo y la profundidad son el eje horizontal (figura 14).

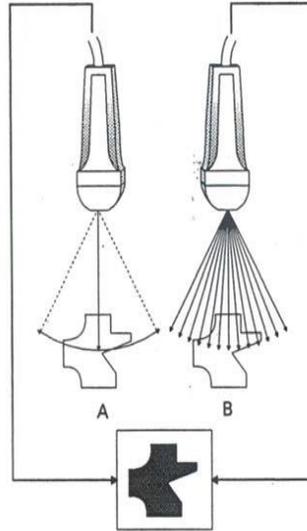


Figura 13 a) imagen en modo A, b) imagen en modo B ²⁸

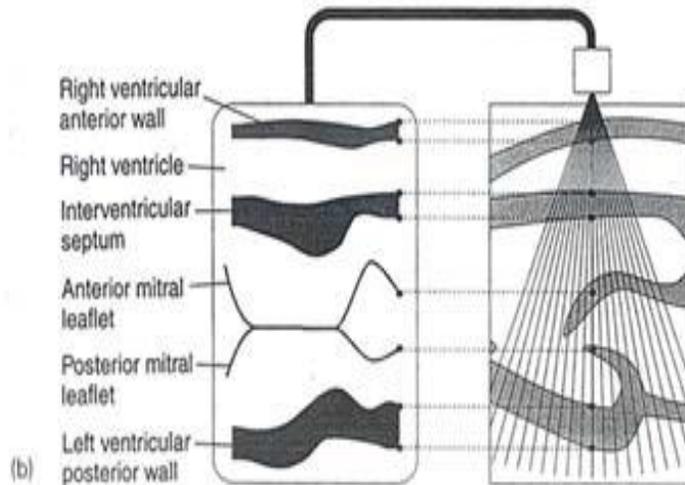


Figura 14 imagen en modo M ²⁹

²⁸ TECNOLÓGICA NO. 18: ULTRASONIDO, SISTEMA DE IMAGINOLOGÍA [consultado marzo de 2020]. Disponible en:

http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/18gt_ultrasonido.pdf

²⁹ TECNOLÓGICA NO. 18: ULTRASONIDO, SISTEMA DE IMAGINOLOGÍA [consultado marzo de 2020]. Disponible en:

http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/18gt_ultrasonido.pdf

2.3 Ultrasonido Doppler

Su principio básico se presenta cuando la frecuencia de un haz ultrasónico se altera cuando se encuentra con un objeto en movimiento, la frecuencia aumenta al acercarse el emisor y el reflector, y disminuye cuando estos se alejan. El equipo va a detectar la diferencia de la frecuencia del haz emitido y la frecuencia del haz reflejado a lo que se denomina frecuencia Doppler.

Es una técnica utilizada para detectar los problemas musculoesqueléticos. El ultrasonido Doppler tiene otras modalidades como son: Doppler a color, Doppler de poder (también llamado de potencia o de energía), Doppler pulsado y Doppler Dúplex.³⁰

2.4 Principios de interpretación

El transductor es el encargado de la formación de las imágenes en dos dimensiones, las estructuras que se encuentran de manera superficial cerca del transductor se muestran en la parte superior de la pantalla, las estructuras que se encuentren más profundas se verán al fondo de la pantalla.

La orientación que presenta cada imagen depende la posición en la que se coloque el transductor; si se busca examinar una estructura que se encuentre en el segmento proximal o cefálico la imagen se mostrará en la parte izquierda de la pantalla, si se quiere visualizar una estructura que se encuentre en el segmento distal o caudal la imagen se podrá apreciar en la parte derecha de la imagen.

Si al momento de realizar una exploración ecográfica se encuentra alguna patología los hallazgos deben ser documentados en planos ortogonales

³⁰ Pineda C. Macías M. Bernal A. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL ULTRASONIDO. Investigación en Discapacidad. [Internet]. 2012. [consultado febrero de 2020]; vol. 1. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invd/ir-2012/ir121e.pdf>

(longitudinal y transversal), generalmente cada imagen debe presentar el nombre y el lado de la estructura que se exploró; así como las patologías, las cuales son señaladas por flechas u otros símbolos para su identificación. Cada imagen nos proporcionara mediciones de las estructuras o de los hallazgos patológicos que se encuentren, esto se realiza mediante calibradores y aparece a un costado de la imagen (figura 16).³¹



Figura 16 Quistes renales

Debido a la composición de las estructuras, que se encuentran en interfases, las imágenes obtenidas mediante el ecógrafo se muestran en escala de grises. Para comprender mejor la interpretación de este es importante conocer algunos conceptos como son:

- Estructura ecogénica: en ella se generan ecos debido a la existencia de interfases acústicas en su interior.

³¹ Vargas A., Amescua-Guerra L., Bernal M., Pineda C. PRINCIPIOS FÍSICOS BÁSICOS DEL ULTRASONIDO, SONOANATOMÍA DEL SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO Y ARTEFACTOS ECOGRÁFICOS. Acta Ortopédica Mexicana. [Internet]. 2008. [citado marzo de 2020]. Nov.-Dic: 361-373. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2008/or086e.pdf>

- Estructura hiperecogénica o hiperecoica: es aquella que genera ecos en gran cantidad y/o intensidad, reflejan más las ondas; son brillantes, su característica es que su espectro va del blanco al gris claro.
- Estructura hipoecogénica o hipoecoica: es aquella que genera pocos ecos y/o de baja intensidad, propagan y reflejan en menor número las ondas, por lo que se muestran en un espectro de gris oscuro a negro.
- Estructura isoecogénica o isoecoica: se presenta cuando una estructura presenta la misma ecogenicidad que otra.
- Estructura anecogénica o anecoica: son aquellas que no generan ecos característica de los líquidos, por lo que genera una imagen totalmente negra.³²

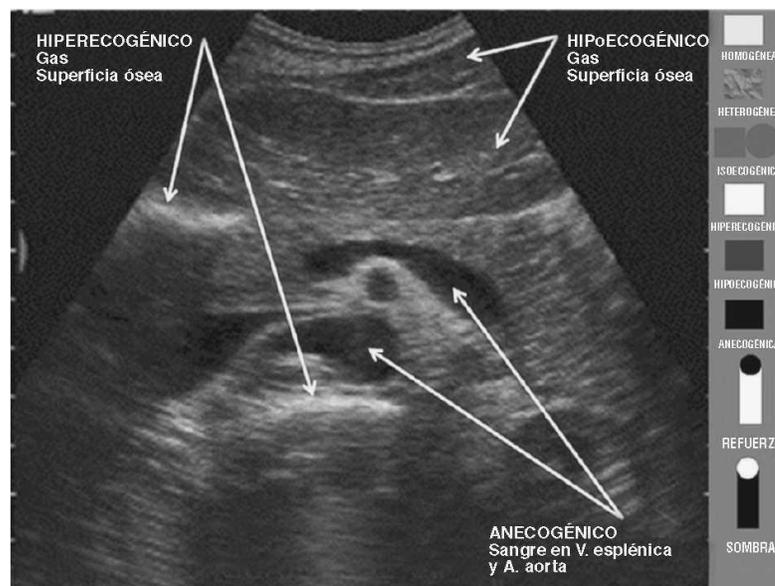


Figura 17 Escala de grises en una ecografía³³

³² Raudales I. IMÁGENES DIAGNÓSTICAS: CONCEPTOS Y GENERALIDADES. [Internet]. Rev. Fac. Cienc. Méd. 2014. [consultado febrero de 2020]. Enero-Junio: 35-43. Disponible en: <http://www.bvs.hn/RFCM/pdf/2014/pdf/RFCMVol11-1-2014-6.pdf>

³³ Grupo de ecografía de Semergen. LENGUAJE ECOGRÁFICO. [consultado febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-articulo-metodologia-tecnicas-ecografia-principios-fisicos-13109445>

La ecogenicidad de los tejidos variara de la frecuencia del transductor y de los tejidos adyacentes, ya estos pueden presentar una ecogenicidad diferente. Los tejidos pueden ser sonográficamente de la siguiente manera:

Tendones: los tendones los podremos observar de manera longitudinal como un conjunto de líneas hiperecoicas delgadas de manera paralela, si se observan de manera transversal se pueden apreciar de forma oval o redondeada, hiperecoica, bien delimitada.

Ligamentos: estos pueden ser visualizados como bandas paralelas hiperecoicas, que se encuentran cerca de las estructuras óseas, lo que la diferencia de los tendones es que no presentan una forma regular, son aplanados y menos compactos.

Cápsula articular: esta estructura generalmente no se puede visualizar de manera asilada ya que se encuentra junto los ligamentos, por lo tanto, presentan una ecogenicidad similar, hiperecoica.

Músculos: ecográficamente se visualizan como hipoecoicos, aunque las separaciones que se encuentran entre sus fibras se aprecian hiperecoicas.

Nervios: se presentan de forma similar a los tendones, en fascículos, se aprecian relativamente hipoecoicos con un borde hiperecoico.

Hueso: las ondas de ultrasonido no pueden penetrar el hueso, por lo que solo la superficie ósea es visible, la cortical ósea se aprecia como una línea hiperecoica bien definida.³⁴

³⁴ Vargas A., Amescua-Guerra L., Bernal M., Pineda C. PRINCIPIOS FÍSICOS BÁSICOS DEL ULTRASONIDO, SONOANATOMÍA DEL SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO Y ARTEFACTOS

2.5 Riesgos y efectos secundarios

El realizar un diagnóstico por medio de ultrasonido generalmente es seguro, hasta el momento, no se asocia con algún riesgo específico. Los transductores deben ser manipulados de manera adecuada para así evitar accidentes, ya que son frágiles, además, realizar una limpieza adecuada del mismo. Si se somete a un tiempo de exposición excesivo se corre el riesgo de que este aumente su temperatura.³⁵

ECOGRÁFICOS. Acta Ortopédica Mexicana. [Internet]. 2008. [citado marzo de 2020]. Nov.-Dic: 361-373. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2008/or086e.pdf>

³⁵ Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. GUÍA TECNOLÓGICA NO. 18: ULTRASONIDO, SISTEMA DE IMAGINOLOGÍA. [Internet]. Julio 2005. México. [citado marzo de 2020]. Disponible en: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/18gt_ultrasonido.pdf

Capítulo II Ultrasonido en Odontología.

En Odontología se utilizan diferentes auxiliares de diagnóstico para que los diagnósticos sean más certeros. El ultrasonido no es considerado dentro de estos auxiliares por falta de conocimiento, pero, dentro de sus ventajas podemos encontrar que no utiliza radiación ionizante por lo que puede utilizar de manera segura en pacientes embarazadas y niños, es un examen de fácil acceso y bajo costo, en comparación con una resonancia magnética o una tomografía computarizada (come bean). En este capítulo se dará a conocer algunas de las aplicaciones dentro de la Odontología, ya que existe interés en introducirlo como auxiliar de diagnóstico, aunque su aplicación todavía no se lleva a cabo en la práctica cotidiana por falta de conocimiento en los alcances que puede tener.

Dentro de las investigaciones en Odontología el ultrasonido se ha utilizado para la visualización de caries interproximales, la evaluación del espacio periodontal, la imagen de la superficie de defectos óseos periodontales y la medición del espesor del esmalte, y en la diferenciación de las lesiones periapicales, la determinación del grosor gingival y monitorización de la evolución periapical después de la cirugía endodóntica.

3. Tejidos periodontales

Los tejidos periodontales son los que se encuentran alrededor del diente, están comprendidos por la encía, el ligamento periodontal, el cemento radicular y el hueso alveolar (figura 18). Su función principal es mantener el diente en el alveolo, hueso alveolar, en cada uno de los maxilares y mantener la integridad de la mucosa masticatoria.³⁶

³⁶ Newman M. Carranza F. Takei H. Periodontología clínica. 10 ed. Editorial Mc Graw Hill. 2010.

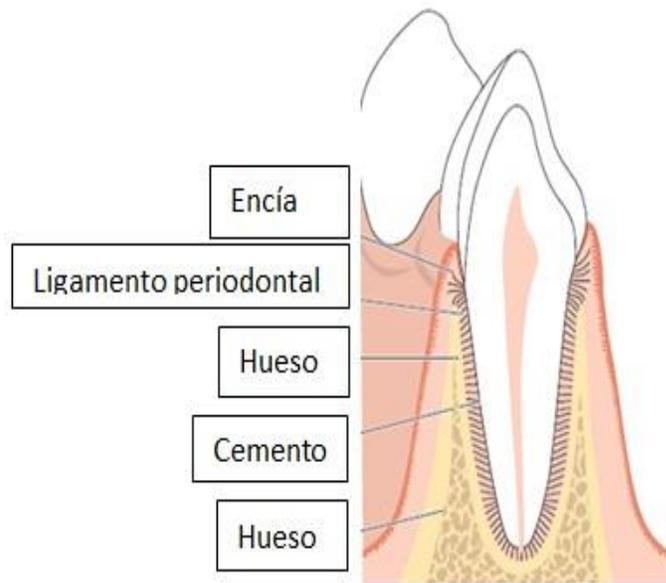


Figura 18 Esquema de los tejidos periodontales.³⁷

La encía, es parte de la mucosa masticatoria que cubre al diente en su porción cervical y el hueso alveolar, es de color rosa coral, debe presentar un puntilleo como “piel de naranja” en condiciones de salud.

La encía se conforma clínicamente por la encía libre o marginal que es la que rodea al diente y mide 1 mm aproximadamente; la encía insertada o adherida que es la continuación de la encía libre hasta la línea mucogingival y se encuentra firmemente fijada al periodonto; la encía interdental que se encuentra en forma de triángulo entre los dientes y la mucosa alveolar y termina hasta fondo de saco³⁸ (figura 19).

³⁷ Cabllero D. [consultado febrero de 2020]. Disponible en:

<https://www.caballerodentalclinic.com/wp-content/uploads/2019/07/periodoncitis.jpg>

³⁸ Newman M. Carranza F. Takei H. Periodontología clínica. 10 ed. Editorial Mc Graw Hill. 2010.

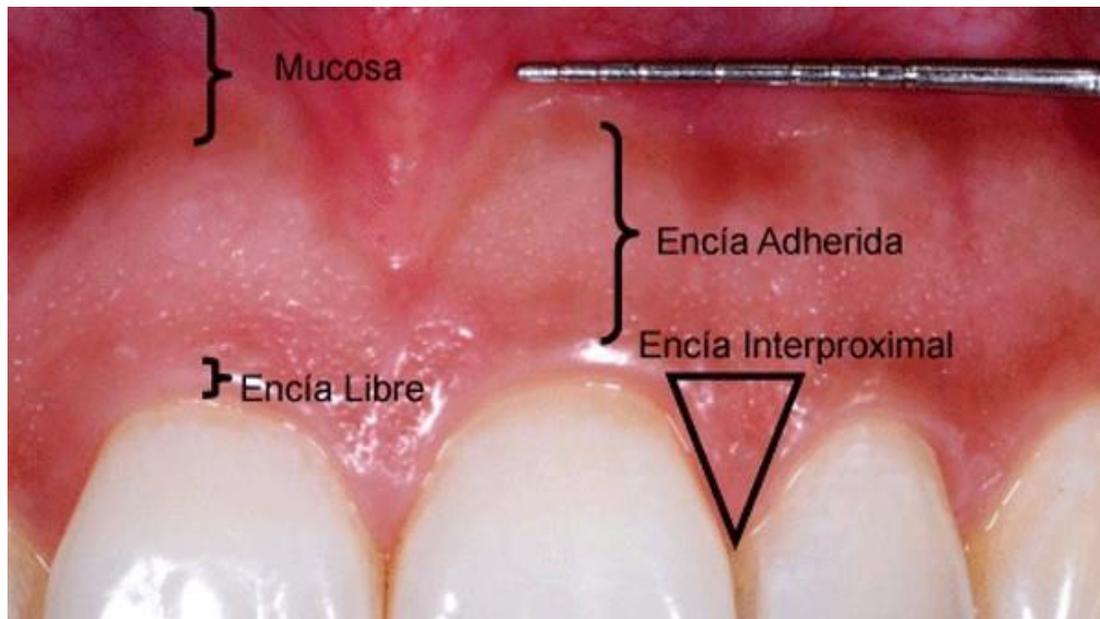


Figura 19 Esquema de las partes de la encía³⁹

El ligamento periodontal, conformado por tejido conectivo que se encuentra rodeando al diente en la raíz y lo conecta con la pared interna de hueso alveolar. Se conforma por fibras principales de colágeno, que se encuentran de manera longitudinal en la raíz.

Estas fibras se clasifican en seis grupos (figura 20), el grupo transeptal que van del cemento a hueso en la cresta alveolar de forma interproximal. El grupo de la cresta alveolar estas fibras se extienden de manera oblicua desde el cemento hasta la cresta alveolar. El grupo horizontal que van en ángulos rectos sobre el eje longitudinal del diente. El grupo oblicuo que van de manera frontal oblicua hasta el hueso, proporcionan soporte a la tensión de las fuerzas verticales. El grupo apical que se encuentra en el fondo del ápice y no tienen una dirección exacta. Por último, se encuentra el grupo interradicular, que van

³⁹ Veira D. Encía, [consultado febrero de 2020]. Disponible en: <https://www.propdental.es/periodontitis/encia/>

desde el diente hasta el cemento en los dientes multirradiculares. Las fibras que conectan al cemento con el hueso se llaman fibras de Sharpey.⁴⁰

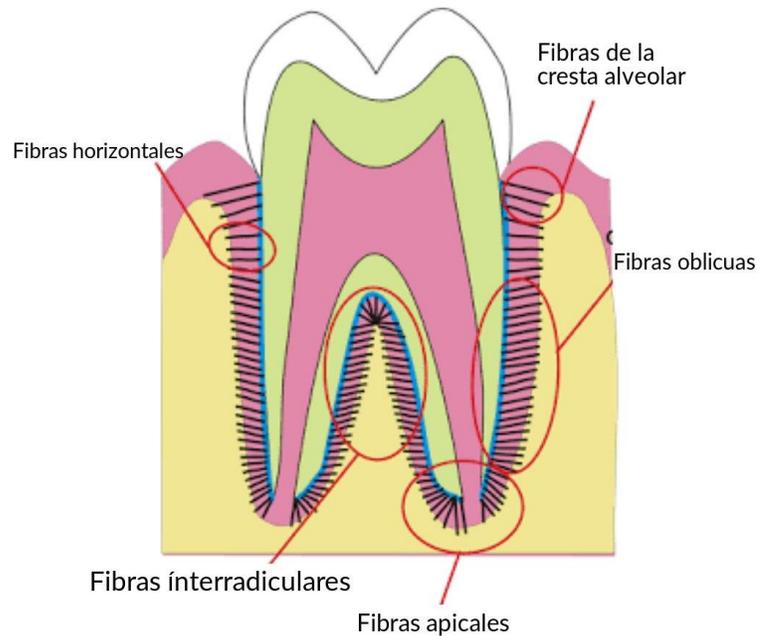


Figura 20 Esquema de las fibras periodontales. ⁴¹

Las funciones del ligamento periodontal son; proteger a los vasos y nervios de las fuerzas mecánicas, transmisión de las fuerzas oclusales al hueso, la unión del diente al hueso, resistencia al impacto de las fuerzas oclusales, es propioceptivo por su inervación lo permite sentir dolor y presión, nutre al cemento y al hueso por medio de vasos sanguíneos, las células del ligamento periodontal participan en la formación y resorción del cemento y hueso.

El cemento esta conformado por tejido mesenquimatoso, tejido conjuntivo, calcificado a vascular que se encuentra rodeando la raíz anatómica; existen

⁴⁰ Newman M. Carranza F. Takei H. Periodontología clínica. 10 ed. Editorial Mc Graw Hill. 2010.

⁴¹ Notas dentales. Generalidades del ligamento periodontal. [consultado febrero de 2020].

Disponible en: https://lh3.googleusercontent.com/-LP3OzD1y1I4/Wr6oddu0ctI/AAAAAAAAAB9w/iXb7iQL9RWsimVEqIDkTyXciilNJy8ECQCHMYCw/s1600/newproject_1_original-3.jpg

dos tipos que son el acelular o primario, que como su nombre lo indica es el primero que se forma, cubre un tercio o la porción cervical de la raíz y carece de células; y el celular o secundario que se forma una vez que el diente alcanza su punto oclusivo, es irregular y contiene cementocitos, está menos calcificado, se encuentra en los dos tercios apicales. El cemento es permeable, presenta algunas lagunas que se conectan con los túbulos dentinarios, la permeabilidad disminuye con la edad.

El proceso alveolar, se encuentra conformado por una tabla externa de hueso cortical compacto, una pared interna formada por hueso compacto delgado y el componente central del hueso alveolar conformado por hueso esponjoso, es la porción de la maxila y la mandíbula que forma y sostiene los alveolos dentarios⁴² (figura 21).

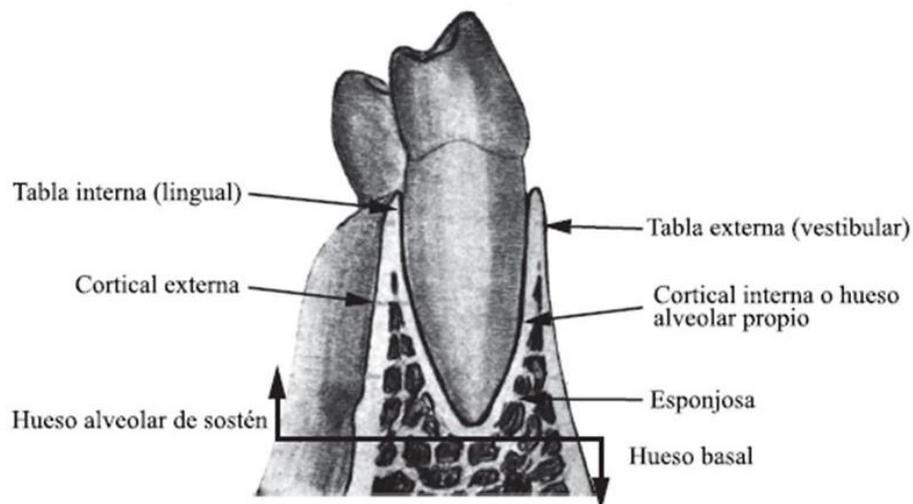


Figura 21 Esquema del proceso alveolar ⁴³

El periodonto es parte de una unidad de desarrollo biológica y funcional, que con el paso de los años (edad), va teniendo cambios, estos también se pueden

⁴² Newman M. Carranza F. Takei H. Periodontología clínica. 10 ed. Editorial Mc Graw Hill. 2010.

⁴³ Hueso alveolar. [consultado febrero de 2020]. Disponible en: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcSeCrnchXCkpFrbpsMKwfCUwsGGbjPuoekuTq5Cza15mdNxrP4&usqp=CAU>

presentar por cargas masticatorias excesivas o por medio del ambiente bucal, presencia de bacterias ante la presencia de placa dentobacteriana.

Cuando estos cambios se presentan por presencia de bacterias que interactúan en la placa dentobacteriana; que es una masa blanda no visible a simple vista que permite la adherencia de bacterias en las superficies dentales, en la encía, en restauraciones y prótesis, a lo que el sistema inmune genera una respuesta inflamatoria, a lo que se le conoce como gingivitis.

Si la placa dentobacteriana no es eliminada puede ser mineralizada, convirtiéndose así en cálculo dental, si este tampoco es eliminado el sistema inmune seguirá generando una respuesta ante estas bacterias causando pérdida de los tejidos periodontales (figura 22), a esto se le denomina enfermedad periodontal, que es una de las causantes de la pérdida dental.⁴⁴

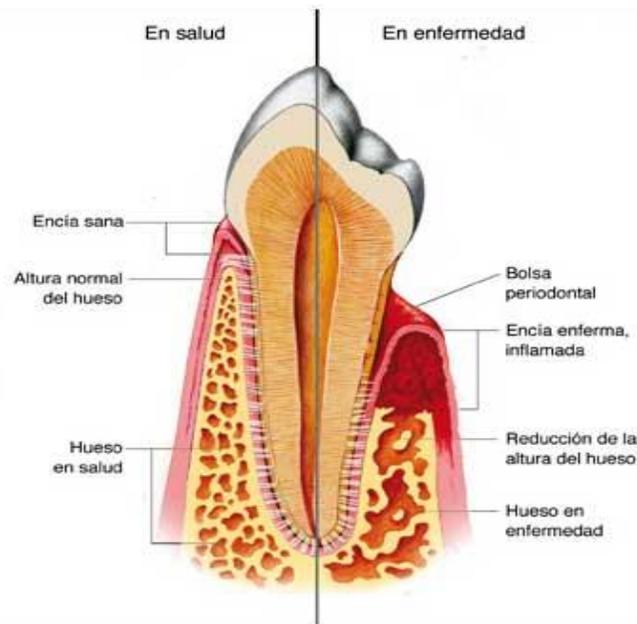


Figura 22 Esquema de los tejidos periodontales sanos y los tejidos periodontales en presencia de enfermedad⁴⁵

⁴⁴ Newman M. Carranza F. Takei H. Periodontología clínica. 10 ed. Editorial Mc Graw Hill. 2010.

⁴⁵ Enfermedad periodontal. [consultado febrero de 2020]. Disponible en: <https://clinicadentalsanzpastor.com/blog/wp-content/uploads/2013/10/enfermedad-periodontal-encia-sana-versus-encia-enferma.jpg>

Para realizar un examen de los tejidos periodontales puede ser clínicamente, con ayuda de una sonda periodontal y a través de métodos complementarios, como los son las radiografías dentoalveolares.

Con el ultrasonido se puede observar el grosor del ligamento periodontal en su posición más coronal, la unión cemento-esmalte debido a la curvatura que presentan, para medir la profundidad del surco gingival, el grosor gingival, la distancia entre la encía marginal y la cresta alveolar (figura 23), por lo que puede ser considerado como una alternativa para la visualización de tejidos periodontales, aunque su aplicación sigue estudiándose.

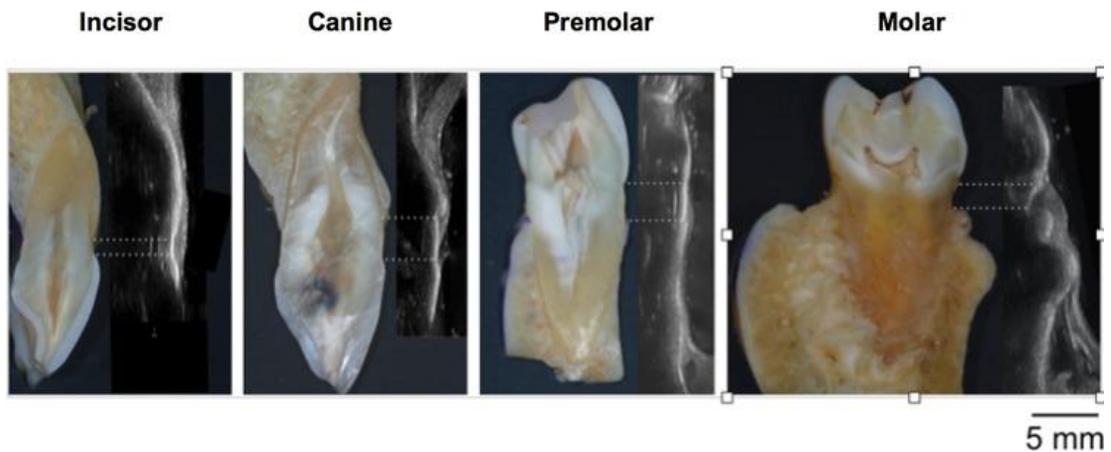


Figura 23 Demostraciones de imágenes de ultrasonido para diferentes tipos de dientes en relación con las secciones del suelo de los dientes respectivos, estudio realizado en dientes extraídos.⁴⁶

Uno de los tratamientos empleados actualmente ante la pérdida dental son los implantes, en los que se puede emplear el ultrasonido, en la planificación de la colocación de implantes, durante la cirugía, identificando las estructuras vitales, como lo son el canal alveolar inferior, el piso de seno maxilar y el flujo sanguíneo de la arteria sublingual, ayudando en la monitorización de la

⁴⁶ Tattan M. Sinjab K. Lee E. Arnett M. Oh TJ. Wang HL. Chan HL. Kripfgans OD. ULTRASONOGRAFÍA PARA EVALUACIÓN PRESENCIAL DE ESTRUCTURAS PERIODONTALES: UN ESTUDIO PILOTO. J Periodontol. [Internet]. 2019. [citado marzo de 2020]; 10.1002 / JPER.19-0342. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31837020>

perforación intraósea, también puede proporcionar información objetiva sobre la estabilidad esperada del implante y en las revisiones posteriores, evaluando el nivel óseo marginal alrededor de los implantes.

Cabe mencionar que el realizar este tipo de tratamientos con ayuda del ultrasonido tiene algunas limitantes, ya que para su realización requiere un gel conductor, un campo de visión estrecho, no tiene la capacidad de penetrar tejido óseo y para realizar este examen se utiliza un transductor lineal de tamaño reducido con una frecuencia de 20 MHz, aunque ya se han estado realizando estudios para la creación de transductores de menor tamaño.^{47 484950}

⁴⁷ Caglayan F. Bayrakdar I S. LA ECOGRAFIA INTRAORAL EN ODONTOLOGÍA. Niger J Clin Pract. [Internet]. 2018. [citado marzo de 2020]; 21:125-33. Disponible en: <http://www.njcponline.com/text.asp?2018/21/2/125/197016>

⁴⁸ Bhaskar V. Hsun-Liang Chan. MacEachern M. Kripfgans O. ACTUALIZACIONES SOBRE LA INVESTIGACIÓN CON ULTRASONIDO EN IMPLANTOLOGÍA: UNA INVESTIGACIÓN SISTEMÁTICA DE POSIBLES INDICACIONES CLÍNICAS. *Dentomaxillofac Radiol*. [Internet]. 2018. [citado marzo de 2020]; 47 (6). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6196056/>

⁴⁹ Chifor R. Hedeşiu M. Bolfa P. Catoi C. Crişan M. Serbănescu A. Badea AF. Moga I. Badea ME. LA EVALUACIÓN DE LA ECOGRAFÍA DE 20 MHz, LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN COMPARACIÓN CON LA MICROSCOPIA DIRECTA PARA LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA PERIODONTAL. *Med Ultrason*. [Internet]. 2011. [citado marzo de 2020]; 13 (2): 120-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21655538>

⁵⁰ Tattan M. Sinjab K. Lee E. Arnett M. Oh TJ. Wang HL. Chan HL. Kripfgans OD. ULTRASONOGRAFÍA PARA EVALUACIÓN PRESENCIAL DE ESTRUCTURAS PERIODONTALES: UN ESTUDIO PILOTO. *J Periodontol*. [Internet]. 2019. [citado marzo de 2020]; 10.1002 / JPER.19-0342. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31837020>

3.1 Complejo dentino-pulpar

La composición y estructura de la pulpa es muy diferente a las de la dentina. Sin embargo, los dos tejidos existen en una relación íntima tanto embriológica como funcionalmente, por lo que la dentina y la pulpa son comúnmente estudiadas juntas en una unidad funcional inseparable denominado complejo pulpodentinario o dentinopulpar.

3.1.1 Tejido dentinario

La dentina es un compuesto biológico poroso formado por partículas de cristal de apatita con relleno de una matriz de colágeno, es formada por los dentinoblastos. Su función será proporcionar defensa, elasticidad y fuerza al diente ante cargas masticatorias.

Dentro de su estructura se encuentran los túbulos dentinarios (figura 24), que en su interior contienen líquido tisular y prolongaciones de dentinoblastos (proceso odontoblástico o fibrilla de Tomes). Los túbulos dentinarios hacen permeable a la dentina lo que favorece la llegada de irritantes a la pulpa.⁵¹



Figura 24 Esquema de los túbulos dentinarios⁵²

⁵¹ García R. Briseño B. Endodoncia I. Fundamentos y clínica. 1ª ed. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial; 2016.

⁵² Barros T. Sensibilidad dental. [consultado febrero de 2020]. Disponible en: <http://www.jaenoticia.com.br/ver-vida-saudavel/51/Voce-sente-sensibilidade-nos-dentes-Entenda-por-que!>

La dentina puede tener un color blanco u amarillento, con la edad tiende sufrir cambios de color, esto se debe a cambios en el estado de la pulpa, el grado de mineralización de la dentina y algunos pigmentos tanto exógenos como endógenos.

Posee una dureza mayor a la del hueso y del cemento radicular pero menor que la del esmalte. Está compuesta por materia inorgánica (65% a 70%), que es en su mayor parte hidroxiapatita, la materia orgánica (18%) que se compone por colágeno y agua (12%).

Existen diferentes tipos de dentina:

- La dentina del manto o dentina palial, esta se encuentra inmediatamente bajo el esmalte y el cemento y se caracteriza por sus fibras de colágeno distribuidas en forma de abanico.
- La dentina circumpulpar, la que se forma después que se formó la dentina del manto, es la de mayor volumen en el diente y su nombre se le da porque es la que se encuentra rodeando a la pulpa.
- La predentina es matriz orgánica no mineralizada, se encuentra entre una capa de dentinoblastos y dentina mineralizada.
- La dentina primaria es la primera en formarse, representa la mayor parte de la dentina mineralizada y delimita la cámara pulpar de los dientes.
- La dentina secundaria se produce y se deposita durante la masticación, se deposita más lento que la primaria, pero su producción continua durante toda la vida del diente.
- La dentina esclerótica, que se forma ante la presencia de algún irritante, ocluyendo los túbulos dentinarios.⁵³

⁵³ García R. Briseño B. Endodoncia I. Fundamentos y clínica. 1ª ed. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial; 2016.

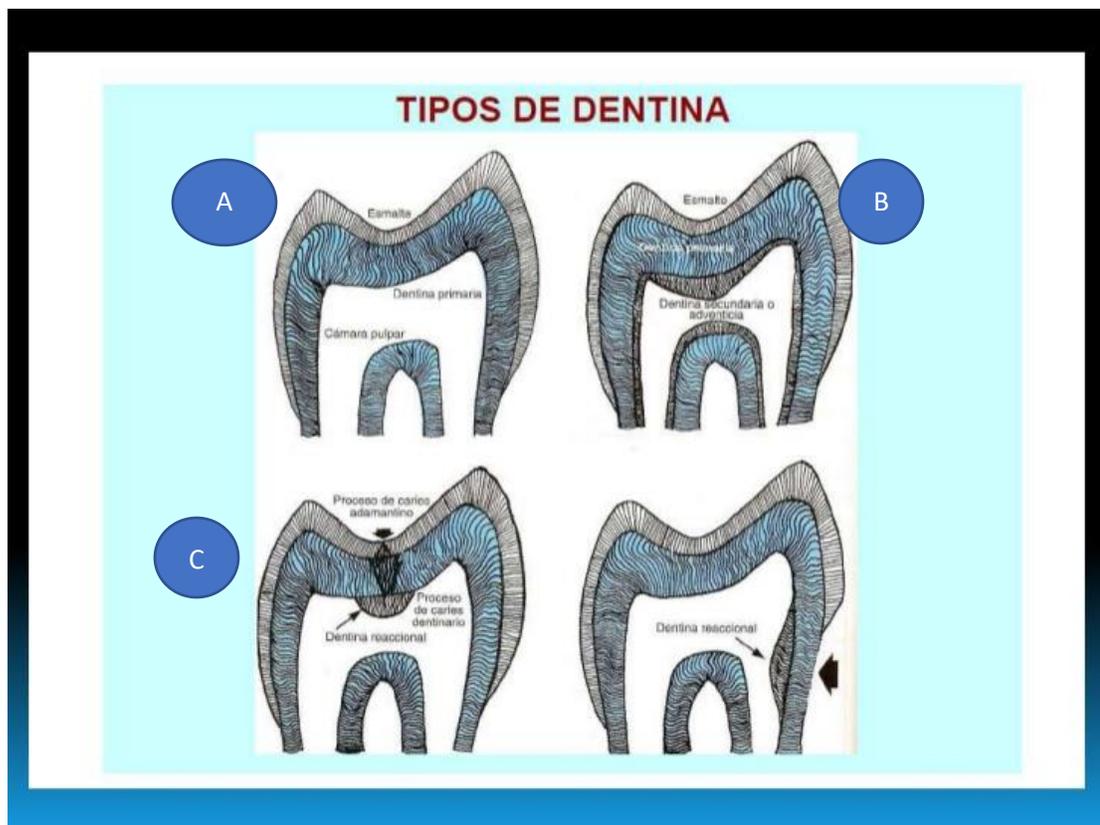


Figura 25 a) dentina primaria, b) dentina secundaria, c) dentina esclerótica⁵⁴

3.1.2 Tejido pulpar

La pulpa dental es un tejido conectivo único que se encuentra dentro de una cavidad mineralizada, que es la dentina. La nutrición de la pulpa se da por medio del foramen apical, así como su drenaje, por esta razón su capacidad de reacción y de defensa se ve limitada ya que contiene vasos sanguíneos y fibras nerviosas.

El tejido pulpar desempeña algunas funciones; inductiva ya que contiene dentinoblastos que junto con la dentina ya formada participan en la formación del esmalte; formativa los dentinoblastos se encargan de la formación de la dentina; nutritiva, la pulpa es fundamental para difundir a través de sus

⁵⁴ Dentina. [consultado febrero de 2020]. Disponible en: <https://image.slidesharecdn.com/dentina1-111120115902-phpapp01/95/dentina-15-728.jpg?cb=1321791737>

prolongaciones dentinoblásticas toxinas y productos metabólicos que provienen del sistema vascular a través del líquido intradentinario, proporciona los elementos nutricionales para la formación dentinaria; defensiva permitiendo la formación de dentina; y sensitiva ya que transmite impulsos a través de fibras nerviosas que llegan al sistema nervioso central y lo expresan como dolor.

La estructura de la pulpa está constituida por cuatro zonas (figura 26):

- Zona de dentinoblastos, es la zona más superficial de la pulpa constituida por una capa de células los dentinoblastos que se disponen formando una empalizada en íntima relación con la predentina, matriz de la dentina sin mineralizar.
- Zona subdentinoblástica, acelular o capa basal de Weü. Zona por debajo de la capa de dentinoblastos, que se observa en la pulpa de la cámara pulpar y no existe en los conductos radiculares.
- Zona rica en células. En esta zona se encuentran numerosas células ectomesenquimatosas y fibroblastos que producen las fibras de Von Korff.
- Zona central de la pulpa o pulpa propiamente dicha. Corresponde a la zona central de la pulpa y está constituida por un tejido laxo en el que se encuentran, fundamentalmente, células ectomesenquimatosas, macrófagos de localización perivascular y fibroblastos, entre otras.⁵⁵

⁵⁵ García R. Briseño B. Endodoncia I. Fundamentos y clínica. 1ª ed. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial; 2016.

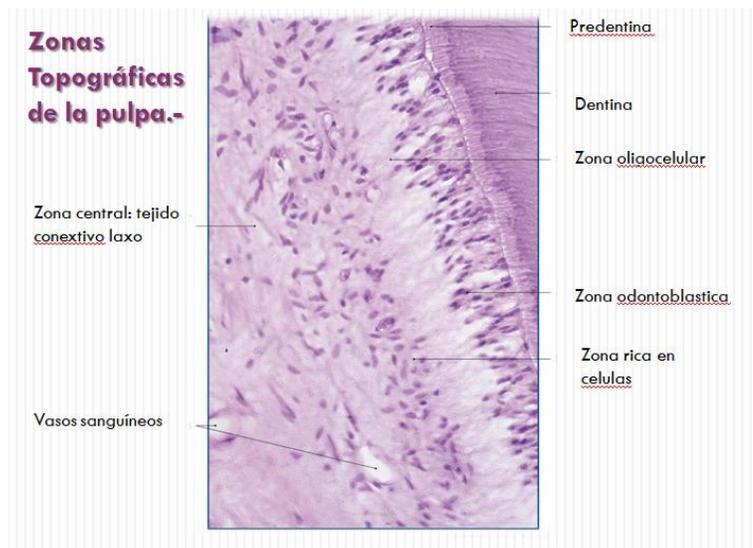


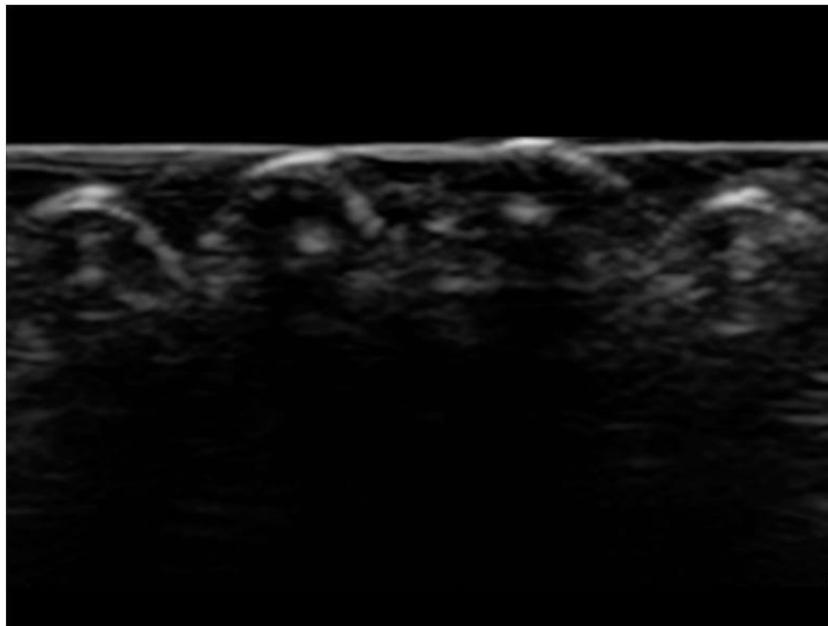
Figura 26 Zonas de la pulpa dental ⁵⁶

En un estudio realizado por KT Szopinski y P Regulski⁵⁷, utilizaron sondas lineales para examinar dientes en individuos y dientes extraídos. Los resultados de esta investigación que se podía tener acceso a las caras vestibulares de los dientes anteriores y las caras bucales y labiales necesitaron una sonda compacta.

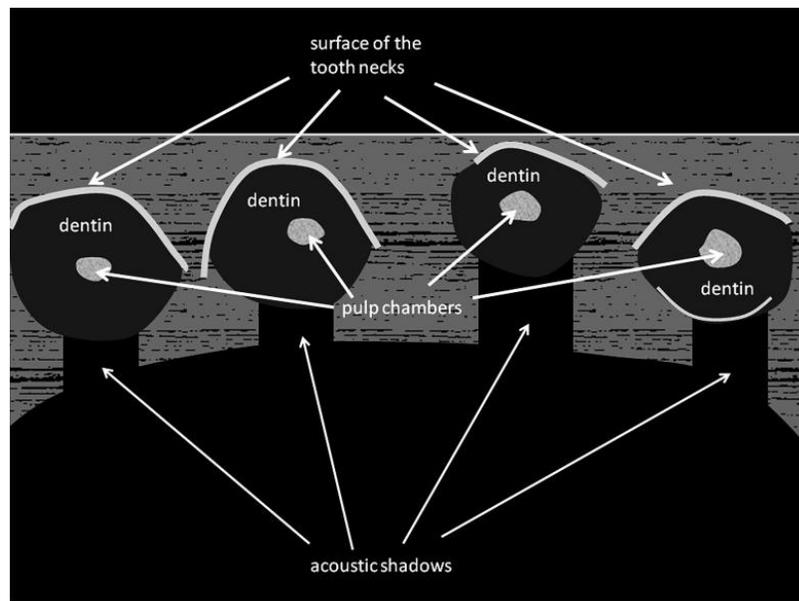
El propósito de esta investigación era poder visualizar las cámaras pulpares de los dientes, esto se logra si el diente no está cubierto con una corona protésica. Se realizaron observaciones en 3 áreas transversales, la primera se realizó a nivel del cuello de los dientes, se observó un borde delgado hiperecoico externo que correspondía la cemento, un área hipoeicoica que correspondía a la dentina y un área hiperecoica que eran los espacios pulpares (figura 27).

⁵⁶ Cruz C. Complejo dentino-pulpar. [consultado febrero de 2020]. Disponible en: https://4.bp.blogspot.com/-iiMwsrAAXOo/T3kGa8_zbqI/AAAAAAAAAAsk/Z0IRvH_gK-M/s1600/10.png

⁵⁷ Szopinski KT, Regulski P. VISIBILIDAD DE LOS ESPACIOS PULPARES DENTALES EN LA ECOGRAFÍA DENTAL. *Dentomaxillofac Radiol*. [Internet]. 2014. [citado marzo de 2020]; 43 (1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3887485/>



a



b

Figura 27 Imágenes transversales de los incisivos centrales inferiores: a) ecografía, b) dibujo explicativo⁵⁸

⁵⁸ Szopinski KT, Regulski P. VISIBILIDAD DE LOS ESPACIOS PULPARES DENTALES EN LA ECOGRAFÍA DENTAL. Dentomaxillofac Radiol. [Internet]. 2014. [citado marzo de 2020]; 43 (1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3887485/>

También se realizó la visualización del número, la posición y el tamaño de los espacios pulpares (figura 28).

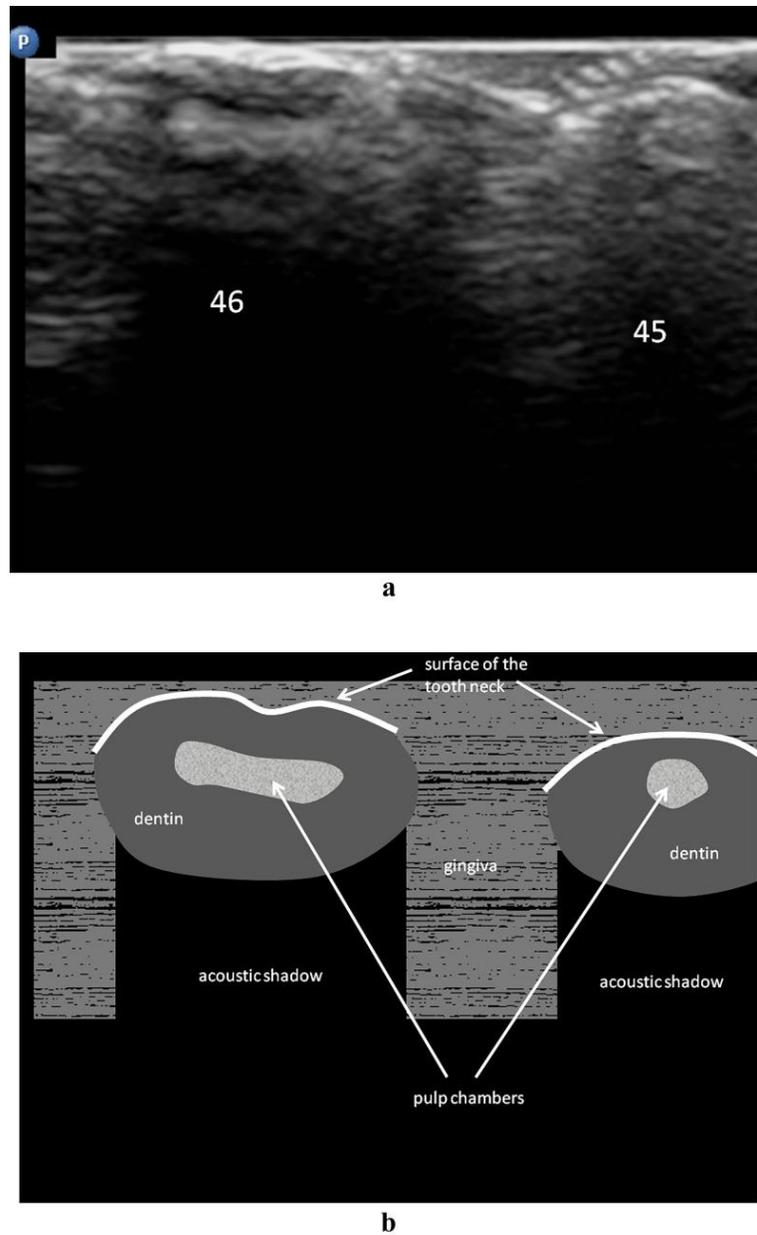


Figura 28 Imágenes transversales del segundo premolar inferior y primer molar: a) ecografía, b) dibujo explicativo⁵⁹

⁵⁹ Szopinski KT, Regulski P. VISIBILIDAD DE LOS ESPACIOS PULPARES DENTALES EN LA ECOGRAFÍA DENTAL. Dentomaxillofac Radiol. [Internet]. 2014. [citado marzo de 2020]; 43 (1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3887485/>

La visualización de la pulpa fue mejor a nivel de los cuellos de los dientes, que está cubierto por tejido blando de la encía. No se pudieron visualizar estructuras más allá del nivel del hueso alveolar (figura 29).

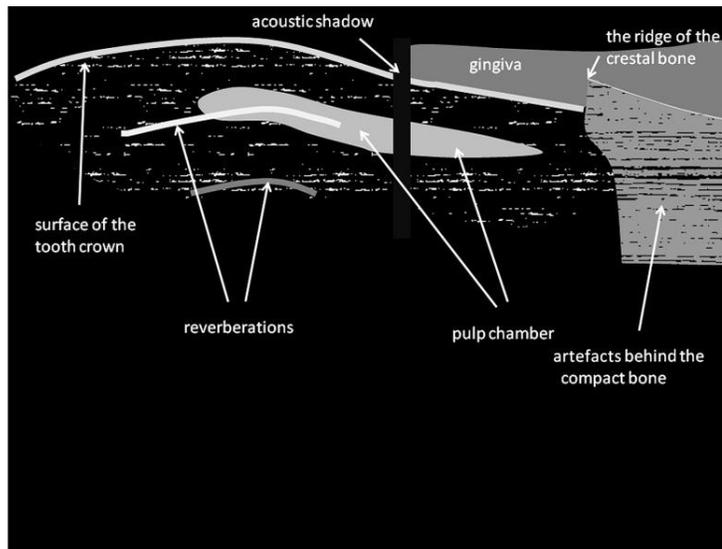
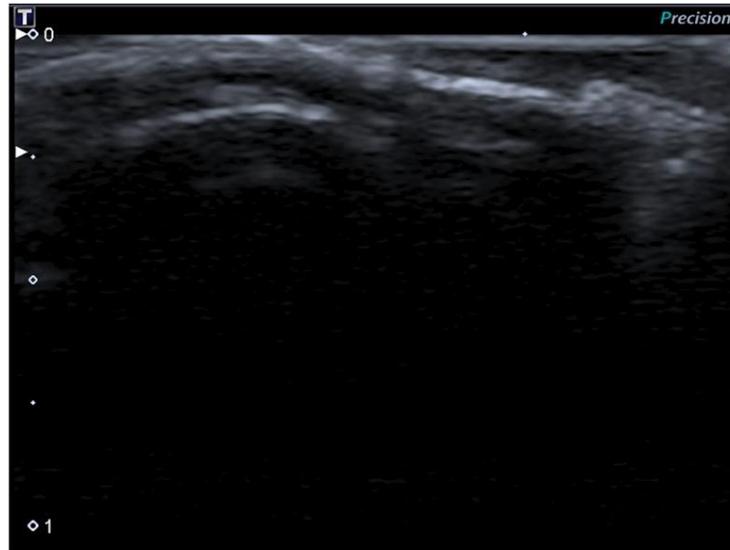


Figura 29 Imágenes longitudinales del incisivo superior central: a) ecografía ,b) dibujo explicativo⁶⁰

⁶⁰ Szopinski KT, Regulski P. VISIBILIDAD DE LOS ESPACIOS PULPARES DENTALES EN LA ECOGRAFÍA DENTAL. Dentomaxillofac Radiol. [Internet]. 2014. [citado marzo de 2020]; 43 (1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3887485/>

El estudio realizado en un segundo molar extraído con el fin de visualizar sus raíces (figura 30).

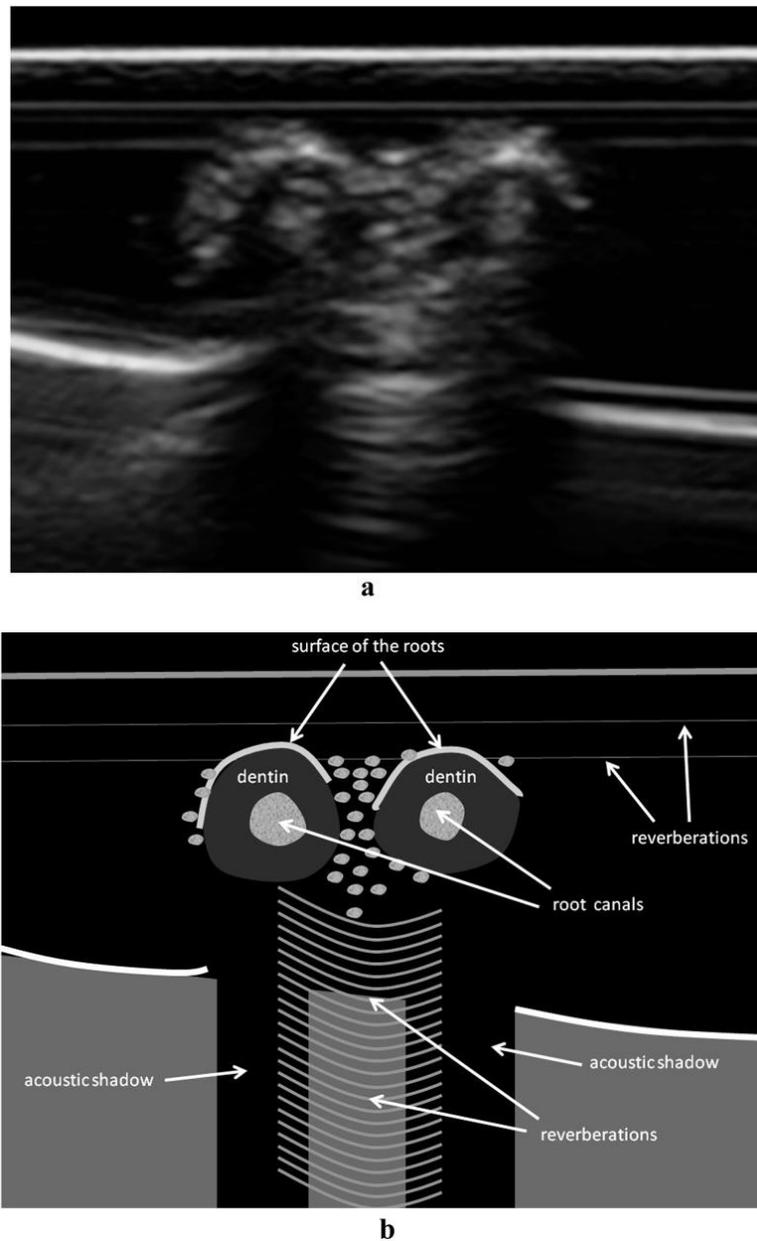


Figura 30 Imagen transversal de las raíces de un segundo molar inferior: a) ecografía y b) dibujo explicativo. Entre las raíces, son visibles los artefactos de los restos de tejidos blandos y pequeñas burbujas de aire.⁶¹

⁶¹ Szopinski KT, Regulski P. VISIBILIDAD DE LOS ESPACIOS PULPARES DENTALES EN LA ECOGRAFÍA DENTAL. Dentomaxillofac Radiol. [Internet]. 2014. [citado marzo de 2020]; 43 (1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3887485/>

Se puede realizar un ultrasonido dental con un ecógrafo de uso general, se puede tener acceso a las superficies bucales de todos los dientes con una sonda compacta, de igual forma es factible visualizar el cemento, la dentina y la pulpa, aunque se presenta un inconveniente, ya que en las porciones que hay hueso no se pueden visualizar, su visualización es mejor al nivel del cuello del diente.

El uso del ultrasonido dentro de la Odontología requiere más estudios para su aplicación en la práctica clínica ya que podría tener una importante aplicación.

3.2 Articulación Temporomandibular (ATM)

La articulación temporomandibular (ATM) actúa como una bisagra deslizante, que conecta la mandíbula al cráneo. Es una articulación sinovial bicondilea doble, que está conformada por el cóndilo mandibular, la eminencia articular y fosa articular (cavidad glenoidea) del temporal, el disco articular, la membrana sinovial y la cápsula articular (figura 31).

La ATM funcionalmente está dividida en dos articulaciones; la superior se lleva a cabo entre la cavidad glenoidea del hueso temporal, la eminencia articular y el menisco por lo que es una articulación de deslizamiento, en la que sólo existe movimiento traslatorio. La inferior es una articulación giratoria, con movimientos de rotación.⁶²

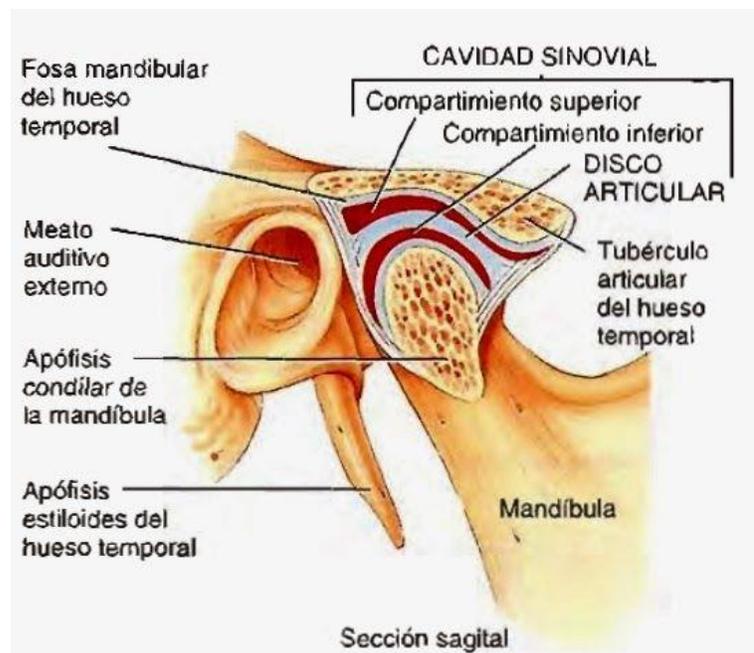


Figura 31 Esquema sagital de la ATM ⁶³

⁶² Quijano Y. ANATOMÍA CLÍNICA DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR (ATM). Morfolia. [Internet]. 2011. [citado marzo de 2020]; vol. 3-No. 4. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/28094/1/26034-91249-1-PB.pdf>

⁶³ Pinterest. Cráneo, articulación, mandíbula y músculos. [consultado en marzo de 2020]. Disponible en: <https://i.pinimg.com/564x/8c/c2/f7/8cc2f79b9a892e7e810dbe3669de36dd.jpg>

El cóndilo: Anatómicamente el cóndilo tiene cabeza y cuello; la cabeza es convexa, su superficie superior es la que articula con el temporal y el eje longitudinal es perpendicular a la rama mandibular. Es una eminencia ovoidea cuyo eje mayor está dirigido hacia atrás y adentro, unida a la rama mandibular mediante el cuello más estrecho, en la parte anterior hasta la cresta condilar se encuentra tapizada por fibrocartílago (figura 32).

Cavidad glenoidea: Está compuesta por la parte escamosa del hueso temporal, que tiene una cavidad en la parte posterior y una eminencia articular, la cavidad glenoidea es cóncava tanto en sentido transversal como en sentido anteroposterior, mientras que la eminencia articular es cóncava en ambos sentidos y es la encargada de alojar al cóndilo (figura 32).

Eminencia articular: Está conformada por el tubérculo del hueso temporal, que forma el límite anterior de la cavidad glenoidea es convexa; por su forma previene la luxación y la subluxación de la ATM. El cóndilo y el menisco se mueven delante de la eminencia articular durante la apertura (figura 32).

Menisco interarticular: Es una placa oval de fibrocartílago que divide la ATM en una mitad superior y otra inferior, en el centro es más delgado que en sus márgenes, donde el tejido fibroso es más denso ya que es una zona donde se aplica presión. La parte central del menisco está entre las superficies articulares que soportan presión en la articulación, cabeza del cóndilo y la eminencia articular, siendo esta parte avascular y sin inervación (figura 32).

Se inserta en los bordes laterales rugosos del cóndilo y de la superficie posterior de la eminencia, esta inserción es independiente de la cápsula, permitiendo que el menisco se mueva junto con el cóndilo. Hacia atrás, el menisco es de una textura blanda, continua con una zona de tejido laxo vascularizado llamado almohadilla retrodiscal. En la parte de adelante, el menisco se conecta con la cápsula.

El menisco se encarga de estabilizar al cóndilo en reposo, actúa también como amortiguador de presión en las áreas de contacto de la articulación, en los movimientos de deslizamiento cuando el cóndilo se mueve. También, el menisco ayuda a evitar el desgaste que se produce en los movimientos de translación (rodamiento y deslizamiento) de las superficies articulares de la ATM.

Otra función que cumple el menisco es la de regular los movimientos condilares, el menisco también desempeña un papel en la lubricación de la ATM, en condiciones normales, el menisco se mueve hacia delante, en armonía con el cóndilo.

Cápsula articular: Es una cápsula fibrosa que se inserta en el temporal, en la parte media y lateral de la cavidad glenoidea hasta la eminencia articular y en la mandíbula, en el cuello del cóndilo. En la parte anterior, media y posterior es laxa, y de manera lateral se encuentra reforzada por el ligamento temporomandibular (figura 32).⁶⁴

⁶⁴ Quijano Y. ANATOMÍA CLÍNICA DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR (ATM). Morfolia. [Internet]. 2011. [citado marzo de 2020]; vol. 3-No. 4. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/28094/1/26034-91249-1-PB.pdf>

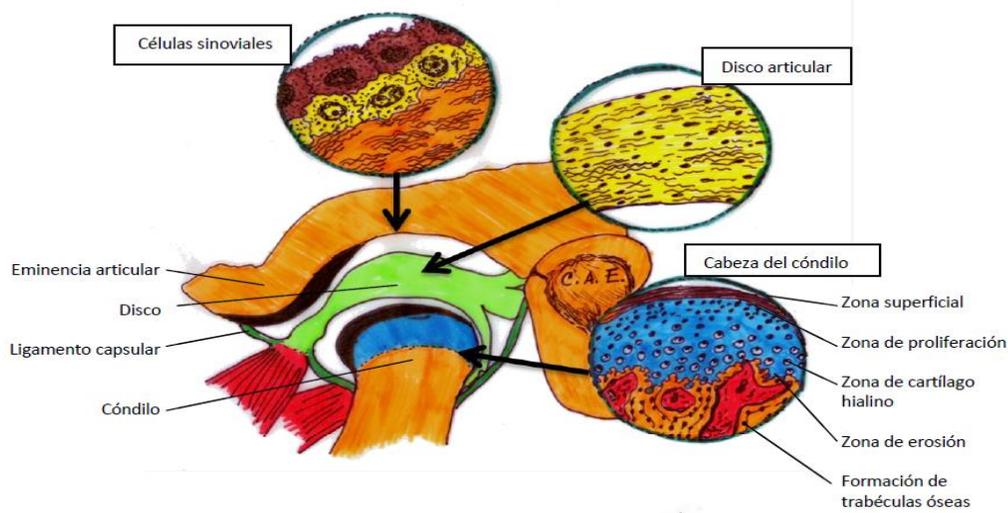


Figura 32 Esquema anatómico de la ATM⁶⁵

En la ATM se insertan tres ligamentos que contribuyen al movimiento mandibular (figura 33). El primero es el ligamento temporomandibular, es considerado el medio de unión más importante, se encuentra fuera de la capsula fibrosa, se inserta sobre la tuberosidad del cigomático y el cuello del cóndilo. Durante los movimientos mandibulares mantiene un estado entre relajado y tenso, lo que no restringe los movimientos y proporciona estabilidad a la articulación.

El segundo ligamento, es el ligamento esfenomandibular, que es una banda de tejido fibroso que se inserta en la apófisis coronoides del esfenoides con la mandíbula en la parte interna. Se relaciona con el movimiento mandibular.

El tercer ligamento, el ligamento estilomandibular, se inserta en la apófisis estiloides del temporal con la mandíbula, debajo de la inserción del ligamento esfenomandibular.⁶⁶

⁶⁵ Quijano Y. ANATOMÍA CLÍNICA DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR (ATM). Morfolia. [Internet]. 2011. [citado marzo de 2020]; vol. 3-No. 4. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/28094/1/26034-91249-1-PB.pdf>

⁶⁶ Quijano Y. ANATOMÍA CLÍNICA DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR (ATM). Morfolia. [Internet]. 2011. [citado marzo de 2020]; vol. 3-No. 4. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/28094/1/26034-91249-1-PB.pdf>

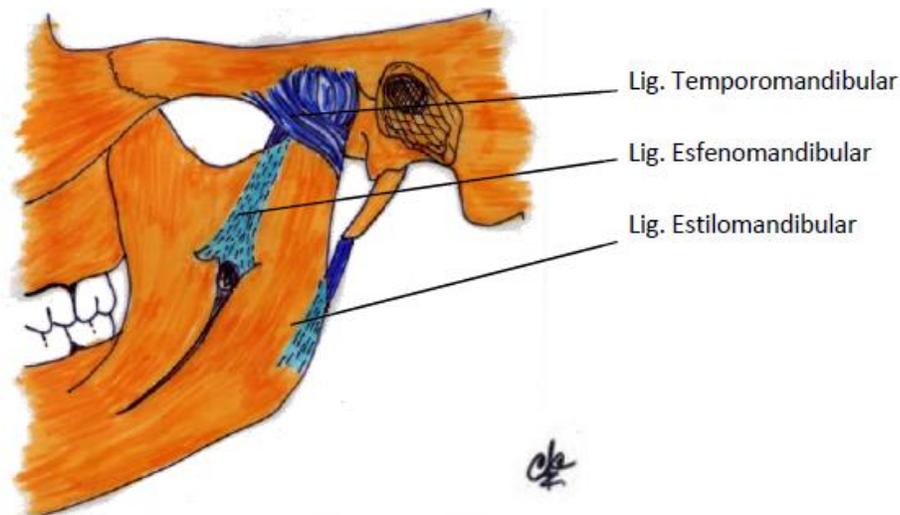


Figura 33 Ligamentos de la ATM⁶⁷

Durante el movimiento mandibular también intervienen algunos músculos, como lo son el pterigoideo lateral, el pterigoideo medial, el temporal y el masetero (figura 34). El musculo pterigoideo lateral, presenta dos fascículos que funcionan de manera independiente; el inferior durante la apertura, protrusión y lateralidad, y el superior durante el cierre bucal y la elevación mandibular.

El musculo temporal participa durante el cierre y retrusión. El musculo masetero presenta dos fascículos; el profundo interviene en el cierre, retrusión y lateralidad, contrayéndose de manera unilateral, el superficial participa en la protrusión, lateralidad y cierre en el lado contrario al profundo. El musculo pterigoideo medial cumple funciones similares al musculo masetero, durante el cierre, retrusión y lateralidad.⁶⁸

⁶⁷ Quijano Y. ANATOMÍA CLÍNICA DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR (ATM). Morfolia. [Internet]. 2011. [citado marzo de 2020]; vol. 3-No. 4. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/28094/1/26034-91249-1-PB.pdf>

⁶⁸ Quijano Y. ANATOMÍA CLÍNICA DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR (ATM). Morfolia. [Internet]. 2011. [citado marzo de 2020]; vol. 3-No. 4. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/28094/1/26034-91249-1-PB.pdf>

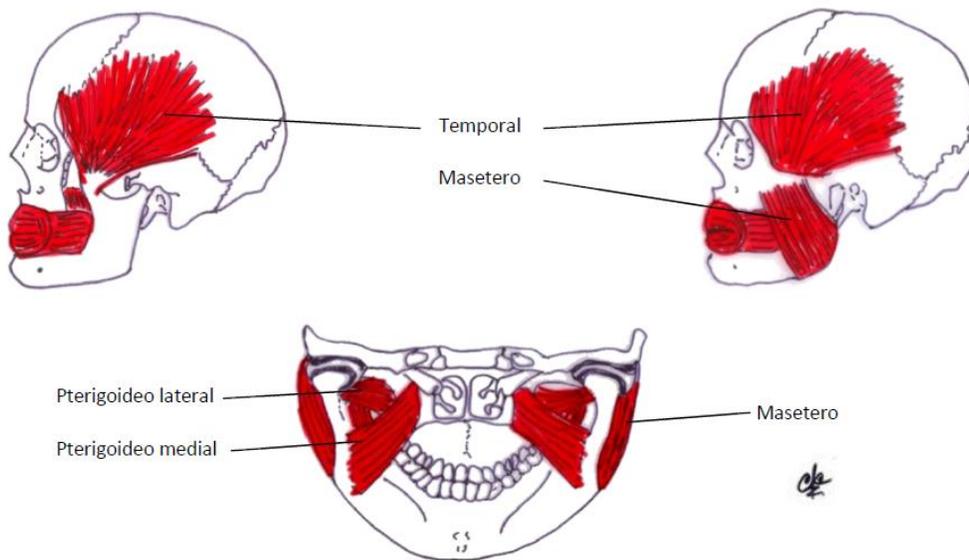


Figura 34 Esquema de los músculos masticatorios⁶⁹

3.2.1 Visualización de la ATM por medio de ultrasonido

Existen diversos estudios que proponen utilizar el ultrasonido como auxiliar de diagnóstico para la visualización de la ATM tanto a boca cerrada como en apertura (figura 35), podría ser utilizado para visualizar el estado normal de la ATM y si existe alguna patología como el desplazamiento del disco articular. Aunque para realizar este tipo de estudios requiere de habilidad y experiencia por parte del operador.

Para realizar un ultrasonido de esta zona el paciente debe ser colocado en posición decúbito prono, el transductor que se utiliza debe ser lineal y con una frecuencia aproximada de 12-15 MHz, el cual se coloca en relación con el arco

⁶⁹ Quijano Y. ANATOMÍA CLÍNICA DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR (ATM). Morfolia. [Internet]. 2011. [citado marzo de 2020]; vol. 3-No. 4. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/28094/1/26034-91249-1-PB.pdf>

cigomático de forma transversal o longitudinal, se puede inclinar para tener una mejor visualización de los tejidos.⁷⁰⁷¹

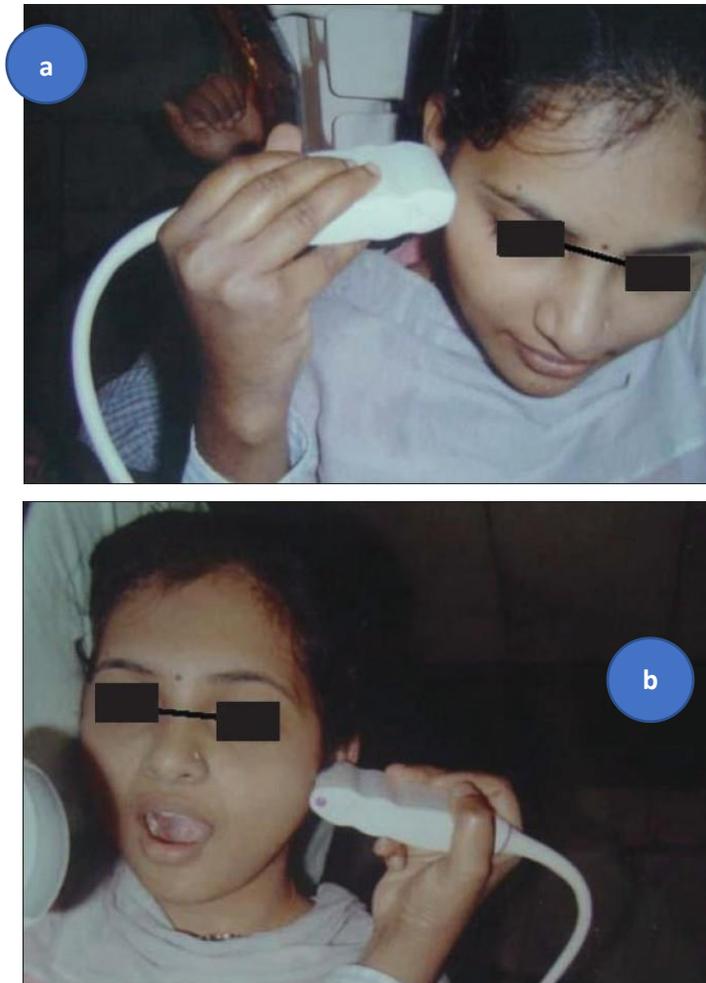


Figura 35 a) ultrasonido a boca cerrada, b) ultrasonido a boca abierta⁷²

⁷⁰ Byahatti SM. Ramamurthy BR. Mubeen M. Agnihothri PG. EVALUACIÓN DE LA PRECISION DIAGNÓSTICA DE LA ECOGRAFÍA DE ALTA RESOLUCIÓN EN LA DETERMINACIÓN DEL TRSTORNO INTERNO DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR. Indian J Dent Res. [Internet]. 2010. [citado marzo de 2020]; abril-junio 21 (2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20657086>

⁷¹ Talmaceanu D. Lenghel LM. Bolog N. Popa Stanila R. Buduru S. Leucuta DC. Rotar H. Baciut M. Baciut G. ULTRASONIDO DE ALTA RESOLUCIÓN EN LA EVALUACIÓN DE LA POSICIÓN DEL DISCO DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR. Med Ultrason. 2018. [Citado marzo de 2020]; 1 (1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29400370>

⁷² Byahatti SM. Ramamurthy BR. Mubeen M. Agnihothri PG. EVALUACIÓN DE LA PRECISION DIAGNÓSTICA DE LA ECOGRAFÍA DE ALTA RESOLUCIÓN EN LA DETERMINACIÓN DEL TRSTORNO INTERNO DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR. Indian J Dent Res. [Internet].

Con un ultrasonido se pueden observar la cápsula articular, se puede observar hiperecoica; el disco articular, se puede observar como una capa delgada hiperecoica rodeada por un halo hipoecoico y el cóndilo se aprecia hiperecoico (figura 35).⁷³

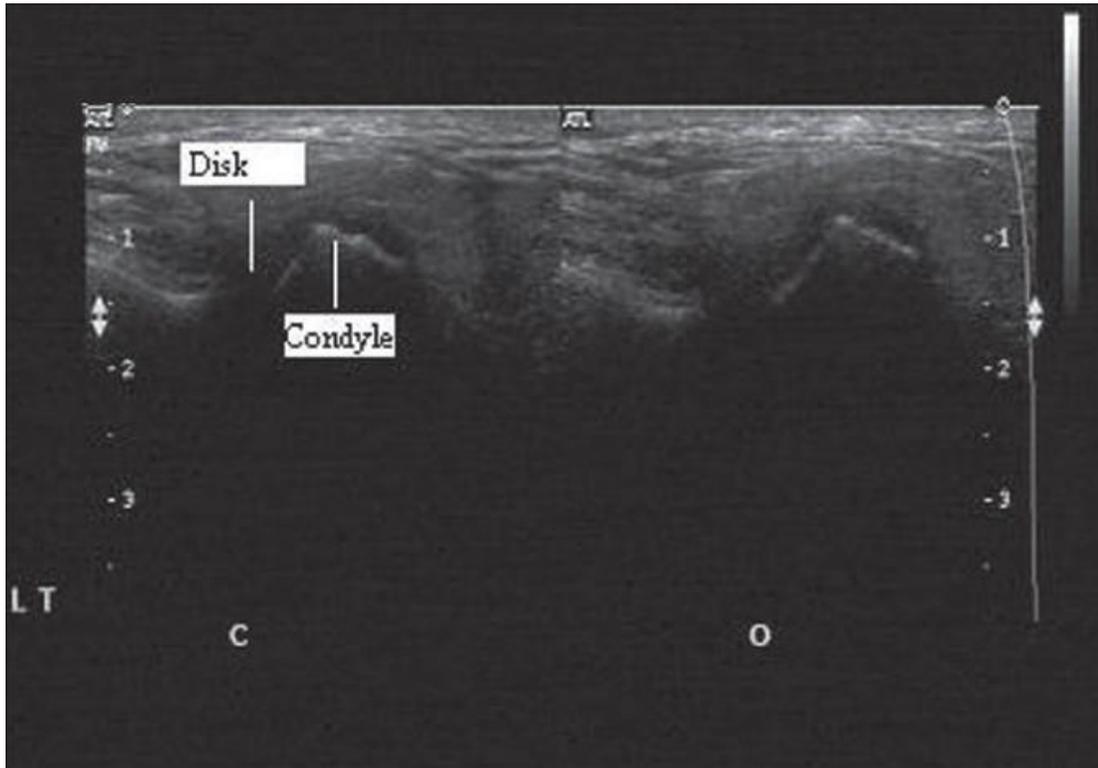


Figura 36 Ultrasonido con boca cerrada y abierta⁷⁴

Al realizar el ultrasonido con boca cerrada se puede observar si el disco se encuentra en una posición normal o hay algún desplazamiento, esto se

2010. [citado marzo de 2020]; abril-junio 21 (2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20657086>

⁷³ Su N. Van Wijk AJ. Visscher CM. Lobbezoo F. Van der Heijden GJMG. VALOR DIAGNÓSTICO DE LA ECOGRAFÍA PARA LA DETECCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS DE DISCO EN LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA Y UN METANÁLISIS. Clin Oral Investig. [Internet]. 2018. [citado marzo de 2020]; 22 (7). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29455373>

⁷⁴ Byahatti SM. Ramamurthy BR. Mubeen M. Agnihotri PG. EVALUACIÓN DE LA PRECISION DIAGNÓSTICA DE LA ECOGRAFÍA DE ALTA RESOLUCIÓN EN LA DETERMINACIÓN DEL TRSTORNO INTERNO DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR. Indian J Dent Res. [Internet]. 2010. [citado marzo de 2020]; abril-junio 21 (2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20657086>

determina considerando si el disco se encuentra en medio del cóndilo y la eminencia articular, esto indica que está en su posición normal, si existe cambios en esta posición indica que hay un desplazamiento, es decir, si el disco se encuentra en dirección anterior.⁷⁵

La evaluación del disco articular con la boca abierta se consideró como su posición normal si la zona intermedia del disco se encuentra entre la eminencia articular y el cóndilo, si existe un cambio en dirección anterior indica que existe un trastorno interno. Además de evaluar la posición del disco, se pueden detectar los movimientos condilares y si existe algún tipo de deformidad en la superficie del cóndilo (figura 37).⁷⁶



Figura 37
Ultrasonido a boca abierta y boca cerrada, con posición del disco articular normal ⁷⁷

⁷⁵ LK SK. Zachariah GP. Chandran S. ULTRASONIGRAFÍA: UN PASO ADELANTE EN LA IMAGEN DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR. UN ESTUDIO DESCRIPTIVO PRELIMINAR. *Clinic Pract.* [Internet]. 2019. [citado marzo de 2020]; 9 (2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31341577>

⁷⁶ Elias FM. Birman EG. Matsuda CK. Oliveira IR. Jorge WA. HALLAZGOS ECOGRÁFICOS EN ARTICULACIONES TEMPOROMANDIBULARES NORMALES. *Braz Oral Res.* [Internet]. 2006. [citado marzo de 2020]; enero-marzo 20 (1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16729171>

⁷⁷ LK SK. Zachariah GP. Chandran S. ULTRASONIGRAFÍA: UN PASO ADELANTE EN LA IMAGEN DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR. UN ESTUDIO DESCRIPTIVO PRELIMINAR. *Clinic Pract.* [Internet]. 2019. [citado marzo de 2020]; 9 (2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31341577>

La posición del transductor puede variar, se puede colocar de manera vertical u horizontal (figura 38, 39), para apreciar las estructuras en diferentes posiciones, además se le puede dar cierta angulación si se requiere.



Figura 38 Imagen ecográfica de la articulación temporomandibular en posición de boca abierta y cerrada con el transductor colocado longitudinalmente (verticalmente).⁷⁸

⁷⁸ LK SK. Zachariah GP. Chandran S. ULTRASONIGRAFÍA: UN PASO ADELANTE EN LA IMAGEN DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR. UN ESTUDIO DESCRIPTIVO PRELIMINAR. Clinica Pract. [Internet]. 2019. [citado marzo de 2020]; 9 (2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31341577>



Figura 39 Imagen ecográfica de la articulación temporomandibular en posición de boca abierta y cerrada con el transductor colocado axialmente (horizontalmente).⁷⁹

El ultrasonido puede ser considerado como un complemento del examen clínico cuando se sospecha que el paciente presenta un desplazamiento en el disco articular. Aunque se siguen realizando investigaciones sobre su efectividad y sobre su interpretación para que pueda ser implementado en la práctica clínica.

⁷⁹ LK SK. Zachariah GP. Chandran S. ULTRASONIGRAFÍA: UN PASO ADELANTE EN LA IMAGEN DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR. UN ESTUDIO DESCRIPTIVO PRELIMINAR. *Clinic Pract.* [Internet]. 2019. [citado marzo de 2020]; 9 (2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31341577>

3.3 Glándulas salivales

Las glándulas salivales son exocrinas merócrinas, ya que secretan sus sustancias por exostosis, cuyas secreciones fluyen hacia cavidad oral, se presentan tres pares de glándulas de gran tamaño, y se les conoce como Glándulas Salivales Mayores (GSM), que son las parótidas, las submaxilares y sublinguales. Se encuentran localizadas extraoralmente y se comunican al medio bucal por medio de conductos.

A su vez, existen glándulas salivales de menor tamaño distribuidas en la submucosa de la cavidad oral, a estas se les denomina como glándulas salivales menores⁸⁰ (figura 40).

Glándula parótida: Es la glándula salival que posee mayor volumen, se encuentra ubicada en la fosa retromandibular o compartimento parotídeo. Produce el 45% del total de la saliva, y su secreción es principalmente serosa. Presenta un conducto excretorio de la parótida o conducto de Stenon o Stensen, mide aproximadamente de 4 a 6 cm, va desde el borde anterior de la glándula, atraviesa el músculo masetero y el buccinador, atraviesa la mucosa oral a la altura del cuello del segundo molar superior.

Glándula submandibular o submaxilar: Se ubica en el triangulo submandibular o submaxilar que se encuentra limitado por el vientre anterior y posterior del músculo digástrico y el ángulo de la mandíbula. Tiene dos porciones, una superficial y una profunda en relación con el musculo milohiideo. Presenta un conducto llamado conducto submandibular o de Wharton, su longitud es de 4 a 5 cm, su dirección va hacia adelante, bajo la mucosa de piso de boca para abrirse a un lado del frenillo en la carúncula sibilgual, la saliva que secreta es mixta, serosa y mucosa, y corresponde al 45% del total de la saliva.

⁸⁰ Guzmán C. Contreras C. Rabanal C. Radiología Oral y Maxilofacial. 1ra ed. AMOLCA. 2018.

Glándula sublingual: Se encuentra bajo piso de boca sobre el músculo milohioideo, la saliva que produce es mucosa y corresponde al 5 % del total de la saliva. Presenta entre 8 y 20 conductos de drenaje que se encuentran en piso de boca, el más voluminoso se llama Rivinus y termina a la altura de la carúncula sublingual.

Glándulas salivales menores: Como su nombre lo dice, el tamaño de estas glándulas es pequeño, existen alrededor de 600 a 1000 glándulas salivales menores dispersas en la mucosa de la vía área superior, principalmente en la orofaríngea. Según su ubicación se van a clasificar en labiales, linguales, palatinas, sublinguales menores, bucales y glosopalatinas ⁸¹(figura 40).

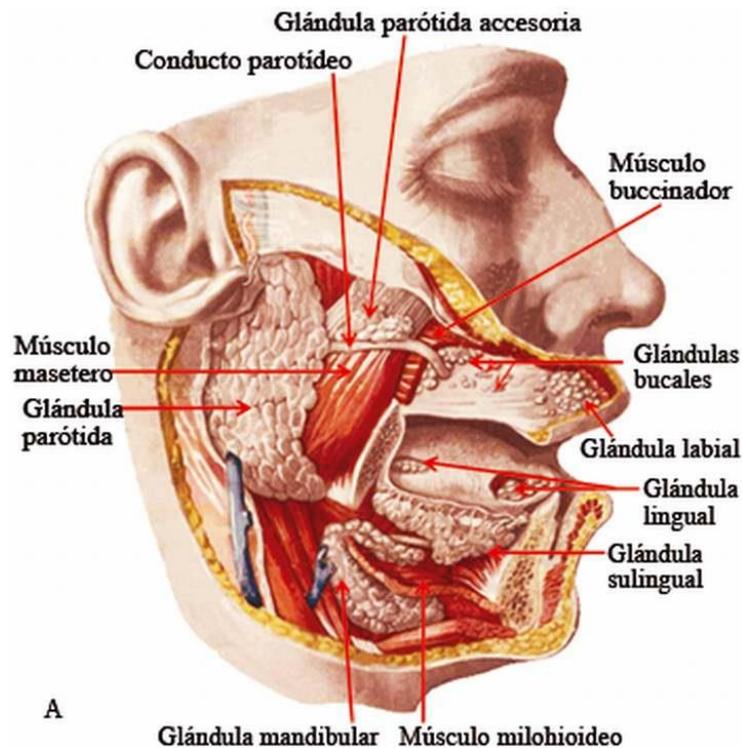


Figura 40 Esquema de glándulas salivales mayores y menores⁸²

⁸¹ Guzmán C. Contreras C. Rabanal C. Radiología Oral y Maxilofacial. 1ra ed. AMOLCA. 2018.

⁸²Respuestas. tips. [consultado marzo de 2020]. Disponible en: <https://respuestas.tips/wp-content/uploads/2013/04/glandulas-salivales...jpg>

3.3.1 Interpretación de glándulas salivales por medio de ultrasonido

Existen diferentes trastornos inflamatorios y obstructivos que provocan diversas patologías afectando al sistema excretor o a la glándula, las glándulas salivales mayores son las que se ven mayormente afectadas en comparación con las glándulas salivales menores. Las imágenes son esenciales para confirmar el diagnóstico clínico, el ultrasonido es un método útil para el diagnóstico de algunas de ellas.

Sialodentitis infecciosa

Es una infección bacteriana causada frecuentemente por *Staphylococcus aureus*, caracterizada por la obstrucción del conducto o a una hiposecreción de la glándula, presenta inflamación, es dolorosa, generalmente unilateral, ocasionalmente bilateral. Se presenta con mayor frecuencia en la glándula parótida como se puede observar en la imagen con ultrasonido de la figura 41, menos frecuente en la glándula submandibular que observamos en la figura 42.

Cuando se sospecha que el paciente presenta una obstrucción en el conducto causado por esta infección se recomienda realizar un ultrasonido, ya que detecta los cálculos de gran tamaño, además que pueden mostrar los cambios inflamatorios que presenta la glándula salival.⁸³

⁸³ L. Uggas. M. Ravanelli. A.A. Pallottino. D. Farina. R. Maroldi. EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA EN TRASTORNOS OBSTRUCTIVOS E INFLAMATORIOS DE LAS GLÁNDULAS SALIVALES. Acta Otorhinolaryngol Ital. [Internet]. 2017. [citado marzo de 2020]; 37 (2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5463527/#R05>

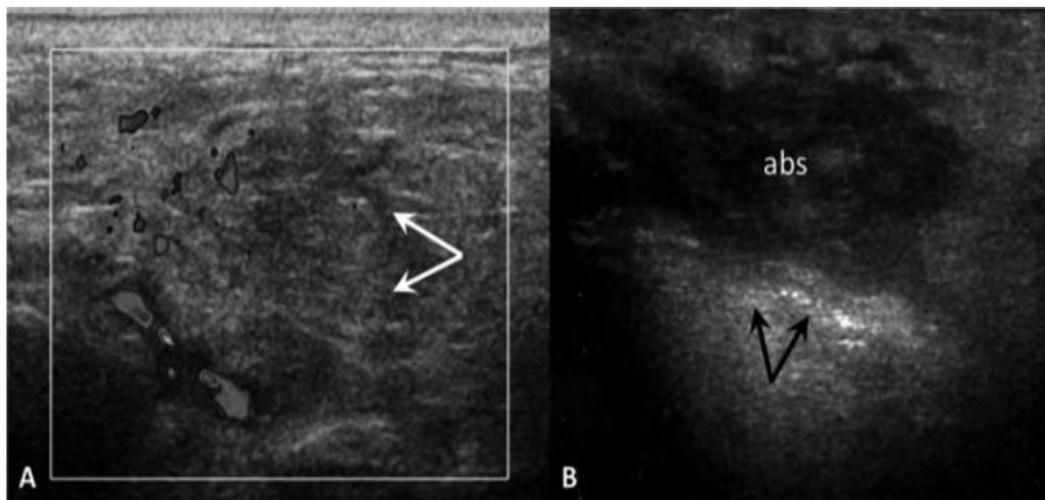


Figura 41 Sialoadenitis parótida aguda a) Glándula parótida hipoeoica agrandada (flechas), absceso de la glándula parótida b) muestra una colección hipoeoica heterogénea (abs) dentro de la glándula parótida: ecos internos, bordes mal definidos y realce acústico posterior (flechas).⁸⁴

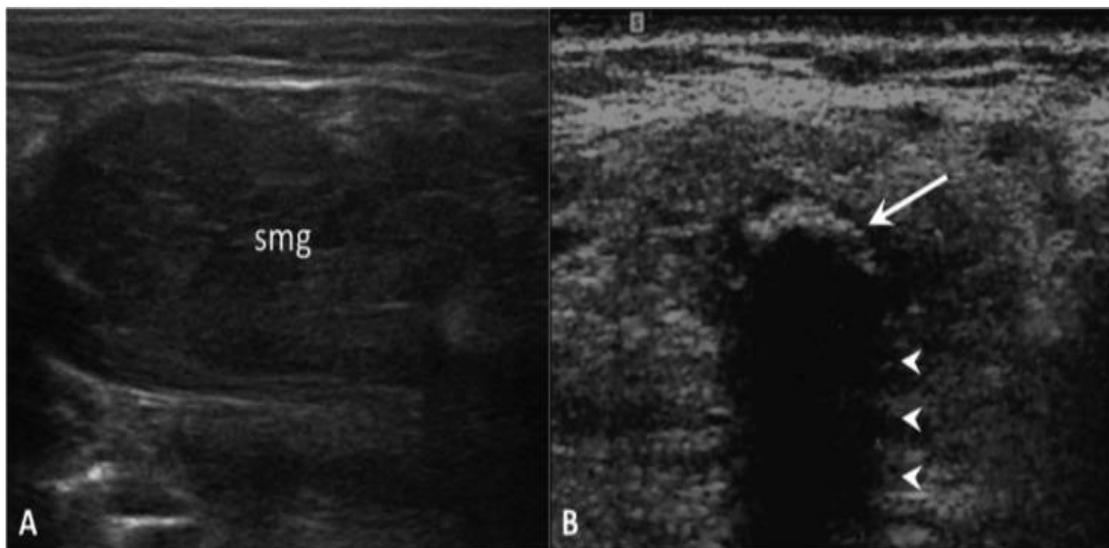


Figura 42 Sialoadenitis obstructiva. Ultrasonido de la glándula submandibular (smg), a) se aprecia agrandada e hipoeoica . b) foco ecogénico altamente reflectante dentro del conducto de Wharton (flecha) con sombreado acústico posterior prominente (puntas de flecha), consistente con un sialolito⁸⁵

⁸⁴ L. Ugga. M. Ravanelli. A.A. Pallottino. D. Farina. R. Maroldi. EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA EN TRASTORNOS OBSTRUCTIVOS E INFLAMATORIOS DE LAS GLÁNDULAS SALIVALES. Acta Otorhinolaryngol Ital. [Internet]. 2017. [citado marzo de 2020]; 37 (2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5463527/#R05>

⁸⁵ L. Ugga. M. Ravanelli. A.A. Pallottino. D. Farina. R. Maroldi. EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA EN TRASTORNOS OBSTRUCTIVOS E INFLAMATORIOS DE LAS GLÁNDULAS SALIVALES. Acta

Sialolitiasis

Es la formación de cálculos dentro de la glándula salival o de los conductos que drenan las glándulas, es de las afecciones más comunes en glándulas salivales, se presenta más en hombres que en mujeres. La sialolitiasis submandibular es más común ya que la saliva es más alcalina, tiene mayor concentración de calcio y fosfato.

Existen diversas hipótesis con respecto a la formación de los sialolitos, todas ellas concuerdan en que los sialolitos se forman por la mineralización de materiales diversos como: cuerpos extraños, células epiteliales descamadas y microorganismos.

Los sialolitos están formados por dos tipos de componentes, un grupo de origen orgánico y otro inorgánico. En los componentes orgánicos se encuentran productos de la saliva (glucoproteínas y mucopolisacáridos), lípidos y detritus celulares. El componente inorgánico principal es el carbonato-apatito y no la hidroxiapatita acompañado de otras sales de calcio, además de diferentes tipos de fosfatos, magnesio, hierro, cobre y zinc.

La mineralización de la matriz orgánica está favorecida por aumento del pH que permite la precipitación del fosfato de calcio de la saliva, intensificación de la concentración de mucina en la saliva y su capacidad para transportar calcio y alteración del medio iónico de la saliva. Los sialolitos son de tamaño y formas diferentes, con respecto al color por lo general se presentan de color amarillo o parduzco y su superficie puede ser lisa o irregular⁸⁶.

Otorhinolaryngol Ital. [Internet]. 2017. [citado marzo de 2020]; 37 (2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5463527/#R05>

⁸⁶ Felix Huang. Rebecca Caton. Joseph Colla. DIAGNÓSTICO POR ULTRASONIDO EN EL PUNTO DE ATENCIÓN DE LA SIALOTIASIS AGUDA CON SIALODENITIS. Casos Clin Pract Emerg Med. [Internet]. 2017. [citado marzo de 2020]; 1 (4). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5965241/>

En un ultrasonido, el conducto será una estructura lineal hipoeicoica con una delgada pared ecogénica. Los sialolitos aparecerán como una estructura ecogénica con sombreado acústico posterior rodeada por un halo anecoico, que es la saliva (figura 43 y 44).

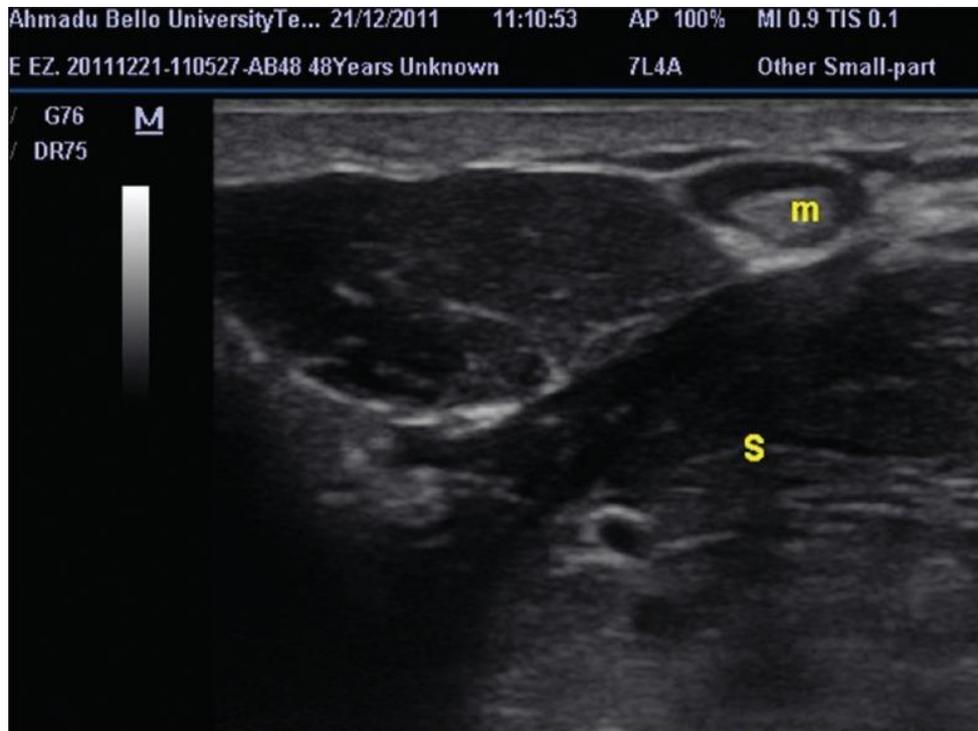


Figura 43 Ultrasonido submandibular izquierdo que muestra una masa ovalada y brillante (m) hiperecoico, proyectando sombras acústicas posteriores en el conducto izquierdo de Wharton rodeado de líquido anecoico (saliva)⁸⁷

⁸⁷ Joshua Oluwafemi Aiyekomogbon. Lewis Bamidele Babatunde. Abdul J. Salam. SIALOLITIASIS SUBMANDIBULAR: LOS ROLES DE LA RADIOLOGÍA EN SU DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO. Ann Afr Med. [Internet]. 2018. [citado marzo de 2020]; octubre-diciembre 17 (4). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6330777/>



Figura 44 Imagen de ultrasonido de un sialolito (flecha).⁸⁸

Síndrome de Sjögren

El Síndrome de Sjögren (SS), es una enfermedad autoinmune caracterizada por la infiltración de linfocitos T en las glándulas exocrinas, originando la destrucción de las glándulas y aparición de los síntomas, que se caracteriza por sequedad en las mucosas, afectando principalmente a mujeres jóvenes. El SS puede clasificarse en primario, cuando no existe otro trastorno autoinmune, solo se presenta sequedad en ojos y boca, y secundario cuando se presenta con algún otro trastorno autoinmune.

En cavidad oral, se manifiesta en sequedad oral, xerostomía, donde hay disminución del flujo salival en glándulas salivales mayores y menores, lo que provoca dificultad al hablar, masticar y deglutir.⁸⁹

⁸⁸ Joshua Oluwafemi Aiyekomogbon. Lewis Bamidele Babatunde. Abdul J. Salam. SIALOLITIASIS SUBMANDIBULAR: LOS ROLES DE LA RADIOLOGÍA EN SU DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO. Ann Afr Med. [Internet]. 2018. [citado marzo de 2020]; octubre-diciembre 17 (4). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6330777/>

⁸⁹ Alexandru Caraba. Flavia Corina Babalic. Stela Iurciuc. Mircea Iurciuc. LA UTILIDAD DE LOS PARÁMETROS ECOGRÁFICOS DE LAS GLÁNDULAS SALIVALES MAYORES EN EL DIAGNÓSTICO DEL SÍNDROME DE SJÖGREN. Dis marcadores. [Internet]. 2019. [citado marzo de 2020]; 2019. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6942831/>

Para el diagnóstico se puede utilizar el ultrasonido, se utiliza un transductor lineal con una frecuencia de 5 a 14 MHz. Para realizarlo en la glándula parótida, el transductor se coloca en la fosa retromandibular, anterior al oído y músculo esternocleidomastoideo, en la cual se podrá apreciar la anatomía de la glándula con áreas hiperecoicas que indican los diversos grados de destrucción (figura 45 y 46).⁹⁰

Figura 45 Ultrasonido de la parótida⁹¹



⁹⁰ Marina Carotti. Fausto Salaffi. Marco Di Carlo. Antonio Barile. Andrea Giovagnoni. VALOR DIAGNÓSTICO DE LA ECOGRAFÍA DE GLÁNDULAS SALIVALES MAYORES EN EL SÍNDROME DE SJÖGREN PRIMARIO: EL PAPAEL DE LA ECOGRAFÍA DOPPLER EN ESCALA DE GRISES Y COLOR/ POTENCIA. *Glándula Surg.* [internet]. 2019. [citado marzo de 2020]; 8 (Suple. 3). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6755946/>

⁹¹ Marina Carotti. Fausto Salaffi. Marco Di Carlo. Antonio Barile. Andrea Giovagnoni. VALOR DIAGNÓSTICO DE LA ECOGRAFÍA DE GLÁNDULAS SALIVALES MAYORES EN EL SÍNDROME DE SJÖGREN PRIMARIO: EL PAPAEL DE LA ECOGRAFÍA DOPPLER EN ESCALA DE GRISES Y COLOR/ POTENCIA. *Glándula Surg.* [internet]. 2019. [citado marzo de 2020]; 8 (Suple. 3). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6755946/>



Figura 46 Ultrasonido de la glándula parótida en un sujeto sano, ecoestructura normal y la homogeneidad del parénquima.⁹²

Las principales anomalías estructurales detectables en un ultrasonido son áreas hipoecoicas o hiperecoicas, ya que algunas ocasiones presentan quistes o calcificaciones, variaciones de tamaño, irregularidades en el parénquima de la glándula (figura 47 y 48)

Las áreas hipoecoicas son, múltiples, circunscritas o confluentes, quistes múltiples corresponden a un patrón histológico de ectasia ductal rodeada por infiltrado de linfocitos o lóbulos glandulares dilatados rodeados por agregados de linfocitos.

⁹² Joshua Oluwafemi Aiyekomogbon. Lewis Bamidele Babatunde. Abdul J. Salam. SIALOLITIASIS SUBMANDIBULAR: LOS ROLES DE LA RADIOLOGÍA EN SU DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO. Ann Afr Med. [Internet]. 2018. [citado marzo de 2020]; octubre-diciembre 17 (4). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6330777/>

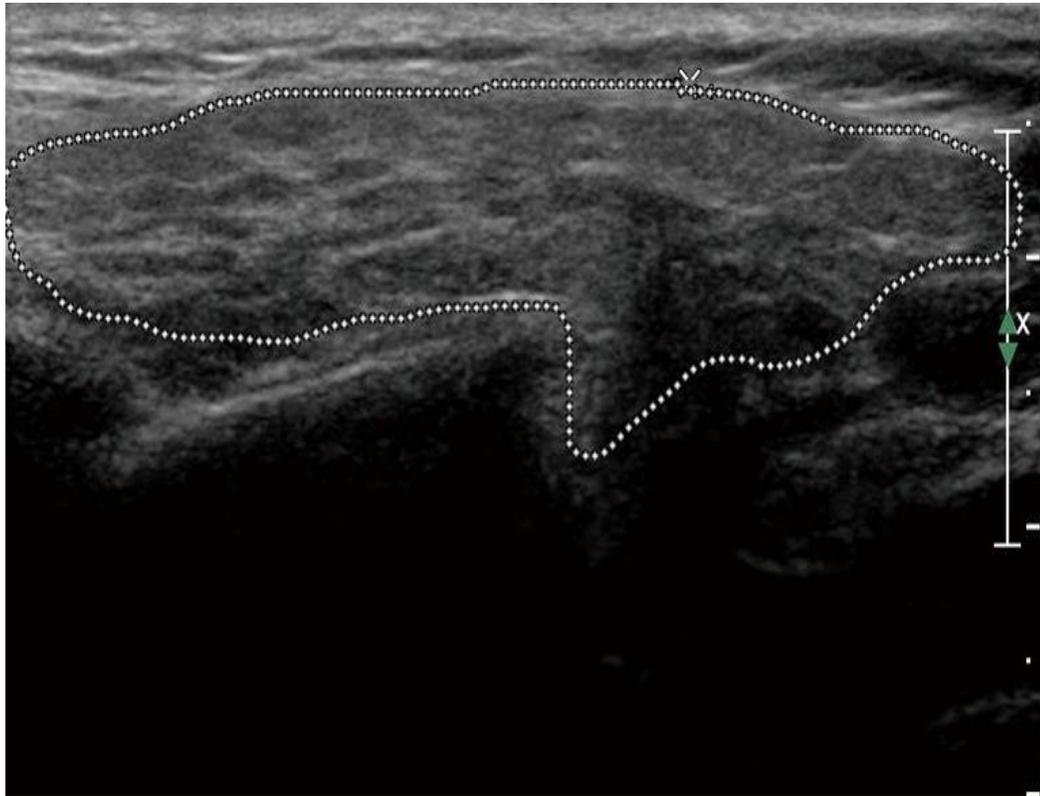


Figura 47 Exploración longitudinal con ultrasonido de la glándula parótida en un paciente con SS primario, el parénquima es completamente heterogéneo con áreas hipoeoicas y bandas ecogénicas debido al reemplazo del tejido fibroso conectivo. Los bordes de las glándulas no están bien definidos.⁹³

⁹³ Alexandru Caraba. Flavia Corina Babalic. Stela Iurciuc. Mircea Iurciuc. LA UTILIDAD DE LOS PARÁMETROS ECOGRÁFICOS DE LAS GLÁNDULAS SALIVALES MAYORES EN EL DIAGNÓSTICO DEL SÍNDROME DE SJÖGREN. Dis marcadores. [Internet]. 2019. [citado marzo de 2020]; 2019. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6942831/>



Figura 48 Exploración longitudinal por ultrasonido de la glándula parótida en un paciente con SS primario, el parénquima muestra un contorno irregular, múltiples áreas hipoeoicas confluentes grandes y múltiples quistes con bandas ecogénicas, lo que resulta en daños severos a la arquitectura glandular, disminución del volumen glandular y borde glandular posterior no muy visible⁹⁴

Dentro de la Odontología se conoce más el uso del ultrasonido para la inspección de glándulas salivales, sobre todo si se sospecha la presencia de alguna patología, en lo cual el ultrasonido es un método efectivo para realizar el diagnóstico de alguna anomalía.

⁹⁴ Alexandru Caraba. Flavia Corina Babalic. Stela Iurciuc. Mircea Iurciuc. LA UTILIDAD DE LOS PARÁMETROS ECOGRÁFICOS DE LAS GLÁNDULAS SALIVALES MAYORES EN EL DIAGNÓSTICO DEL SÍNDROME DE SJÖGREN. Dis marcadores. [Internet]. 2019. [citado marzo de 2020]; 2019. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6942831/>

3.4 Granulomas

Es un crecimiento de tejido granulomatoso continuado con el ligamento periodontal resultante de muerte pulpar. Contiene tejido de granulación y tejido inflamatorio crónico. Es una reacción lenta y defensiva del hueso alveolar ante la irritación del conducto radicular.

Un granuloma se desarrolla cuando los mecanismos inmunológicos tratan de contener un agente dañino que es difícil o imposible erradicar. En varios sitios corporales, es caracterizado por una participación fuerte de respuesta celular inmune.

Se producen distintos mediadores químicos que inducen la inflamación y resorción ósea en donde se forma la lesión, como respuesta a la infección bacteriana causada en el conducto radicular. Algunas de las moléculas que participan en este proceso son las citocinas, quimiocinas y las prostaglandinas.

Un granuloma se conforma por una zona de infección, una zona de contaminación, una zona de irritación y una zona de estimulación (figura 49).⁹⁵

⁹⁵ Rivas R. UNIDAD 8: PATOLOGÍA PERIAPICAL DE ORIGEN PULPAR 3a. Sección: Enfermedades crónicas perirradiculares con área de rarefacción. [Internet]. 2013. [citado marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.iztacala.unam.mx/rivas/NOTAS/Notas8Patperiapical/rargranuloma>

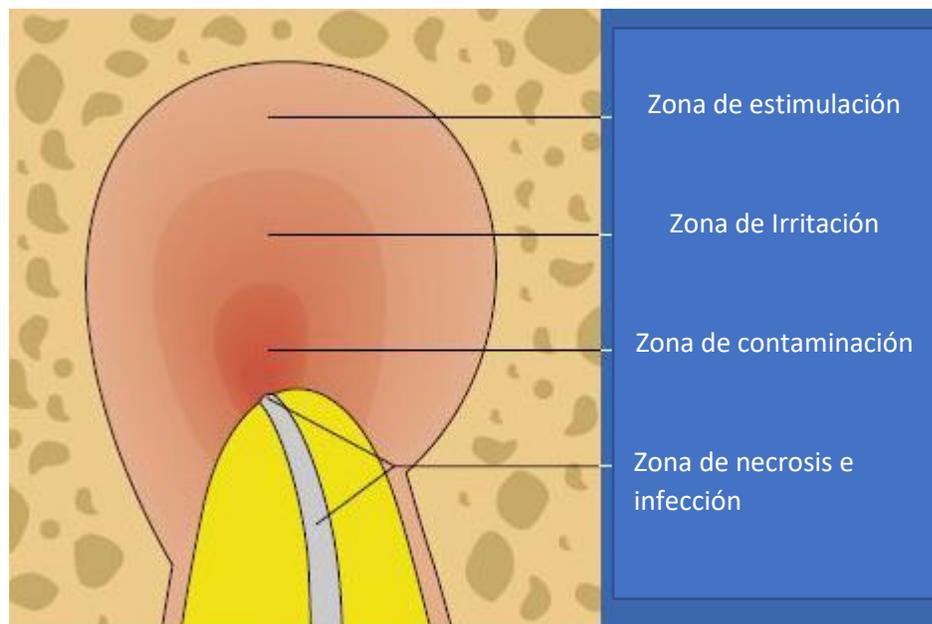


Figura 49 Conformación de un granuloma⁹⁶

3.5 Quistes periapicales

Un quiste se define como una cavidad patológica revestida de epitelio, que puede contener material líquido o semisólido, como residuos celulares, queratina o moco. Está formado por tres estructuras fundamentales; una cavidad central o luz, un revestimiento epitelial, y una pared exterior o cápsula.

El revestimiento epitelial depende del tipo de quiste, puede ser plano estratificado queratinizado o no queratinizado, pseudoestratificado, cilíndrico o cuboidal. La pared del quiste está formada por tejido conjuntivo. Los quistes son lesiones frecuentes y clínicamente importantes, ya que generalmente son

⁹⁶ Rivas R. UNIDAD 8: PATOLOGÍA PERIAPICAL DE ORIGEN PULPAR 3a. Sección: Enfermedades crónicas perirradiculares con área de rarefacción. [Internet]. 2013. [citado marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.iztacala.unam.mx/rivas/NOTAS/Notas8Patperiapical/rargranuloma>

destructivos. Los quistes se clasifican en quistes del desarrollo (odontogénicos y no odontogénicos), e inflamatorios (figura 50).⁹⁷

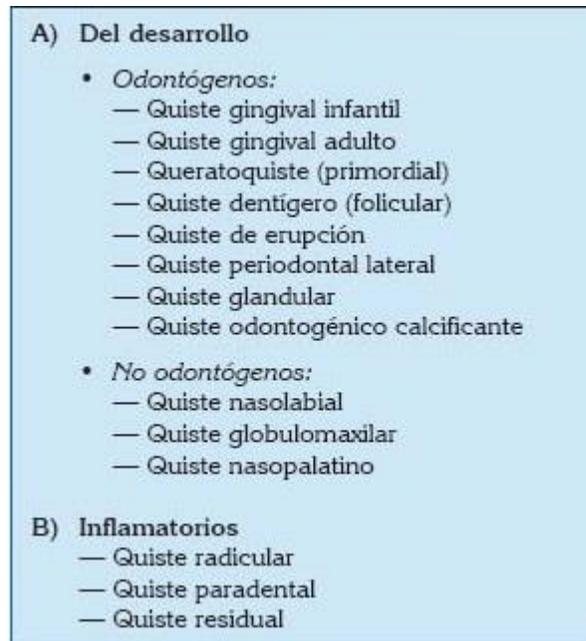


Figura 50 Clasificación de quistes⁹⁸

Los quistes odontogénicos que se derivan del epitelio producido durante el desarrollo del diente (figura 51). Los quistes no odontogénicos se forman exclusivamente en el maxilar, ya que embriológicamente se forman por la fusión de estructuras separadas a partir de restos epiteliales atrapados en las fisuras de la cavidad oral o nasal, en la línea media del paladar, entre la maxila y la premaxila o en los restos del conducto lagrimal.

Los quistes inflamatorios se forman ante la presencia de un daño físico, químico o bacteriano, involucrando tejido pulpar (necrosis pulpar), seguida de la estimulación de los restos epiteliales de Malassez (figura 51).

⁹⁷ Philip Sapp, J., Lewis R. Eversole, George P. Wysocki. Patología Oral Y Maxilofacial Contemporánea. 2a. ed. Amsterdam. Elsevier, 2004.

⁹⁸ Philip Sapp, J., Lewis R. Eversole, George P. Wysocki. Patología Oral Y Maxilofacial Contemporánea. 2a. ed. Amsterdam. Elsevier, 2004.

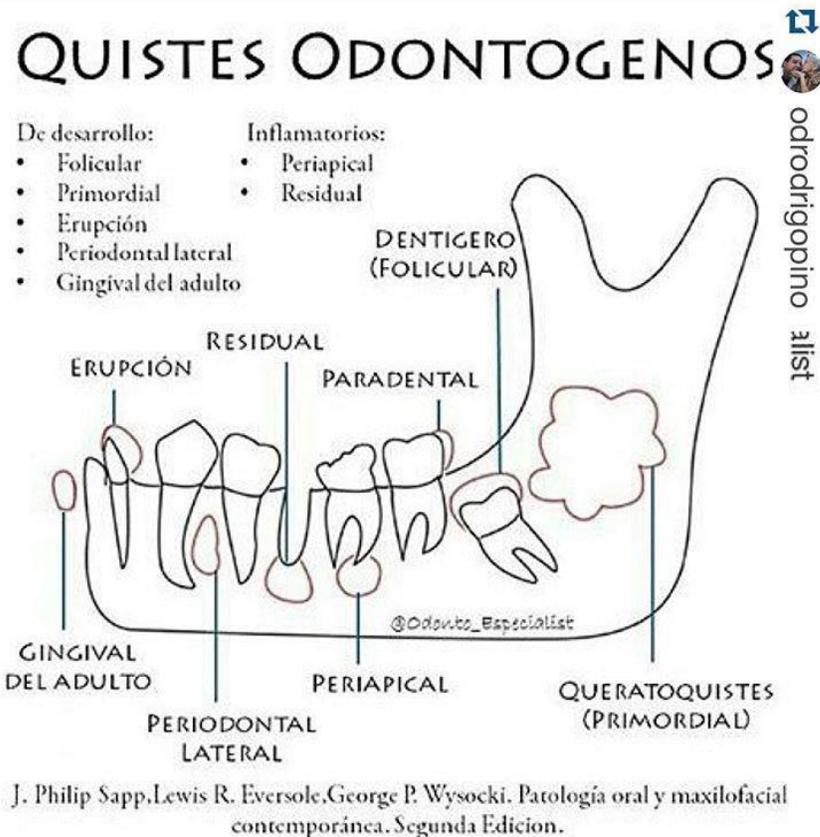


Figura 51 Esquema de la ubicación de los quistes odontogénicos e inflamatorios⁹⁹

3.6 Diagnóstico de granulomas y quistes periapicales por medio de ultrasonido

Para su diagnóstico, se requiere el uso de algún auxiliar diagnóstico, el más utilizado es la radiografía, aunque, el ultrasonido podría ser utilizado para el diagnóstico de lesiones periapicales y para diferenciarlas, es decir, si se trata de un quiste o de un granuloma. Se puede evaluar la extensión, dimensión y el contenido de las lesiones.¹⁰⁰

⁹⁹ Pinterest. Ubicación de los quistes periapicales. [consultado marzo de 2020]. Disponible en: <https://i.pinimg.com/474x/fa/88/1e/fa881e3176a8a0a388f5ecd328975164.jpg>

¹⁰⁰ Aseem P Tikku. Ramesh Bharti. Neha Sharma. Anil Chandra. Ashutosh Kumar. Sunil Kumar. PAPEL DE LA ECOGRAFÍA Y EL DOPPLER COLOR EN EL DIAGNÓSTICO DE LESIONES PERIAPICALES DE ORIGEN ENDODÓNTICO CON GROSOR ÓSEO VARIABLE. J Conserv Dent. [Internet]. 2016. [citado marzo de 2020]; 19 (2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4815543/>

Las lesiones periapicales se pueden observar de la siguiente manera:

- Lesión quística: una cavidad hipoecoica o anecoica bien contorneada rodeada de paredes óseas reforzadas, llena de líquido (figura 52).
- Granuloma: un área mal definida hipoecoica, con algunas áreas hiperecoicas.

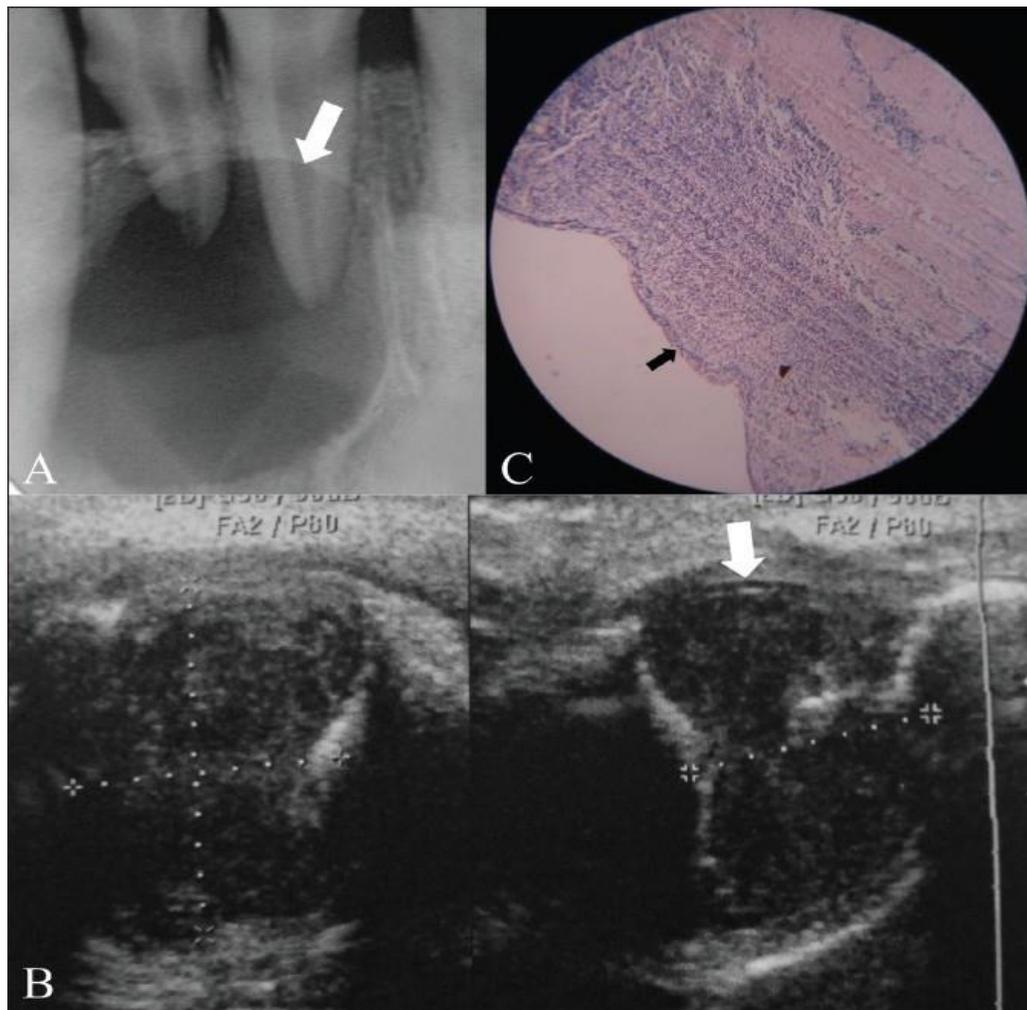


Figura 52 Quiste periapical, a) radiografía periapical, b) ultrasonido que muestra una cavidad hipoecoica y bien contorneada (flecha), c) muestra histológica.¹⁰¹

¹⁰¹ Sumit Goel. Suma Gundareddy Nagendrareddy. Manthana Srinivasa Raju. Dayashankara Rao Jingade Krishnojirao. Rajul Rastogi. Ravi Prakash Sasankoti Mohan. Swati Gupta. ULTRASONOGRAFÍA CON DOPPLER COLOR Y DOPPLER DE POTENCIA EN EL DIAGNÓSTICO DE LESIONES

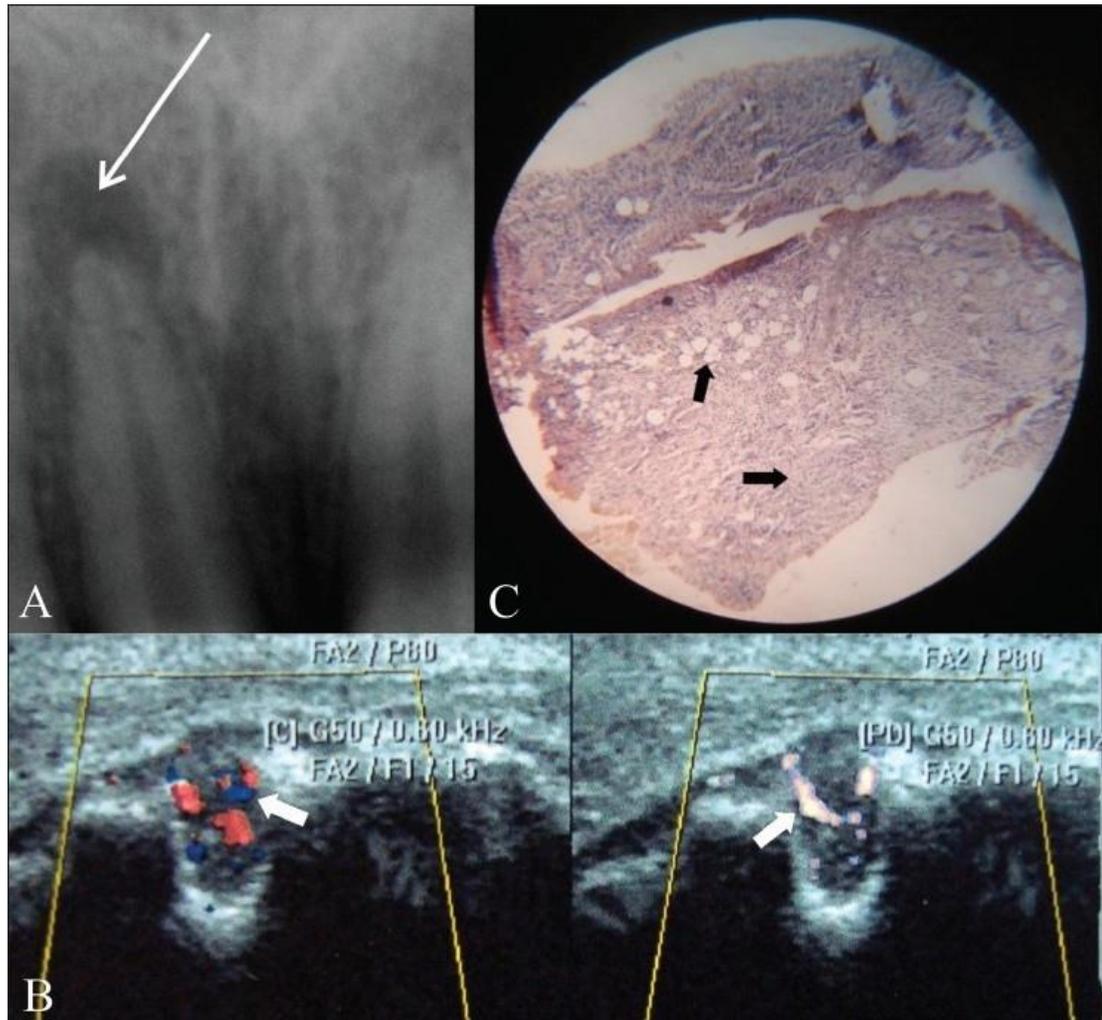


Figura 53 Granuloma periapical. A) radiografía periapical, B) ultrasonido con Doppler color y Doppler de potencia muestra una lesión hipoeoica mal definida (flecha) que muestra un rico suministro vascular en los exámenes Doppler de color y potencia. C) muestra histológica.¹⁰²

PERIAPICALES. Indian J Radiol Imaging. [Internet]. 2011. [citado marzo de 2020]; 21 (4). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3249943/>

¹⁰² Sumit Goel. Suma Gundareddy Nagendrareddy. Manthana Srinivasa Raju. Dayashankara Rao Jingade Krishnojirao. Rajul Rastogi. Ravi Prakash Sasankoti Mohan. Swati Gupta. ULTRASONOGRAFÍA CON DOPPLER COLOR Y DOPPLER DE POTENCIA EN EL DIAGNÓSTICO DE LESIONES PERIAPICALES. Indian J Radiol Imaging. [Internet]. 2011. [citado marzo de 2020]; 21 (4). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3249943/>

Para realizar el estudio se utiliza un transductor lineal, de multifrecuencia, y se realiza de manera extraoral, ya que de manera intraoral puede ser que el fondo de saco de los pacientes no sea tan profundo y no se pueda colocar el transductor.¹⁰³

Cabe mencionar que el realizar este examen tiene algunas limitantes, ya que no se puede observar la lesión cuando la cortical del hueso es muy gruesa y las ondas de ultrasonido no pueden penetrar esa superficie.

La ecografía puede recomendarse como un auxiliar complementario en el diagnóstico de lesiones periapicales, ya que los estudios que se han realizado han tenido resultados prometedores.

¹⁰³ Christo Naveen Prince. Chandrakala Shekarappa Annapurna. S. Sivaraj. IM Ali. IMAGEN ECOGRÁFICA EN EL DIAGNÓSTICO DE LESIONES PERIAPICALES. J Pharm Bioallied Sci. [Internet]. 2012. [citado marzo de 2020]; 4 (supl. 2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3467915/>

4. Conclusiones

En cuanto a lo abordado con anterioridad, el ultrasonido es un buen auxiliar de diagnóstico, ya que no utiliza radiación ionizante, por lo que es más segura su realización en pacientes inmunocomprometidas, embarazadas y niños.

Dentro del campo Odontológico se desconoce su utilidad en la práctica cotidiana, y puede ser de gran ayuda para el diagnóstico de algunas patologías de ATM o de glándulas salivales.

Aunque es importante mencionar que cuenta con algunas limitantes, una de ellas es que su efectividad es mayor al realizar un análisis de tejidos blandos, ya que las ondas no son capaces de penetrar la densidad del hueso, por lo que no es tan eficaz en el diagnóstico de tejidos de soporte del diente.

También es importante que se diseñen transductores de menor tamaño y que se puedan adecuar más a la forma de la cavidad bucal para que se pueda realizar el ultrasonido de manera intraoral.

El ultrasonido tiene un buen potencial para que pueda ser considerado como un complemento de otros auxiliares de diagnóstico en Odontología, aunque requiere que se sigan realizando estudios para que sea más eficaz y se dé a conocer las funciones que puede tener, y a su vez se capacite al Odontólogo para su realización e interpretación.

5. Referencias bibliográficas

1. Alexandru Caraba. Flavia Corina Babalic. Stela Iurciuc. Mircea Iurciuc. LA UTILIDAD DE LOS PARÁMETROS ECOGRÁFICOS DE LAS GLÁNDULAS SALIVALES MAYORES EN EL DIAGNÓSTICO DEL SÍNDROME DE SJÖGREN. Dis marcadores. [Internet]. 2019. [citado marzo de 2020]; 2019. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6942831/>
2. Aseem P Tikku. Ramesh Bharti. Neha Sharma. Anil Chandra. Ashutosh Kumar. Sunil Kumar. PAPEL DE LA ECOGRAFÍA Y EL DOPPLER COLOR EN EL DIAGNÓSTICO DE LESIONES PERIAPICALES DE ORIGEN ENDODÓNTICO CON GROSOR ÓSEO VARIABLE. J Conserv Dent. [Internet]. 2016. [citado marzo de 2020]; 19 (2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4815543/>
3. Bhaskar V. Hsun-Liang Chan. MacEachern M. Kripfgans O. ACTUALIZACIONES SOBRE LA INVESTIGACIÓN CON ULTRASONIDO EN IMPLANTOLOGÍA: UNA INVESTIGACIÓN SISTEMÁTICA DE POSIBLES INDICACIONES CLÍNICAS. Dentomaxillofac Radiol. [Internet]. 2018. [citado marzo de 2020]; 47 (6). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6196056/>
4. Byahatti SM. Ramamurthy BR. Mubeen M. Agnihothri PG. EVALUACIÓN DE LA PRECISION DIAGNÓSTICA DE LA ECOGRAFÍA DE ALTA RESOLUCIÓN EN LA DETERMINACIÓN DEL TRSTORNO INTERNO DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR. Indian J Dent Res. [Internet]. 2010. [citado marzo de 2020]; abril-junio 21 (2). Disponible en : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20657086>

5. Caglayan F. Bayrakdar I S. LA ECOGRAFIA INTRAORAL EN ODONTOLOGÍA. Niger J Clin Pract. [Internet]. 2018. [citado marzo de 2020]; 21:125-33. Disponible en: <http://www.njcponline.com/text.asp?2018/21/2/125/197016>
6. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. GUÍA TECNOLÓGICA NO. 18: ULTRASONIDO, SISTEMA DE IMAGINOLOGÍA. [Internet]. Julio 2005. México. [citado marzo de 2020]. Disponible en: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/18gt_ultrasonido.pdf
7. Chifor R. Hedeşiu M. Bolfa P. Catoi C. Crişan M. Serbănescu A. Badea AF. Moga I. Badea ME. LA EVALUACIÓN DE LA ECOGRAFÍA DE 20 MHz, LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN COMPARACIÓN CON LA MICROSCOPIA DIRECTA PARA LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA PERIODONTAL. Med Ultrason. [Internet]. 2011. [citado marzo de 2020]; 13 (2): 120-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21655538>
8. Christo Naveen Prince. Chandrakala Shekarappa Annapurna. S. Sivaraj. IM Ali. IMAGEN ECOGRÁFICA EN EL DIAGNÓSTICO DE LESIONES PERIAPICALES. J Pharm Bioallied Sci. [Internet]. 2012. [citado marzo de 2020]; 4 (supl. 2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3467915/>
9. Elias FM. Birman EG. Matsuda CK. Oliveira IR. Jorge WA. HALLAZGOS ECOGRÁFICOS EN ARTICULACIONES TEMPOROMANDIBULARES NORMALES. Braz Oral Res. [Internet]. 2006. [citado marzo de 2020]; enero-marzo 20 (1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16729171>
10. Felix Huang. Rebecca Caton. Joseph Colla. DIAGNÓSTICO POR ULTRASONIDO EN EL PUNTO DE ATENCIÓN DE LA SIALOTIASIS AGUDA CON SIALODENITIS. Casos Clin Pract

- Emerg Med. [Internet]. 2017. [citado marzo de 2020]; 1 (4).
Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5965241/>
11. García R. Briseño B. Endodoncia I. Fundamentos y clínica. 1ª ed. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial; 2016.
12. Guzmán C. Contreras C. Rabanal C. Radiología Oral y Maxilofacial. 1ra ed. AMOLCA. 2018.
13. Instituto Nacional de Bioingeniería e Imágenes Biomédicas. ULTRASONIDO. [Internet]. Julio 2013. [citado marzo de 2020].
Disponible en:
<https://www.nibib.nih.gov/sites/default/files/Ultrasonido.pdf>
14. Joshua Oluwafemi Aiyekomogbon. Lewis Bamidele Babatunde. Abdul J. Salam. SIALOLITIASIS SUBMANDIBULAR: LOS ROLES DE LA RADIOLOGÍA EN SU DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO. Ann Afr Med. [Internet]. 2018. [citado marzo de 2020]; octubre-diciembre 17 (4). Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6330777/>
15. Klatkiewicz T. Gawriolek K. Pobudek Radzikowska M. Czajka-Jakubowska A. LA ECOGRAFÍA EN EL DIAGNÓSTICO DE LOS TRASTORNOS TEMPOROMANDIBULARES: UN METANÁLISIS. Med Sci Monit. 2018. [citado marzo de 2020]; 24. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29420457>
16. L. Uggá. M. Ravanelli. A.A. Pallottino. D. Farina. R. Maroldi. EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA EN TRASTORNOS OBSTRUCTIVOS E INFLAMATORIOS DE LAS GLÁNDULAS SALIVALES. Acta Otorhinolaryngol Ital. [Internet]. 2017. [citado marzo de 2020]; 37 (2). Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5463527/#R05>
17. LK SK. Zachariah GP. Chandran S. ULTRASONIGRAFÍA: UN PASO ADELANTE EN LA IMAGEN DE LA ARTICULACIÓN

- TEMPOROMANDIBULAR. UN ESTUDIO DESCRIPTIVO PRELIMINAR. *Clinic Pract.* [Internet]. 2019. [citado marzo de 2020]; 9 (2). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31341577>
18. Marina Carotti. Fausto Salaffi. Marco Di Carlo. Antonio Barile. Andrea Giovagnoni. VALOR DIAGNÓSTICO DE LA ECOGRAFÍA DE GLÁNDULAS SALIVALES MAYORES EN EL SÍNDROME DE SJÖGREN PRIMARIO: EL PAPAEL DE LA ECOGRAFÍA DOPPLER EN ESCALA DE GRISES Y COLOR/ POTENCIA. *Glándula Surg.* [internet]. 2019. [citado marzo de 2020]; 8 (Suple. 3). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6755946/>
19. Martínez C. HISTORIA DE LA ECOGRAFÍA. [Internet]. [citado marzo 2020]. Disponible en: <http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/medicinaBalear/index/asoc/Medicina/ Balear /1995v10n/3p160.dir/Medicina Balear 19 95v10n3p160.pdf>
20. Newman M. Carranza F. Takei H. *Periodontología clínica*. 10 ed. Editorial Mc Graw Hill. 2010.
21. Ortega T, Seguel B Solange. HISTORIA DEL ULTRASONIDO: EL CASO CHILENO. *Rev. chil. radiol.* [Internet]. 2004 [citado marzo de 2020] ; 10(2): 89-92. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-93082004000200008&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082004000200008>
22. Philip Sapp, J., Lewis R. Eversole, George P. Wysocki. *Patología Oral Y Maxilofacial Contemporánea*. 2a. ed. Amsterdam. Elsevier, 2004.
23. Pineda C. Macías M. Bernal A. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL ULTRASONIDO. *Investigación en Discapacidad.* [Internet]. 2012.

- [consultado febrero de 2020]; vol. 1. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invdis/ir-2012/ir121e.pdf>
24. Quijano Y. ANATOMÍA CLÍNICA DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR (ATM). Morfolia. [Internet]. 2011. [citado marzo de 2020]; vol. 3-No. 4. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/28094/1/26034-91249-1-PB.pdf>
25. Raudales I. IMÁGENES DIAGNÓSTICAS: CONCEPTOS Y GENERALIDADES. [Internet]. Rev. Fac. Cienc. Méd. 2014. [citado marzo de 2020]. Enero-Junio: 35-43. Disponible en: <http://www.bvs.hn/RFCM/pdf/2014/pdf/RFCMVol11-1-2014-6.pdf>
26. Rivas R. UNIDAD 8: PATOLOGÍA PERIAPICAL DE ORIGEN PULPAR 3a. Sección: Enfermedades crónicas perirradiculares con área de rarefacción. [Internet]. 2013. [citado marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.iztacala.unam.mx/rivas/NOTAS/Notas8Patperiapica/rargranuloma>
27. Su N. Van Wijk AJ. Visscher CM. Lobbezoo F. Van der Heijden GJMG. VALOR DIAGNÓSTICO DE LA ECOGRAFÍA PARA LA DETECCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS DE DISCO EN LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA Y UN METANÁLISIS. Clin Oral Investig. [Internet]. 2018. [citado marzo de 2020]; 22 (7). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29455373>
28. Sumit Goel. Suma Gundareddy Nagendrareddy. Manthana Srinivasa Raju. Dayashankara Rao Jingade Krishnoji Rao. Rajul Rastogi. Ravi Prakash Sasankoti Mohan. Swati Gupta. ULTRASONOGRAFÍA CON DOPPLER COLOR Y DOPPLER DE POTENCIA EN EL DIAGNÓSTICO DE LESIONES PERIAPICALES. Indian J Radiol Imaging. [Internet]. 2011. [citado

- marzo de 2020]; 21 (4). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3249943/>
29. Szopinski KT. Regulski P. VISIBILIDAD DE LOS ESPACIOS PULPARES DENTALES EN LA ECOGRAFÍA DENTAL. Dentomaxillofac Radiol. [Internet]. 2014. [citado marzo de 2020]; 43 (1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3887485/>
30. Talmaceanu D. Lenghel LM. Bolog N. Popa Stanila R. Buduru S. Leucuta DC. Rotar H. Baciut M. Baciut G. ULTRASONIDO DE ALTA RESOLUCIÓN EN LA EVALUACIÓN DE LA POSICIÓN DEL DISCO DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR. Med Ultrason. 2018. [Citado marzo de 2020]; 1 (1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29400370>
31. Tattan M. Sinjab K. Lee E. Arnett M. Oh TJ. Wang HL. Chan HL. Kripfgans OD. ULTRASONOGRAFÍA PARA EVALUACIÓN PRESENCIAL DE ESTRUCTURAS PERIODONTALES: UN ESTUDIO PILOTO. J Periodontol. [Internet]. 2019. [citado marzo de 2020]; 10.1002 / JPER.19-0342. Disponible en : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31837020>
32. Vargas A., Amescua-Guerra L., Bernal M., Pineda C. PRINCIPIOS FÍSICOS BÁSICOS DEL ULTRASONIDO, SONOANATOMÍA DEL SISTEMA MUSCULOESQUELÉTICO Y ARTEFACTOS ECOGRÁFICOS. Acta Ortopédica Mexicana. [Internet]. 2008. [citado marzo de 2020]. Nov.-Dic: 361-373. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2008/or086e.pdf>