



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

LA FUNCIÓN MASTICATORIA EN LOS PROCESOS
COGNITIVOS: EL APRENDIZAJE Y MEMORIZACIÓN.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

JOSÉ LUIS SANDOVAL LOZANO

TUTORA: Mtra. MARÍA ELENA VELÁZQUEZ ROMERO

ASESORA: Mtra. ILIANA IRAÍS VEGA RAMÍREZ

MÉXICO, Cd. Mx.

2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A DIOS Y AL SANTO NIÑO PA: por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, por estar conmigo a cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente para no darme por vencido.

A MIS PADRES: por darme la vida, por apoyarme en todo momento sin dudar de mí y que gracias a su esfuerzo, los consejos, la motivación, las llamadas de atención me han permitido culminar mis estudios. Muchas gracias por darme un futuro y hacerme una persona con principios y valores.

A mi novia Karen Guzmán que ha sido un pilar muy importante en esta etapa de mi vida, muchas gracias por todo el apoyo y el cariño brindado.

Gracias a mi tutora Mtra. María Elena Velázquez Romero y a mi asesora Mtra. Iliana Iraís Vega Ramírez por el tiempo y el apoyo para que pudiera culminar este trabajo.

Familiares y amigos que indirectamente o directamente han estado conmigo en todo este tiempo, muy agradecido por los consejos y el ánimo.

ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN.....	6
CAPITULO 1. COGNICIÓN.....	7
1.1. Definición.....	7
1.2. Aspectos históricos.....	8
1.3. Funciones cognitivas.....	9
CAPITULO 2. ASPECTOS ANATOMOFISIOLÓGICOS DE LAS FUNCIONES COGNITIVOS.....	10
2.1. El cerebro: su estructura y sus funciones.....	10
2.2. Bulbo raquídeo.....	11
2.3. Formación reticular.....	11
2.4. Cerebelo.....	12
2.5. Tálamo.....	12
2.6. Hipotálamo.....	13
2.7. Sistema límbico.....	13
2.8. La Corteza cerebral (Neocórtex).....	14
2.8.1. Lóbulo frontal.....	15
2.8.2. Lóbulos parietales.....	16
2.8.3. Lóbulos temporales.....	16
2.8.4. Lóbulo occipital.....	17
2.9. Áreas especializadas del cerebro.....	17
2.9.1. Área motora de la corteza.....	18
2.9.2. Área sensorial de la corteza.....	18
2.9.3. Áreas asociativas de la corteza.....	18
2.10. Funciones de los hemisferios.....	18
2.11. Tipo de funciones cognitivas y sus características.....	20
2.11.1. Atención.....	20
2.11.2. Percepción y reconocimiento.....	21
2.11.3. Orientación.....	22

2.11.4. Memoria.....	22
2.11.5. Aprendizaje.....	25
2.11.6. Funciones ejecutivas.....	26
2.11.7. Lenguaje.....	28
2.11.8. Cálculo.....	29
CAPITULO 3. GENERALIDADES DE LA MASTICACIÓN.....	30
3.1. Componentes de la masticación.....	30
3.2. Hueso maxilar.....	31
3.2.1. Hueso mandibular.....	33
3.3. Articulación temporomandibular.....	35
3.4. Músculos de la masticación.	37
3.4.1. Músculo temporal.....	37
3.4.2. Músculo masetero.....	38
3.4.3. Músculo pterigoideo medial.....	39
3.4.4. Músculo pterigoideo lateral.....	40
3.5. Músculos del cuello.....	41
3.5.1. Músculo platisma.....	42
3.5.2. Músculo digástrico.....	43
3.5.3. Músculo milohioideo.....	44
3.5.4. Músculo geniohioideo.....	45
3.6. Estructuras bucales.....	45
3.6.1. Dientes.....	46
3.6.2. Labios.....	47
3.6.3. Mejillas.....	47
3.6.4. Lengua.....	48
3.6.5. Paladar duro.....	49
3.7. Lactancia y la estimulación de las estructuras de la masticación.....	49
3.8. La masticación en los niños.....	51
3.9. Generador central de patrones (GCP).....	52
3.10. Ciclo masticatorio.....	54

3.10.1. Fase de apertura.....	56
3.10.2. Fase de cierre.....	58
3.10.3. Fase oclusal.....	59
3.11. Características del ciclo masticatorio.....	61
3.12. Eficacia masticatoria.....	62
CAPITULO 4. LA FUNCIÓN MASTICATORIA EN LOS PROCESOS COGNITIVOS: EL APRENDIZAJE Y MEMORIZACIÓN.....	64
4.1. Neurogénesis de la masticación.....	66
4.2. Conexión entre la función masticatoria y la formación hipocampal.....	67
4.3. Alteraciones de las funciones cognitivas de memoria y aprendizaje relacionadas a la función masticatoria.....	69
CONCLUSIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
REFERENCIAS IMAGENOLÓGICAS.....	80

INTRODUCCIÓN.

La masticación se define como aquella actividad neuromuscular llevada a cabo en la cavidad bucal, cuyo propósito es la incisión, trituración y molienda del alimento, adaptándolo para su deglución y posteriormente su digestión.

La cognición es la facultad de los seres vivos de procesar información a partir de la percepción, el conocimiento y las características del ambiente. Entre las funciones cognitivas más importantes tenemos a la memoria y al aprendizaje.

El propósito de este trabajo es revisar la importancia que tiene la función masticatoria en los procesos cognitivos, para que el cirujano dentista pueda dotarse de mayores conocimientos en otras áreas de la salud; para orientar a diagnosticar de forma más acertada o referenciarlo a otras áreas médicas, y así poder brindar una mejor atención a los pacientes.

Como bien sabemos, la masticación se involucra principalmente en la ingesta de alimentos y la digestión, además, promueve y preserva la salud general, incluida la función cognitiva. Con los avances médicos y de la ciencia se ha observado a través de la resonancia magnética funcional (fMRI) y los estudios de topografía de emisión de positrones, que la masticación promueve un aumento en el flujo sanguíneo cortical y activa la corteza somatosensorial motora y suplementos aislados, así como el cuerpo estriado, tálamo y cerebelo.

CAPITULO 1. GENERALIDADES DE LA COGNICIÓN.

El ser humano cuenta con una serie de capacidades (cognitivas, funcionales, motoras, emocionales y psicosociales) que le permiten su adaptación al entorno y dar respuesta a las exigencias de éste. Cada una de ellas tiene un papel específico en dicho proceso de adaptación. Gracias a las capacidades motoras podemos andar, caminar, realizar cualquier actividad motriz, de una forma coordinada. La ciencia que estudia cómo se desarrolla todo esto en las personas se llama ciencia cognitiva.¹

1.1. Definición.

Estos procesos básicos que realiza el cerebro son regulados por la cognición, que proviene del latín “*cognoscere*” y significa llegar a conocer. Por tanto, nos referimos a todo aquello que pertenece al conocimiento, es decir, el acúmulo de información que hemos adquirido gracias al aprendizaje o a la experiencia que forma parte de nuestro conocimiento.²

La cognición es la facultad de los seres vivos de procesar información a partir de la percepción, el conocimiento y las características subjetivas. Engloba procesos como el aprendizaje, el razonamiento, la atención, la memoria, la resolución de problemas, entre muchas otras.³

El estudio de la cognición se ha realizado desde diferentes perspectivas como la neurología, la psicología, el psicoanálisis, la sociología o la filosofía. En este sentido, se interpreta la cognición como un proceso mental global que permite el procesamiento de la información que accede a la mente de los seres humanos.^{1, 3}

1.2. Aspectos Históricos.

La psicología cognitiva surge entre los años de 1950 a 1960, como alternativa a la concepción conductista de la mente como caja negra inaccesible. Es difícil atribuir su aparición a un único autor, pero sí parece claro que su inicio coincide con la aparición y desarrollo de los ordenadores. El funcionamiento de estas máquinas sirve como metáfora al investigador para explorar el funcionamiento de los procesos cognitivos internos.⁴

La psicología cognitiva es una de las adiciones más recientes a la investigación psicológica y estudia diversos procesos cognitivos, tales como la resolución de problemas, el razonamiento (inductivo, deductivo, abductivo, analógico), la percepción, la toma de decisiones y la adquisición lingüística.³

El término comenzó a usarse con la publicación del libro *Cognitive Psychology*, por Ulric Neisser, en 1967 (**figura 1**). Pero la aproximación cognitiva había sido traída a un primer plano tras la publicación del libro de Donald Broadbent *Percepción y Comunicación*, en 1958.⁴

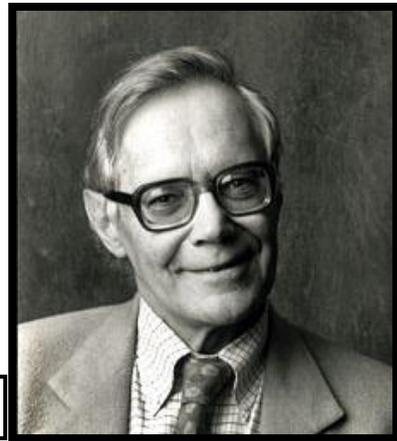


Figura 1. Ulric Neisser. 1928-2012.¹

Los principales exponentes de la psicología cognitiva son: Alan Baddeley, Frederic Bartlett, Donald Broadbent, Jerome Bruner, Hermann Ebbinghaus, George A. Miller, Ulrich Neisser, David Rumelhart, Herbert Simon, Endel Tulving, Robert L. Solso, Lev Vygotski, David Ausubel, Jean Piaget (**figura 2**), Angel Riviere y George Kelly.²

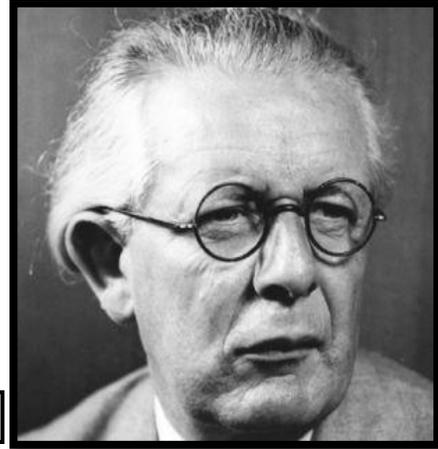


Figura 2. Jean Piaget. 1896–1980.²

Los psicólogos cognitivos ponen énfasis en que el procesamiento de la información tiene influencia sobre la conducta, afirmando que el individuo compara la información nueva con su "esquema" o estructura cognitiva preexistente. Los acontecimientos y las situaciones nuevas se interpretan a la luz de lo que ya se ha aprendido. En ocasiones, es preciso adaptar el esquema a esta información.²

1.3. Funciones cognitivas.

Son los procesos mentales que nos permiten recibir, seleccionar, almacenar, transformar, elaborar y recuperar la información del ambiente. Esto nos facilita integrar el conocimiento y crear una interpretación del mundo que nos rodea.⁵

Se encuentran siete funciones cognitivas importantes las cuales son:

- Atención y concentración.
- Percepción y reconocimiento.
- Orientación.
- Memoria.
- Aprendizaje.
- Funciones ejecutivas.
- Lenguaje.
- Cálculo.⁵

CAPITULO 2 ASPECTOS ANATOMOFISIOLÓGICOS DE LAS FUNCIONES COGNITIVAS.

2.1. El cerebro: su estructura y sus funciones.

El cerebro, es uno de los centros nerviosos que constituye el encéfalo. Se encuentra ubicado en la parte superior y anterior de la cavidad craneal. En los seres humanos, el cerebro pesa entre 1,3 y 1,6 kilos. La corteza cerebral alberga unos 22.000 millones de neuronas, de acuerdo a lo expresado en los estudios médicos más actuales.⁶ **Figura 3**



Figura 3. Cerebro humano.³

Es un órgano capaz de controlar las diversas manifestaciones del comportamiento humano: los movimientos, pensamientos, esperanzas, aspiraciones, sueños, la conciencia, etc., de este modo es el responsable de las actividades primitivas del ser humano.⁷

En definitiva, el cerebro es el responsable del aprendizaje, la cognición, la memoria y las emociones. Su funcionamiento se realiza a través de la interacción entre sus distintas áreas.⁶

El cerebro está dividido por una fisura longitudinal que permite distinguir entre dos hemisferios cerebrales: el derecho y el izquierdo. A su vez, cada hemisferio presenta otras fisuras, pero no tan profundas, que dividen la corteza cerebral en distintos lóbulos.⁷

Núcleo central.

Está involucrada en el control de funciones básicas como comer y dormir.⁸

2.2. Bulbo raquídeo.

Controla diversas funciones corporales críticas: las más importantes son la respiración y el mantenimiento del ritmo cardiaco. A continuación se encuentra el puente, que une las dos mitades del cerebelo (el cerebelo es la parte del cerebro encargada de activar las demás partes del mismo, para producir una excitación corporal general) y se ubica junto al bulbo raquídeo. El puente, que contienen grandes conjuntos de nervios, actúa como un transmisor de información motora, coordina los músculos y la integración de movimientos entre las mitades derecha e izquierda del cuerpo. También se relaciona con el control del sueño.^{7,8,9.} **Figura 4**

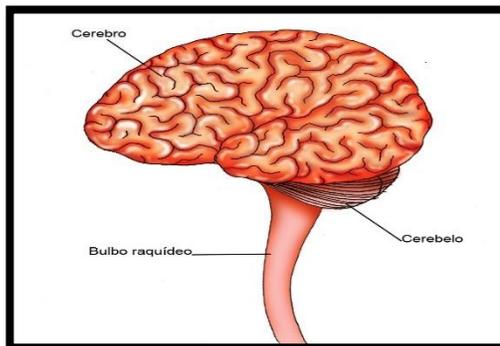


Figura 4. Bulbo Raquídeo.⁴

2.3. Formación reticular.

Se extiende desde el bulbo y pasa a través del puente. Se integra por grupos de células nerviosas que pueden activar de inmediato otras partes del cerebro para producir una excitación general del cuerpo. Por ejemplo, si al ser humano le sorprende un ruido muy fuerte, la formación reticular puede provocar un estado de conciencia acentuado para determinar si se requiere o no, de

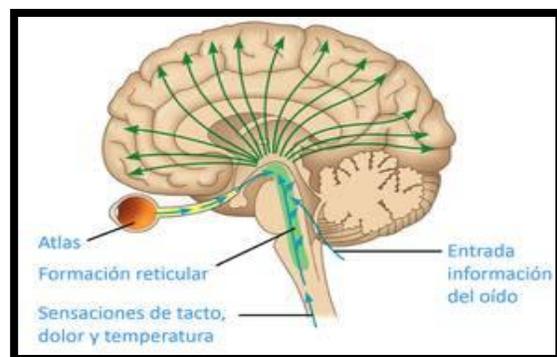


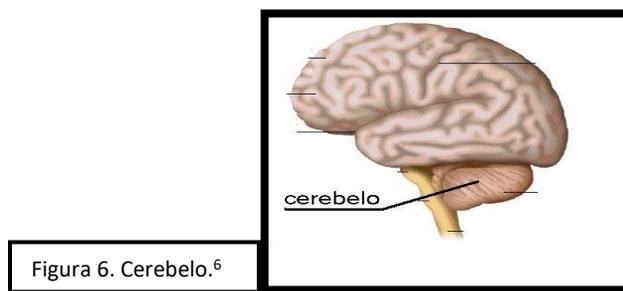
Figura 5. Formación reticular.⁵

una respuesta. Además realiza una función que bloquea los estímulos externos cuando el ser humano está durmiendo, para que pueda

Descansar.⁷⁻⁹ **Figura 5**

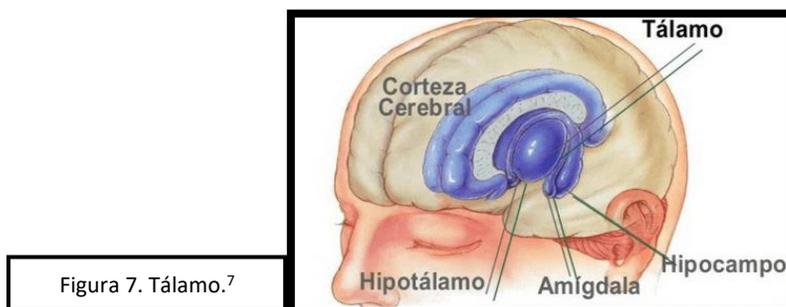
2.4. Cerebelo.

Se localiza encima del bulbo y detrás del puente. Su función es controlar el equilibrio del cuerpo. Supervisa de manera continua la retroalimentación de los músculos para coordinar su ubicación, movimiento y tensión.⁷⁻⁹ **Figura 6**



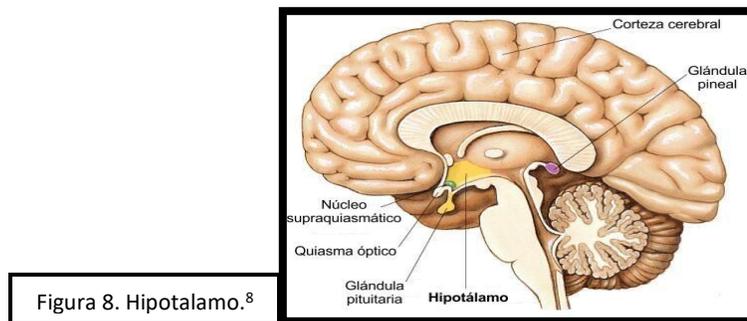
2.5. Tálamo.

Es una estructura que se encuentra en la parte media del núcleo central. Su función es codificar toda la información que llega a través de los sentidos y transmitirla al cerebro. El tálamo también se encarga de integrar información de partes superiores del cerebro, distribuyéndola de modo que pueda ser enviada al cerebelo y al bulbo.⁷⁻⁹ **Figura 7**



2.6. Hipotálamo.

Está ubicado después del tálamo. Su función es muy importante, mantiene la homeostasis en equilibrio. De tal modo, el hipotálamo ayuda a mantener la temperatura corporal constante y supervisa la cantidad de nutrimentos almacenados en las células. Otra función señalada por Kupfermann (1991) consiste en producir y regular comportamientos que son vitales para la sobrevivencia básica: huir, pelear, comer y reproducirse.⁷⁻⁹ **Figura 8**



2.7. Sistema límbico.

Compuesto por una serie de estructuras en forma de rosquillas que incluyen la amígdala, el hipocampo y el fornix, el sistema límbico está en contacto con la parte superior del núcleo central y tiene conexiones con la corteza cerebral.⁷⁻⁹

Las estructuras controlan en conjunto diversas funciones básicas que se relacionan con las emociones y la auto conservación (alimentación, agresión y la reproducción).⁷⁻⁹

Finalmente, otras de las funciones de las cuales se encarga el sistema límbico son en relación a las actividades orales, gustativas y sexuales. Asimismo también desempeña una función importante en los procesos de aprendizaje y memoria.⁷⁻⁹ **Figura 9**

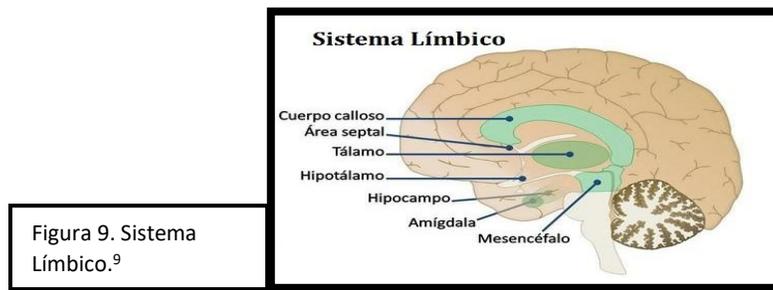


Figura 9. Sistema Límbico.⁹

2.8. La Corteza Cerebral (Neocórtex).

Los hemisferios cerebrales están recubiertos por una capa de tejido llamado corteza cerebral (neocórtex). La corteza cerebral es la región en donde se ubican muchas de las funciones cognitivas (habilidades del pensamiento, evaluar y hacer juicios complejos) que definen al hombre como tal.⁷⁻⁹

La corteza cerebral está conformada por hendiduras y éstas se denominan **fisuras** y las pequeñas **surcos**. Las crestas entre las fisuras y los surcos se denominan **giros**. Una de las fisuras más sobresalientes, cuya

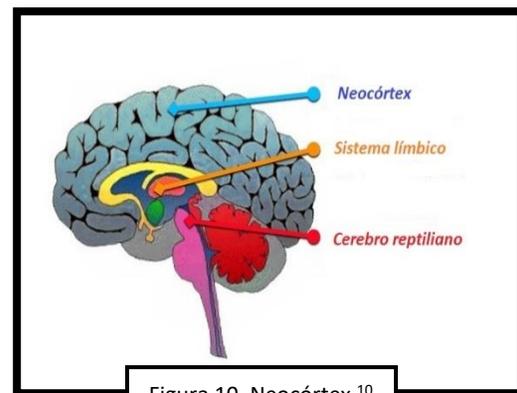


Figura 10. Neocórtex.¹⁰

función es separar a los hemisferios cerebrales es: la fisura longitudinal. De tal forma que los hemisferios cerebrales están conectados directamente por unas pocas vías que atraviesan la fisura longitudinal.⁷⁻⁹

Estas vías conectoras de hemisferios se denominan comisuras cerebrales. La comisura más grande es el cuerpo calloso. Tiene como finalidad el permitir la comunicación entre el hemisferio izquierdo con el hemisferio derecho, lo cual genera que el cerebro logre compartir información y trabajar de manera conjunta.⁷⁻⁹ **Figura 10**

Por otra parte, la corteza cerebral posee cuatro secciones principales (ubicadas sobre la superficie lateral de cada hemisferio que son la fisura

central y la fisura lateral), a las que denominan lóbulos, **figura11**, los cuales son:⁷⁻⁹

- Lóbulo frontal.
- Lóbulo parietal.
- Lóbulo temporal.
- Lóbulo occipital.

Entre las manifestaciones del pensamiento radicadas en el neocórtex del hombre destacan los lenguajes simbólicos, en especial la lectura, la escritura y las matemáticas, que parecen requerir la cooperación conjunta de los lóbulos temporal, parietal, frontal y occipital. Esto

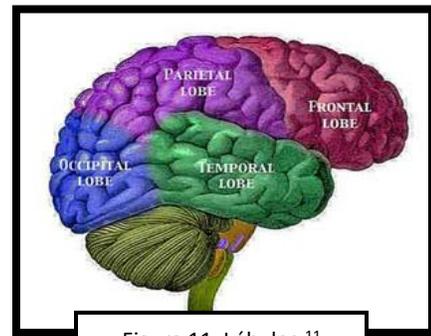


Figura 11. Lóbulos.¹¹

dado por entendido que el cerebro humano al momento de realizar alguna actividad cognitiva necesita de todas las estructuras que trabajen en conjunto.⁷⁻⁹

2.8.1. Lóbulo frontal.

La localización del lóbulo frontal radica en la porción del neocórtex situada aproximadamente debajo de la frente. Está relacionado con la reflexión y la regulación de la acción. Así mismo se asocia con el nexo entre la visión y la postura erecta y bípeda. Regulan también el sentido de anticipación del futuro, por lo cual debe existir el emplazamiento de sentimientos de inquietud, los centros del ansia y la desazón. Esta es la razón de que el corte transversal del lóbulo frontal reduzca la ansiedad.⁷⁻⁹ **Figura 12**



Figura 12. Lóbulo frontal.¹²

2.8.2 Lóbulos parietales.

Se encuentran en la porción media de cada hemisferio cerebral del neocórtex. Son asociados a la percepción espacial (ubicación tridimensional) y el intercambio de información entre el cerebro y el resto del cuerpo. Participan en todo lo relacionado con el lenguaje simbólico del hombre.⁷⁻⁹ **Figura 13**



Figura 13. Lóbulo parietal.¹³

2.8.3 Lóbulos temporales.

La localización del lóbulo temporal radica en la porción del neocórtex situada aproximadamente debajo de las sienas. Cumplen varias tareas perceptuales y captan cualidades sonoras en la corteza auditiva, además la facultad de conectar estímulos auditivos con los visuales.⁷⁻⁹ **Figura 14.**



Figura 14. Lóbulo Temporal.¹⁴

2.8.4. Lóbulo occipital.

Situado en la porción del neocórtex aproximadamente debajo de la base posterior del cráneo. Los lóbulos occipitales guardan relación con la vista (procesamiento de la información que llega a la retina). Entre las manifestaciones del pensamiento radicadas en el neocórtex del hombre destacan los lenguajes simbólicos especialmente.⁷⁻⁹ **Figura 15**



Figura 15. Lóbulo Occipital.¹⁵

2.9. Áreas especializadas del cerebro.

El cerebro trabaja de manera conjunta con las estructuras ya mencionadas anteriormente para realizar una función, pero también hay regiones especializadas que se relacionan con funciones y áreas específicas del cuerpo. En este contexto se han descubierto tres áreas principales:⁷⁻⁹

- Áreas motoras.
- Áreas sensoriales.
- Áreas asociativas.

2.9.1. Área motora de la corteza.

El área motora controla gran parte de los movimientos voluntarios de zonas específicas del cuerpo. De hecho cada porción motora corresponde a un sitio determinado del cuerpo. El control de los movimientos corporales de escala relativamente amplia y que requieren de poca precisión, como el movimiento de una rodilla o el de la cadera, está centrado en un espacio pequeño del área motora. Por otra parte, los movimientos delicados y precisos, como las expresiones faciales y los movimientos de los dedos, son controlados por una porción más grande del área motora.⁷⁻⁹

2.9.2. Área sensorial de la corteza.

El área sensorial de la corteza se compone de tres regiones: una corresponde a las sensaciones corporales (como el tacto y la presión), otra relacionada con la vista y una tercera que se vincula con el sonido. Los sentidos auditivo y visual también están representados en áreas específicas de la corteza cerebral. El área auditiva localizada en el lóbulo temporal es la responsable del sentido de la audición.⁷⁻⁹

El área visual en la corteza, ubicada en el lóbulo occipital opera de modo análogo a las demás áreas sensoriales.⁷⁻⁹

2.9.3. Áreas asociativas de la corteza.

Las áreas asociativas son el sitio en donde se realizan los procesos mentales superiores como el pensamiento, el lenguaje, la memoria y el habla. Por ejemplo, algunas lesiones en estas áreas asociativas pueden producir cambios en la personalidad que afectan la capacidad para hacer juicios morales y para procesar las emociones.⁷⁻⁹

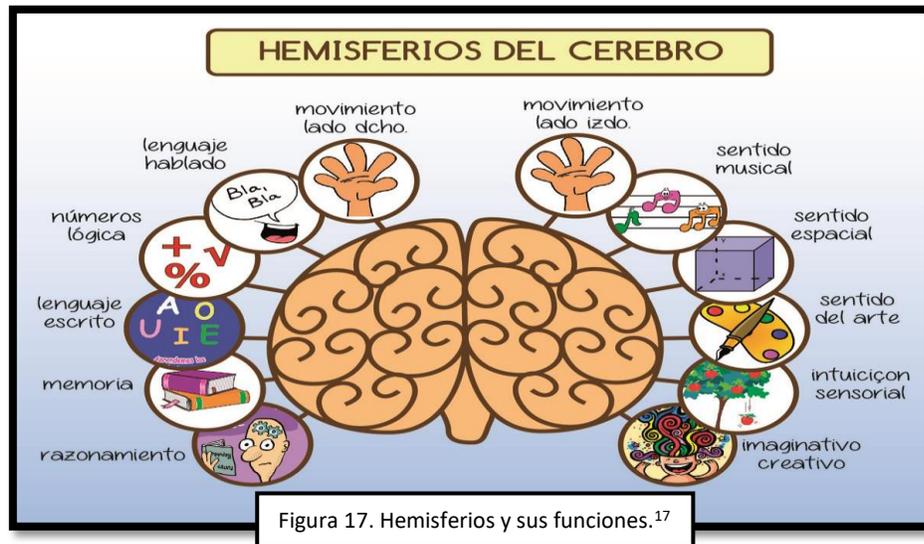
2.10. Funciones de los hemisferios.

Los hemisferios cerebrales son dos mitades simétricas, izquierda y derecha del cerebro que controlan el lado del cuerpo opuesto a su ubicación. Por lo

tanto, cualquier daño que sufra algún lado se verá reflejado en el lado contrario con dificultades funcionales.⁷⁻⁹ **Figura 16**



La similitud estructural existente entre los dos hemisferios del cerebro es evidente, sin embargo; no se refleja en todos los aspectos de su funcionamiento. Algunas actividades tienen más probabilidades de ocurrir en un hemisferio que en el otro. De tal forma, que existe una lateralización, es decir, hay un predominio de un hemisferio del cerebro en funciones específicas. En este caso el hemisferio izquierdo se concentra más en las labores que requieren de habilidades verbales, como hablar, leer, pensar y razonar. Por su parte, el hemisferio derecho posee sus propias habilidades, en especial en las áreas no verbales como la comprensión de las relaciones espaciales, el reconocimiento de patrones y dibujos, la música y la expresión de las emociones.⁷⁻⁹ **Figura 17**



2.11. Tipo de funciones cognitivas y sus características.

Para poder lograr entender el comportamiento humano partiendo de los procesos cognitivos, es fundamental conocer cuál es la estructura fisiológica y anatómica que influye en la conducta humana. Para ello, retomaremos los puntos que vimos con anterioridad para desglosar cada función cognitiva y conocer que partes del cerebro se activan cuando se realiza una función(es) cognitivas.⁷⁻⁹

2.11.1. Atención.

La atención es un proceso mental muy complejo, es la función cognitiva con la que seleccionamos entre los estímulos externos que llegan simultáneamente al cerebro (olores, sonidos, imágenes...) así como internos (pensamientos, emociones...) además son útiles y adecuados para realizar una actividad motora o mental. El sistema reticular es el encargado de procesar la información que proviene del exterior y transferirla al tálamo para que pueda llegar a zonas más elevadas del cerebro y de ahí realizar una acción o función. Estos procesos complejos, permiten realizar el resto de las funciones cognitivas adecuadamente.¹⁰ Se habla de diferentes tipos de atención de menor a mayor grado de complejidad que se encuentran en la **Tabla 1**.

Tipos de Atención.	
ATENCIÓN FOCALIZADA.	La capacidad de responder a un estímulo.
ATENCIÓN SOSTENIDA.	Mantener la atención durante un periodo de tiempo de al menos 3 min.
ATENCIÓN SELECTIVA.	Nos permite mantener la atención en una tarea inhibiendo las distracciones del entorno.
ATENCIÓN ALTERNANTE.	Es la flexibilidad mental que nos permite cambiar nuestro foco de atención de una tarea a otra de manera fluida.
ATENCIÓN DIVIDIDA.	La capacidad de responder a más de una tarea al mismo tiempo.

Tabla 1. Fuente directa.

2.11.2. Percepción y reconocimiento.

La percepción es la capacidad mental que integra y/o reconoce aquello que llega a través de nuestros sentidos (percepción visual, auditiva, olfativa, táctil y gustativa). La acción de esta función está dada por varias estructuras cerebrales que son por el neocórtex, los lóbulos temporal y occipital. Permite reconocer a todos los objetos a los que prestamos atención, por lo tanto, debe producirse un encuentro entre la información sensorial y los archivos de memoria, dando paso a la percepción o interpretación de la realidad.¹¹

La integración del reconocimiento y de la interpretación de sensaciones puede venir de diferentes estímulos.¹¹ Se clasifican en la siguiente **tabla 2**.

Reconocimientos de estímulos	
Exterocepción.	Sensaciones que provienen del ambiente externo.
Interocepción.	Sensaciones que provienen del ambiente interno.
Propiocepción.	Sensaciones del propio cuerpo.

Tabla 2. Fuente directa.

2.11.3. Orientación.

La visualización y la orientación son un conjunto de habilidades para poder identificar objetos, personas en tiempo y espacio real, dicho de otra forma, tus experiencias y recuerdos hacen posible que tengas conciencia sobre tu propia persona y de tu situación en el espacio y tiempo. El hemisferio derecho está considerado, como el receptor e identificador de la orientación espacial, el responsable de nuestra percepción del mundo en términos de color, forma y lugar. Sin embargo la orientación no es un simple recuerdo, sino la conjunción de múltiples recuerdos y conocimientos adquiridos.^{12,13}

2.11.4. Memoria.

La memoria es un pensamiento, que estimula a muchas zonas del sistema nervioso, al mismo tiempo y en secuencia definida; con compromiso de la corteza cerebral, el tálamo, el sistema límbico, la formación reticular y el hemisferio derecho.^{2,14}

Permite la codificación, el almacenamiento y recuperación de la información; para que se realicen todas estas tareas.^{2,14}

La memoria se clasifica en tres criterios de acuerdo a su duración:

- Memoria sensorial.
- Memoria a corto plazo.
- Memoria a largo plazo.¹⁴

Memoria sensorial.

Todo lo que percibimos alrededor de nuestro entorno es captado, procesado por la memoria sensorial, a través de nuestros sentidos, ojos, oídos, nariz, manos, en una fracción de segundos **figura 18**. Lo que adquirimos por el sentido de la vista se le conoce como *memoria icónica* y la memoria ecoica es la que proviene de todo lo que escuchamos.^{2,14}

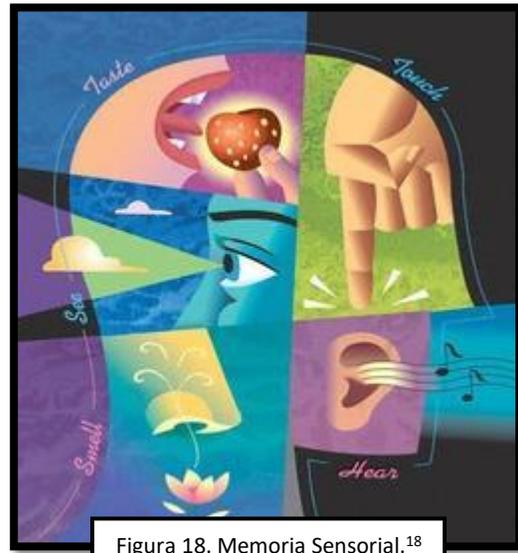


Figura 18. Memoria Sensorial.¹⁸

Este tipo de memoria no requiere atención consciente, es involuntaria. Se caracteriza por desvanecerse de forma muy rápida, aproximadamente tras 200-500 milisegundos después de percibir un elemento. Solo la memoria ecoica puede durar un poco más, máximo de 3 a 4 segundos.^{2,14}

Memoria a corto plazo.

Se podría distinguir que es nuestra memoria de trabajo la que utilizamos al momento de realizar cualquier actividad consciente; pero ante cualquier distracción del entorno se puede olvidar la tarea anterior que se estaba realizando. Su capacidad es limitada y va de unos cuantos segundos a un minuto. Si la información adquirida no es repasada constantemente o asociada con algún recuerdo esta información se perderá y no pasará a la memoria a largo plazo.^{2,10,14}

Memoria a largo plazo.

Son todos los recuerdos de actividades que se realizaron con anterioridad, estos llegan a permanecer para el resto de nuestras vidas. La memoria a largo plazo se puede desglosar de la siguiente forma:^{10,14}

Memoria declarativa (explícita): Hace referencia a los recuerdos que se pueden evocar de forma consciente:^{10,14}

- Episódica: es la memoria autobiográfica, la que nos permite recordar cosas de nuestro pasado. Por ejemplo, ¿Cuándo acabé de estudiar? ¿Cuándo me casé?
- Semántica: Esta memoria hace referencia a lo que hemos aprendido y nuestro conocimiento general del mundo ¿Qué es una raíz cuadrada?

En este tipo de memoria están implicadas estructuras del lóbulo temporal medial y el diencéfalo.^{10,14}

Memoria No declarativa o implícita: Son los recuerdos inconscientes, y también algunas habilidades o destrezas, como por ejemplo, montar en bici o patinar. Intervienen estructuras del neocórtex, estriado, amígdala (cuando intervienen emociones), cerebelo y las vías reflejas.^{10,14}

Las zonas de almacenamiento de información residen en los lóbulos temporales, pero que los componentes más estratégicos están más relacionados con los lóbulos frontales. A continuación en la **figura 19** se muestra un mapa donde se explica cómo interactúan las memorias para poder almacenar la información a largo plazo.^{10, 14}

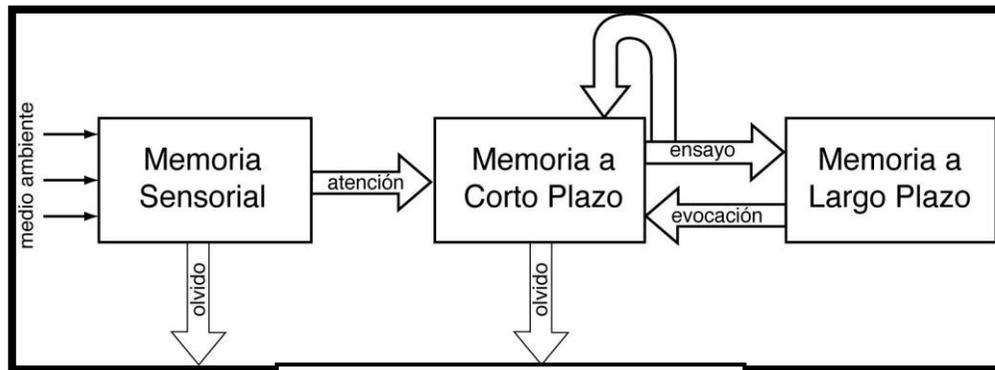


Figura 19. Interacción de las memorias.¹⁹

2.11.5. Aprendizaje.

Se define como todas aquellas transformaciones estables en el comportamiento que son inducidas por distintas experiencias (estudio, observación, práctica, imitación, etc.), que dan lugar a la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades. El aprendizaje se convierte en un mecanismo muy útil para la adaptación e incluso la supervivencia, dado que gran parte de nuestro comportamiento es aprendido. Todo lo aprendido se va a codificar en los lóbulos frontales, lóbulos temporal, en el hipocampo y en el hemisferio izquierdo del cerebro.¹⁵

Para el autor David Ausubel (**figura 20**) se puede explicar aprendizaje significativo, el proceso a través del cual una nueva información (un nuevo conocimiento) se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva.^{15,16}

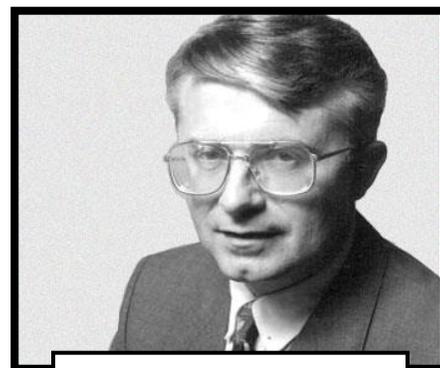


Figura 20. David Ausubel 1918-2008.²⁰

Manera no arbitraria: se refiere que el material potencialmente significativo se relaciona de manera no-arbitraria con el

conocimiento ya existente; esto quiere decir que la relación no es cualquier aspecto de la estructura cognitiva sino con conocimientos relevantes. Nuevas ideas, conceptos, proposiciones, pueden aprenderse significativamente (retenerse) en la medida en que otras ideas, conceptos, proposiciones son relevantes y disponibles en la estructura cognitiva del sujeto para aplicarlo después en otra tarea.^{15,16}

Sustantividad: significa que lo que se incorpora a la estructura cognitiva es la sustancia del nuevo conocimiento, de las nuevas ideas, no las palabras precisas usadas para expresarlas.^{15,16}

La esencia del proceso del aprendizaje significativo está en relación con el no arbitraria y sustancia de ideas simbólicamente expresadas con algún aspecto relevante de la estructura de conocimiento del sujeto. En esta interacción el conocimiento previo se modifica por la adquisición de nuevos significados día a día.^{15,16}

2.11.6. Funciones ejecutivas.

Las funciones ejecutivas se encuentran principalmente en la corteza prefrontal, participan en el control, la regulación y la planeación eficiente de la conducta humana, permiten que los individuos se involucren exitosamente en conductas independientes, productivas útiles para sí mismos.¹⁷⁻¹⁹

Estos procesos van a facilitar la adaptación del individuo a situaciones nuevas, operan por medio de la modulación o el control de habilidades cognitivas más básicas; estas habilidades son procesos aprendidos repetitivamente por medio de la práctica e incluyen habilidades motoras y cognitivas, como la lectura, la memoria y el lenguaje. Es un sistema optimizado en situaciones que requieren la operación de diversos procesos cognitivos en los cuales se tiene que realizar nuevas tareas más complejas.¹⁷⁻¹⁹

Aunque son procesos independientes, las funciones ejecutivas se coordinan e interactúan para la ejecución de una tarea específica y hacen referencia a un amplio conjunto de capacidades adaptativas, que nos permiten analizar lo que queremos, como podemos conseguirlo y cuál es el plan de actuación más adecuado para el individuo.¹⁷⁻¹⁹

Se han identificado y estudiado un número importante de estas funciones, entre las que destacan:¹⁷⁻¹⁹

- La planeación.
- El control conductual.
- La flexibilidad mental.
- La memoria de trabajo.
- La fluidez.¹⁷⁻¹⁹

La planeación es la habilidad para identificar y organizar una secuencia de eventos con el fin de llegar a una meta específica.¹⁷⁻¹⁹

El control conductual es la capacidad de control sobre los demás procesos neuronales que se llevan a cabo dentro y fuera.¹⁷⁻¹⁹

La flexibilidad mental se refiere a la acción para cambiar rápidamente una respuesta a otra empleando estrategias alternativas. Implica un análisis de las consecuencias de la propia conducta y un aprendizaje de sus errores del individuo.¹⁷⁻¹⁹

La memoria de trabajo sirve para mantener la información de forma activa, por un breve periodo de tiempo, sin que el estímulo este presente, para realizar una acción o resolver problemas utilizando información activamente.¹⁷⁻¹⁹

La fluidez se trata de una prueba en el que el individuo genere en un tiempo determinado un número de palabras sin equivocarse para evaluarlo y saber si puede procesar lo que piensa con lo que dice.¹⁷⁻¹⁹

2.11.7. Lenguaje.

Es una función superior que desarrolla los procesos de simbolización relativos a la codificación y decodificación. El lenguaje no solo sirve para comunicarnos con los demás sino que también estructura nuestro pensamiento interno. En el acto de hablar intervienen diferentes áreas cerebrales (corticales y subcorticales) que actúan de modo integrado mediante diversos sistemas funcionales que involucran principalmente al hemisferio izquierdo del cerebro.^{20,21}

En la **tabla 3** se mencionan las Áreas de expresión del lenguaje: incluye áreas del córtex cerebral.

Áreas de expresión del lenguaje.

Área pre-frontal.	Involucrado en los procesos motivacionales del lenguaje. Es donde se inicia la comunicación, tanto verbal como escrita.
Área de broca.	Situada en el lóbulo frontal izquierdo, está relacionada con la producción del habla y el procesamiento del lenguaje hablado
Corteza motora primaria.	Inicia los movimientos bucafonatorios para pronunciar las palabras y los movimientos que guían la escritura.

Tabla 3. Fuente directa.

Área de recepción del lenguaje se asocian las siguientes estructuras:

- ❖ Lóbulo occipital: permite la identificación de las imágenes lingüísticas.
- ❖ Lóbulo parietal: encargado de integrar los estímulos visuales y auditivos.
- ❖ Lóbulo temporal izquierdo: realiza los procesos de síntesis de los sonidos del habla y de la comprensión
- ❖ El área de Heschl y el área de Wernicke: relacionada con la comprensión del lenguaje. (dota de significado a esos sonidos percibidos).²⁰⁻²¹

Para un correcto funcionamiento del lenguaje se necesita de una interconexión de estas áreas con otras estructuras subcorticales como el fascículo arqueado (que conecta el área de Broca con la Wernicke), el tálamo es importante para la regulación del lenguaje ya que conecta áreas comprensivas con expresivas, núcleo pulvinar y geniculados, ganglios basales y cerebelo que intervienen en la fluidez del lenguaje, el ritmo y el tono del habla.^{20,21}

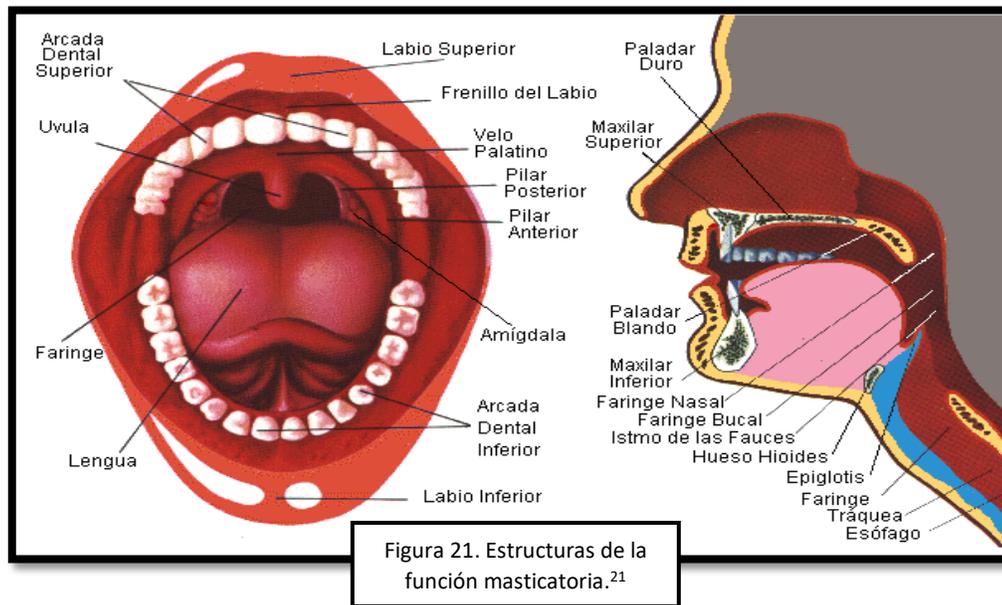
2.11.8. Cálculo.

La función del cálculo es una tarea compleja requiere integración de varias funciones cognitivas como son: el lenguaje, habilidades visioespaciales, memoria, procesamiento gráfico y verbal de la información, función ejecutiva así como ortografía y simbolismo numérico.²²

Existe una extensa red neuronal relacionada con las capacidades aritméticas, implicando tanto a áreas corticales y subcorticales: frontal, parietal, temporal y ganglios basales; con una relevancia fundamental del lóbulo parietal posterior del hemisferio dominante.²²

CAPITULO 3. GENERALIDADES DE LA MASTICACIÓN.

La masticación es una conducta motora aprendida, adaptada, rítmica e intermitente, considerada como la primera etapa de la digestión, previa a la deglución. En la masticación se integran una gran cantidad de estímulos nerviosos con el fin de controlar la actividad neuromuscular altamente compleja y coordinada por parte de los 4 músculos masticatorios principales: masetero, temporal, pterigoideos externo e internos; también se involucran casi todos los músculos de la cara y cuello en roles sinergistas o antagonistas; además de los dientes mejillas y lengua. Una vez que el bolo se ha introducido en la boca, la masticación es subconsciente, automática y prácticamente involuntaria aunque en el momento que el sujeto lo decida, puede ser llevada rápidamente al plano consciente y de control voluntario.²³



3.1. Componentes de la masticación.

Se encuentran diversas estructuras que participan en el acto masticatorio para poder entender desglosaremos cada una de ellas y qué importancia tienen en la función masticatoria Entre ellas se encuentran:²³ **Figura 21**

- Huesos (maxilar y mandíbula).
- Articulación Temporomandibular.
- Músculos de la masticación.
- Músculos del cuello.
- Estructuras orales: dientes mejillas, lengua.²³

3.2. Hueso maxilar.

Es un hueso par y ambos huesos son los que forman la maxila **figura 22**. Participan en la formación de las órbitas, las cavidades nasales y el techo de la cavidad oral, es decir el paladar duro. Está situado en la parte anterior e inferior del cráneo formando gran parte de la cara. Es un hueso neumático debido a la gran cavidad que posee, el seno maxilar. Consta de un cuerpo y contiene cuatro apófisis.²⁴⁻²⁶ **Figura 23.**

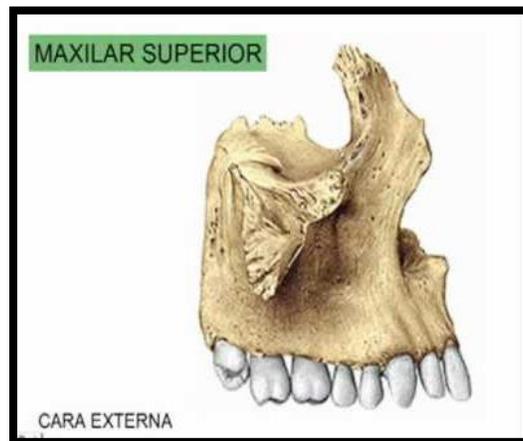


Figura 22. Hueso maxilar.²²

Apófisis ascendente o frontonasal.

Conecta con el hueso frontal. La cara externa está dividida por una cresta vertical (cresta lagrimal) en dos partes y la cara interna forma la pared externa de las fosas nasales.²⁴⁻²⁶

Apófisis cigomática.

Se fusiona con el hueso cigomático o malar. Presenta forma de una apófisis piramidal triangular truncada, con tres caras, tres bordes, una base y un vértice.²⁴⁻²⁶

Apófisis alveolar.

Situada en la parte inferior del maxilar. Su borde inferior es cóncavo hacia dentro y hacia atrás, y forma con el del lado opuesto un arco de concavidad posterior. Contiene ocho alvéolos dentarios donde se implantan las raíces de los dientes.²⁴⁻²⁶

Apófisis palatina.

Es una lámina ósea triangular, aplanada de arriba a abajo y situada hacia adentro y hacia la línea media. Contribuye a formar el tabique que separa las dos fosas nasales de la cavidad bucal. Las dos apófisis se unen en el centro por la sutura palatina media.²⁴⁻²⁶

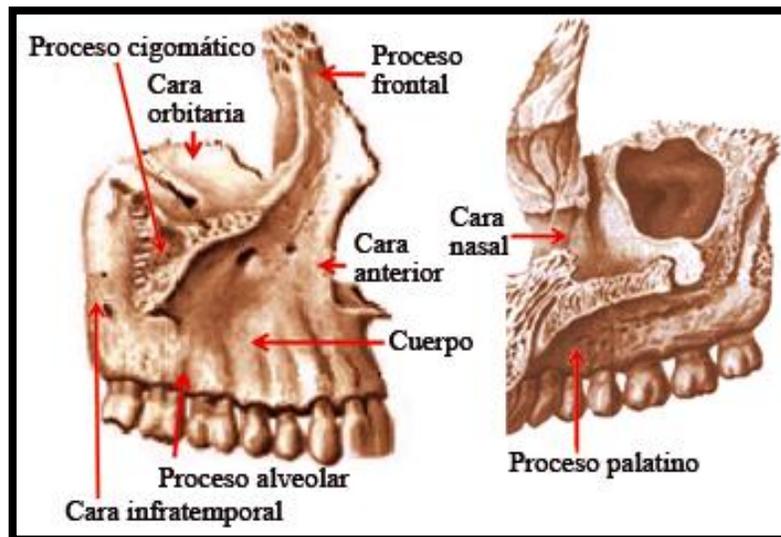


Figura 23. Procesos del maxilar.²³

3.2.1. Hueso mandibular.

Es un hueso fuerte e impar que por sí solo constituye la mandíbula inferior. Su nombre viene de “*mandera*” que significa masticar. Es simétrico y consta de un cuerpo en forma de herradura, está unido a la base del cráneo por dos procesos llamados ramas que se originan en los extremos del cuerpo y se dirigen hacia arriba donde forman una doble articulación con el cráneo, que permite realizar los movimientos necesarios para la masticación (apertura, cierre, protrusión, retrusión y lateralización).²⁷ **Figura 24**

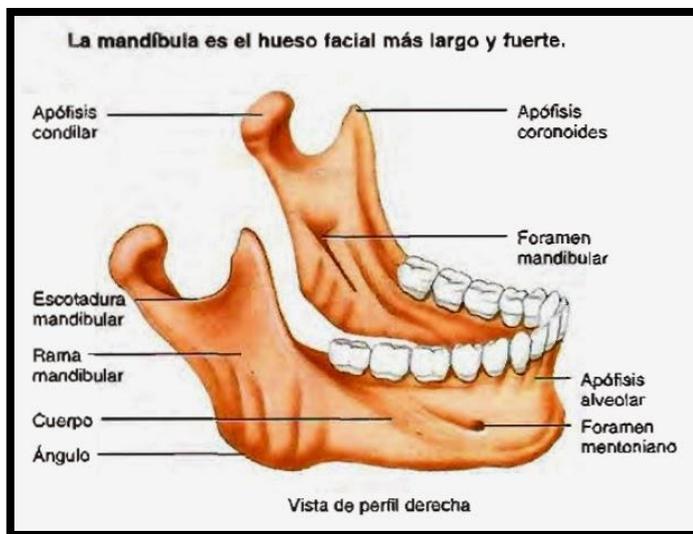


Figura 24. Mandíbula.²⁴

El cuerpo de la mandíbula está conformado por: dos caras, anterior y posterior, y dos bordes, superior e inferior.²⁷

Cara anterior.

En la línea media encontramos la protuberancia mentoniana (relieve de la barbilla) y lateralmente a nivel de las raíces de los premolares, está el agujero mentoniano.²⁷

Cara posterior.

En la zona de los incisivos centrales, por encima del reborde inferior, encontramos las espinas mentonianas, donde se insertan los músculos genioglosos por encima y el genihiodeo por debajo. También encontramos las fosas digástricas, donde inserta el vientre anterior del músculo digástrico. En la mitad posterior se encuentra la línea milohioidea donde se inserta el músculo milohiodieo. Por encima de esta línea se encuentra la fosa sublingual (con la glándula sublingual) y por debajo la fosa submandibular (con la glándula submaxilar).²⁷

Borde superior.

Contiene los alvéolos dentados que contienen las raíces de los dientes inferiores.²⁷

Borde inferior.

Forma roma, robusta y palpable por fuera de la piel.²⁷

Ramas ascendentes

Están dispuestas verticalmente, de aspecto rectangular y son más altas que anchas. Tienen dos caras y cuatro bordes.²⁷ **Figura 25**

Cara medial.

Presenta el agujero mandibular que da entrada al conducto dentario inferior, por el que pasa el nervio dentario inferior y la arteria dentaria inferior.²⁴⁻²⁶

Cara lateral.

Se encuentra la tuberosidad masetérica. (Inserción del masetero).²⁷

Borde anterior.

Se ensancha hacia abajo formando dos labios que determinan el surco coroideo.²⁷

Borde posterior.

Relacionado con la glándula parótida.²⁷

Borde inferior.

Continuación hacia atrás del borde correspondiente al cuerpo mandibular.²⁷

Borde superior.

Presenta una apófisis articular (cóndilo) y una muscular (apófisis coronoides) donde se inserta el tendón del músculo temporal.²⁷

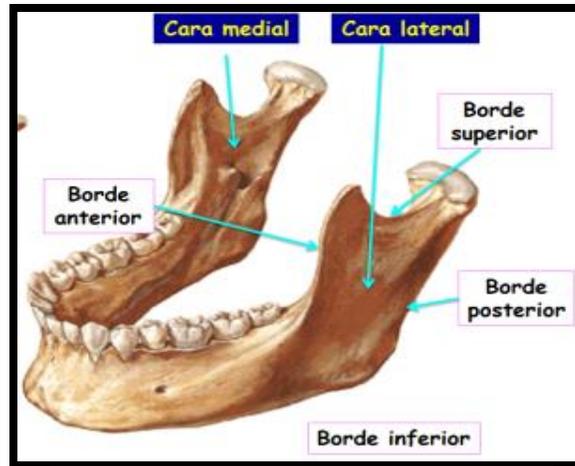


Figura 25. Partes de la rama de la mandibula.²⁵

3.3. Articulación Temporomandibular.

La ATM es una diartrosis cuya función principal es orientar y limitar los movimientos del maxilar inferior. Esta articulación interviene en diversas

acciones faciales además de la masticación, como la fonación, comunicación, deglución.²⁸

Está formada por estas estructuras.²⁸ **Figura 26**

- Superficies articulares: cóndilo mandibular y cóndilo y cavidad glenoidea del temporal.
- Menisco articular
- Membrana sinovial
- Sistema ligamentoso: cápsula articular, ligamento lateral externo, ligamento lateral interno y ligamento posterior.
- Ligamentos accesorios: ligamento esfenomaxilar, ligamento estilomaxilar y ligamento pterigomaxilar.
- Líquido sinovial.²⁸

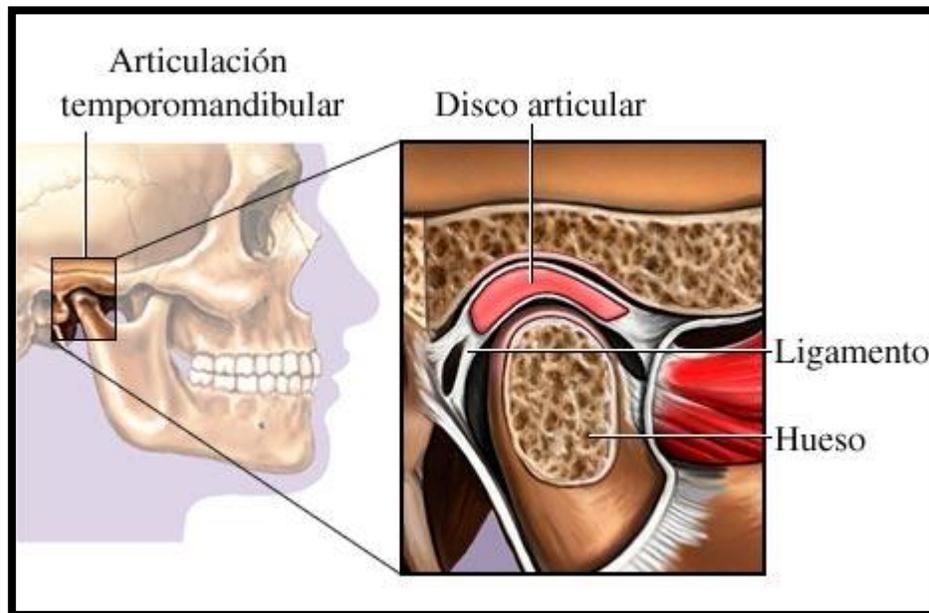


Figura 26. Articulación Temporomandibular.²⁶

En la funcionalidad de los movimientos que realiza la ATM interactúan los músculos de la masticación tales como el masetero, temporal, pterigoideo interno y pterigoideo externo, dándonos así los movimientos principales de la ATM, que son:²⁸

- Movimiento de apertura
- Movimiento de cierre
- Protrusión
- Retrusión
- Movimientos de lateralidad
- Movimiento de circunducción donde intervienen todos los movimientos anteriormente mencionados.²⁸

3.4. Músculos de la masticación.

Se definen como 4 músculos que integran este grupo, los que proporcionan la unión entre el cráneo y la mandíbula para cumplir ciertas funciones motoras, los cuales son: ²⁵

- Músculo temporal.
- Músculo masetero.
- Músculo pterigoideo medial.
- Músculo pterigoideo lateral.²⁵

3.4.1. Músculo temporal. Es un músculo en forma de abanico que ocupa la fosa temporal. Se origina en la línea temporal inferior, fosa temporal y superficie profunda de la fascia temporal.²⁵ **Figura 27**

Las fibras musculares convergen formando la parte estrecha del abanico y



Figura 27. Músculo temporal.²⁷

pasan medial al arco cigomático para insertarse en la parte medial, borde anterior y posterior del proceso coronoideo.²⁵ En la **tabla 4** se encuentra la vascularización inervación así como su función.

Tabla 4 Generalidades del músculo temporal.

Vascularización.	Arterias temporales profundas rama del maxilar y temporal superficial. Ramas de la carótida externa.
Inervación.	Nervios temporales profundos rama del nervio mandibular del trigémino.
Acción.	Levanta y aproxima la mandíbula y los fascículos posteriores hacen retroproyección de la mandíbula cuando esta se encuentra en anteroproyección.

Fuente directa.

3.4.2. Músculo masetero.

Es un potente músculo de forma cuadrangular adosado a la rama de la mandíbula. Se origina arriba en el borde inferior del arco cigomático y hueso cigomático. Consta de dos porciones una superficial y otra profunda; la primera tiene su origen en el hueso cigomático y partes anterior y medial del arco cigomático. La porción profunda se origina en la parte media y posterior del arco cigomático.²⁵ **Figura 28**

Los fascículos de la porción superficial tienen una dirección oblicua de arriba hacia abajo y de adelante hacia atrás y los fascículos de la porción profunda son casi verticales; ambas porciones se unen y se insertan en la tuberosidad

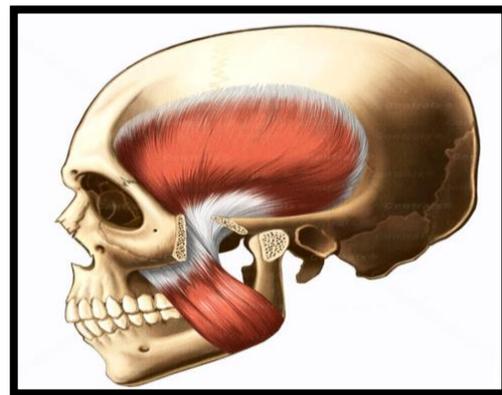


Figura 28. Músculo masetero.²⁸

maseterina del aspecto lateral de la mandíbula.²⁵ En la **tabla 5** se encuentra la vascularización inervación así como su función.

Tabla 5 Generalidades del músculo masetero.

Vascularización.	Arteria maseterina de la rama maxilar y temporal superficial Rama terminal de la carótida externa.
Inervación.	Nervio maseterico de la rama mandibular del trigémino.
Acción.	Eleva la mandíbula, la porción superficial proyecta la mandíbula hacia adelante.

Fuente directa.

3.4.3. Músculo pterigoideo medial.

Se origina en la fosa pterigoidea, en la pared de la misma y desde este sitio se dirige a la cara medial del ángulo de la mandíbula o gonion donde se inserta en las rugosidades que constituyen la tuberosidad pterigoidea

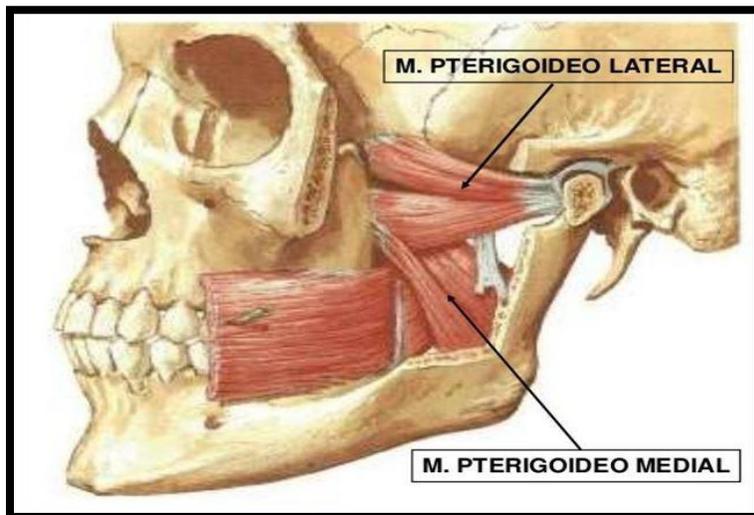


Figura 29. Musculo pterigoideo medial.²⁹

figura 29. El aspecto lateral de este músculo está en relación con el pterigoideo lateral separados por la fascia interpterygoidea y en este sitio pasa el nervio lingual y los vasos nerviosos alveolares inferiores.²⁵ En la **tabla 6** se encuentra la vascularización inervación así como su función.

Tabla 6. Generalidades del músculo pterigoideo medial.

Vascularización.	Arteriales alveolares y bucal de la rama maxilar Rama terminal de la carótida externa y la facial.
Inervación	Nervio pterigoideo medial rama mandibular del trigémino.
Acción.	Desplaza la mandíbula hacia el lado opuesto. Al contraerse ambos lados llevan hacia adelante la mandíbula y la levantan.

Fuente directa.

3.4.4. Músculo pterigoideo lateral.

Presenta dos partes o cabezas: la superior y la inferior.²⁵ **Figura 30**

Cabeza superior.

Se origina en la cara infratemporal de la ala mayor del esfenoides y en la cresta infratemporal del mismo hueso, desde ahí se dirige a la cápsula articular y el disco intraarticular de la articulación Temporomandibular.²⁵

Cabeza inferior.

Se origina en el aspecto lateral de la lámina lateral del proceso pterigoideo y desde este sitio se dirige a la fosa pterigoidea del proceso condilar de la mandíbula donde se inserta. Entre las dos cabezas hay una fisura que da paso al nervio bucal.²⁵ En la **tabla 7** se encuentra la vascularización inervación así como su función.

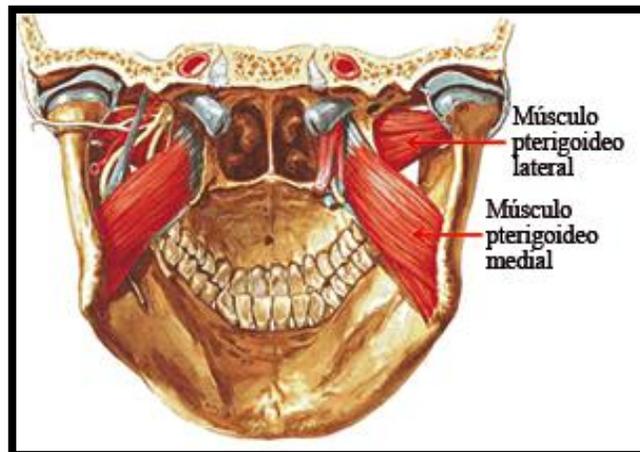


Figura 30. Músculo pterigoideo lateral.³⁰

Tabla 7. Generalidades del músculo pterigoideo lateral.

Vascularización	Arteria maxilar de la carótida externa.
Inervación.	Nervio del pterigoideo lateral rama mandibular del trigémino.
Acción.	Desplaza la mandíbula del lado opuesto. La contracción alterna de los pterigoideos laterales de ambos lados produce los movimientos de diducción. La contracción simultánea mueve la mandíbula hacia adelante.

Fuente directa.

3.5. Músculos del cuello.

El cuello es un subsegmento que une la cabeza al tronco, su esqueleto lo constituye la columna cervical. Superficialmente consta de las siguientes regiones:²⁵ **Figura 31**

- ❖ Anterior del cuello.
- ❖ Esternocleidomastoidea.
- ❖ Lateral del cuello.
- ❖ Posterior del cuello o nuca.²⁵

En este apartado solo se mencionaran los músculos que se relacionan con los movimientos de la mandíbula, que influyen para que se lleve a cabo el acto masticatorio.²⁵

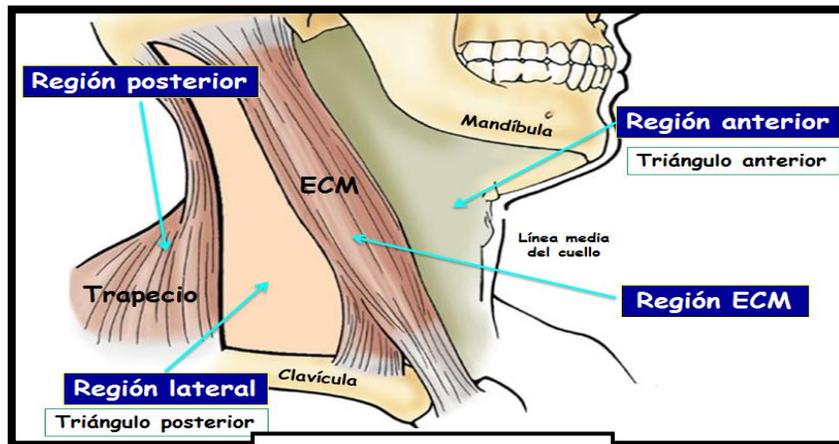


Figura 31. Regiones del cuello.³¹

3.5.1. Músculo Platisma.

Es un músculo delgado y aplanado, cubierto por el tegumento común o piel del cuello. Se fija por arriba en la línea oblicua de la mandíbula y la comisura labial; los fascículos mediales se cruzan con los del lado opuesto; también se fija en el borde inferior de la mandíbula y algunos fascículos llegan a las fascias masetérica y pterigoidea. Desde este sitio el músculo desciende y se extiende por abajo en el tórax a nivel de la segunda costilla. Los fascículos tienen una dirección oblicua cefalocaudal y mediolateral.²⁵ **Figura 32.** En la **tabla 8** se encuentra la vascularización inervación así como su función.

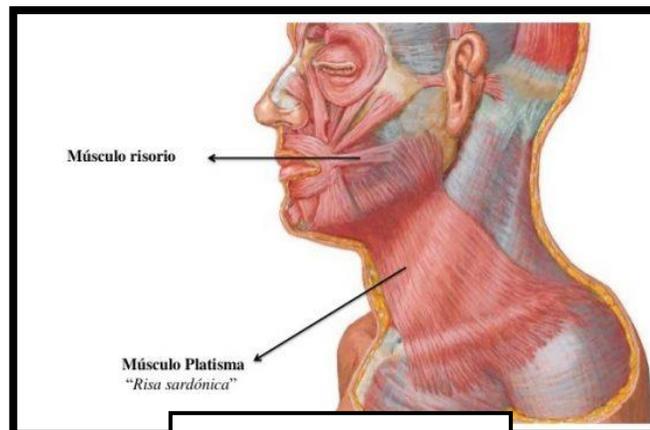


Figura 32. Músculo platisma.³²

Tabla 8. Generalidades del músculo platisma.

Vascularización.	Arteria cervical superficial, rama de la transversa cervical de la subclavia y facial de la carótida externa.
Inervación.	Rama cervical del nervio facial.
Acción.	Tensa la piel del cuello, abate la piel de la barba y el labio inferior, abate la mandíbula y el ángulo de la boca lo dirige hacia abajo y hacia los lados.

Fuente directa.

3.5.2. Músculo Digástrico.

Como lo indica su nombre presenta dos vientres, anterior y posterior unidos por un tendón intermedio.²⁵

El vientre posterior se origina en la incisura mastoidea del hueso temporal y se dirige hacia abajo y hacia adelante. El vientre anterior se inserta

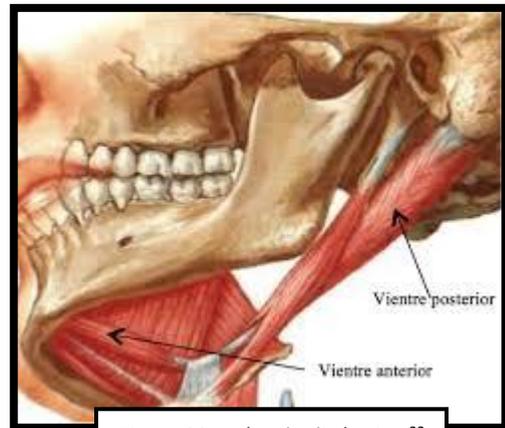


Figura 33. Músculo digástrico.³³

en la fosa digástrica de la mandíbula, se dirige hacia atrás partir del tendón intermedio que pasa por un ojal que hace el estilohioideo al fijarse en el hueso hioideo. Entre el digástrico y la base de la mandíbula se forma el triángulo submandibular, en el que se localiza la fosa mandibular que aloja a la glándula salival mayor llamada submandibular.²⁵ **Figura 33.** En la **tabla 9** se encuentra la vascularización inervación así como su función.

Tabla 9. Generalidades del músculo digástrico.

Vascularización.	El vientre anterior la recibe de la arteria submentoniana de la facial, vientre posterior de la arteria occipital y de la auricular posterior de la carótida externa.
Inervación.	Al vientre anterior lo inerva el nervio mandibular del trigémino y al vientre posterior el facial.
Acción.	Eleva el hueso hioideo y participa en el descenso de la mandíbula.

3.5.3. Músculo Milohioideo.

Es musculo plano que separa el piso de la cavidad oral del cuello. Se origina en la línea milohioidea situada en el aspecto dorsal del cuerpo de la mandíbula y en su parte medial se fija al rafé milohioideo que se forma al unirse los músculos

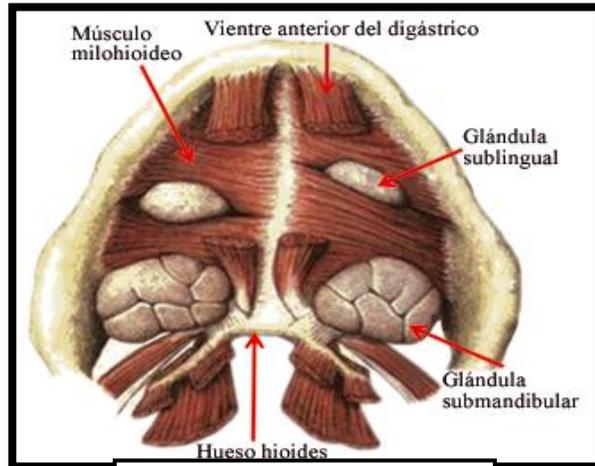


Figura 34. Músculo Milohioideo.³⁴

de ambos lados Los fascículos posteriores se insertan en la cara anterior del cuerpo del hueso hioideo. Forma una especie de diafragma entre el piso de boca y el cuello. Se relaciona por arriba con los músculos geniohioideos e hioyosos y con el nervio lingual de la rama mandibular y el nervio hipogloso. Por abajo se relaciona con la glándula submandibular, su conducto y el musculo digástrico.²⁵ **Figura 34.** En la **tabla 10** se encuentra la vascularización inervación así como su función.

Tabla 10. Generalidades del músculo milohioideo.

Vascularización.	Arteria sublingual rama de la lingual y submentoniana rama de la facial.
Inervación.	Nervio milohioideo de la rama mandibular del trigémino.
Acción.	Fijo de la mandíbula tiro del hueso hioides hacia arriba y hacia adelante; con el musculo fijo en el hueso hioideo participa en el descenso de la mandíbula, contribuye a la deglución y hace prominente el piso de la boca.

Fuente directa.

3.5.4. Músculo Geniohioideo.

Se localiza arriba del milohioideo en la espina mentoniana inferior de la mandíbula y se dirige hacia atrás y abajo para insertarse en la cara anterior del cuerpo del hueso hioideo.²⁵ **Figura 35.** En la **tabla 11** se encuentra la vascularización inervación así como su función.

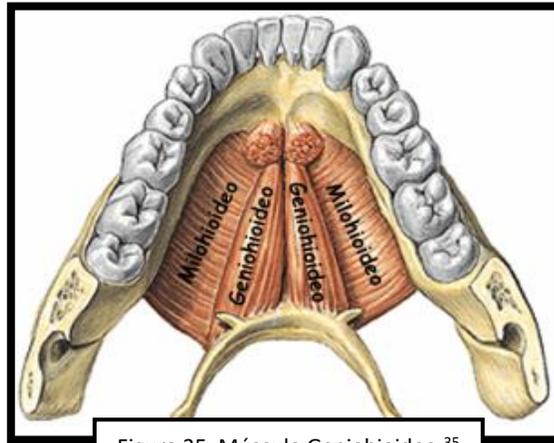


Figura 35. Músculo Geniohioideo.³⁵

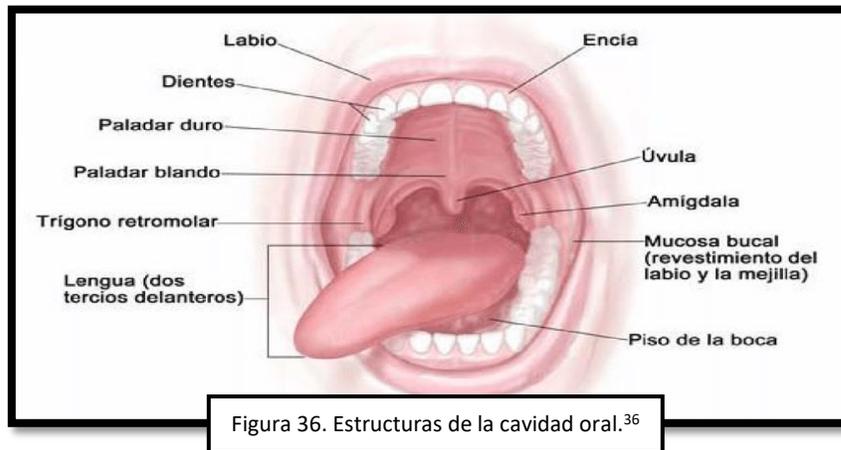
Tabla 11. Generalidades del músculo geniohioideo.

Vascularización.	Arteria sublingual de la rama lingual Rama submentoniana de la facial.
Inervación.	Asa cervical.
Acción.	Tira el hueso hioideo hacia adelante y hacia arriba y si el punto fijo está en el hueso hioideo desciende la mandíbula.

Fuente directa.

3.6. Estructuras bucales.

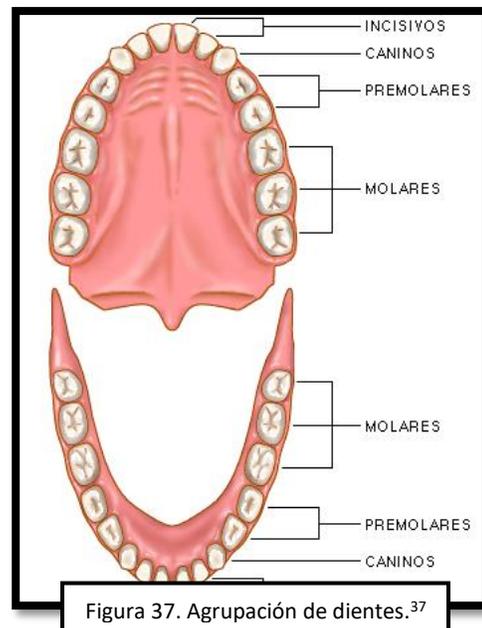
Durante la masticación, la cavidad oral y sus estructuras juegan un rol importante para la función masticatoria y la deglución: los dientes, los labios, las mejillas, la lengua y el paladar duro (este último de forma pasiva) trabajan de forma coordinada.²⁵ **Figura 36**



3.6.1. Dientes.

Los dientes están constituidos de tejidos duros y suaves que ejercen funciones diversas, dependiendo de su posición y características anatómicas. Según algunas clasificaciones los podemos dividir en cuatro grupos asignados por sus respectivas funciones:²⁹

- Incisivos: cortan los alimentos
- Caninos: perforan y rasgan los alimentos
- Premolares: inician el proceso de trituración
- Molares: trituran y mastican los alimentos y se adaptan a las funciones de los grupos anteriormente citados **Figura 37**



3.6.2. Labios.

Los labios que sobre todo en la ingestión de líquidos, presentan una acción particular, debido a su adaptación sobre los bordes, funcionando como un esfínter de acción voluntaria, evitando que los alimentos, durante el acto masticatorio, sean expulsados de la cavidad bucal.²⁵ **Figura 38**



Figura 38. Labios.³⁸

3.6.3. Mejillas.

Las mejillas, que en acción conjunta con la lengua reconducen continuamente los trozos más grandes bajo los molares durante los movimientos de abertura y cierre de la boca recogiendo al mismo tiempo la saliva que humedece el alimento triturado hasta formar una pequeña masa pastosa denominada bolo alimenticio a través de las contracciones de músculos específicos, principalmente el buccinador.³⁰ **figura 39**

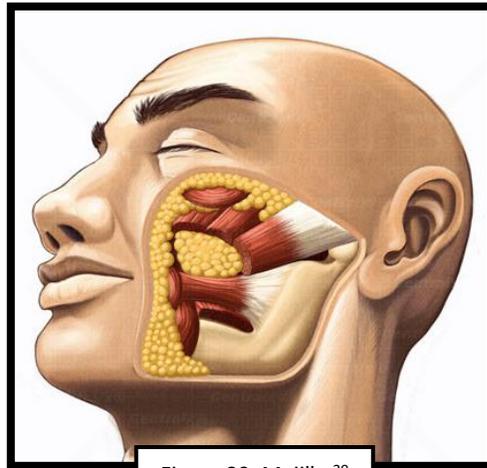


Figura 39. Mejilla.³⁹

3.6.4. Lengua.

La lengua, un órgano extremadamente móvil cuya función propioceptiva permite reconocer alimentos duros, de sabor desagradable o lesivo a las estructuras del tubo digestivo. Durante la acción molar de la masticación, la lengua tiene la capacidad de recolocar las partículas que necesitan mejor trituración en la cara oclusal de los dientes. Además de eso, en la primera etapa de la deglución, la lengua se adosa por la superficie antero-superior en el paladar y toma una forma arqueada, que sirve de canal para que los alimentos sean llevados a la faringe.³¹ **Figura 40**

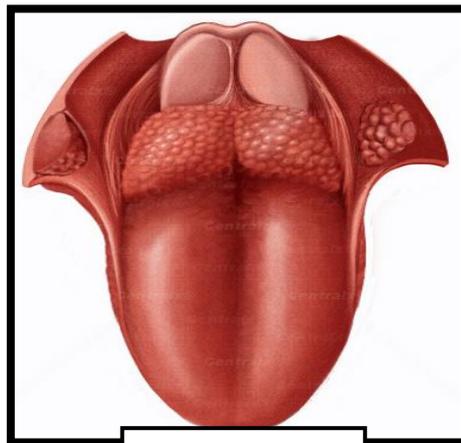


Figura 40. Lengua.⁴⁰

3.6.5. Paladar duro.

El paladar duro, contra el cual ciertos alimentos son presionados por la acción de la lengua. Es el contacto directo entre lengua y paladar duro permite captar la textura del bolo alimenticio, ayudando a su formación en el paladar.³⁰ **Figura 41**

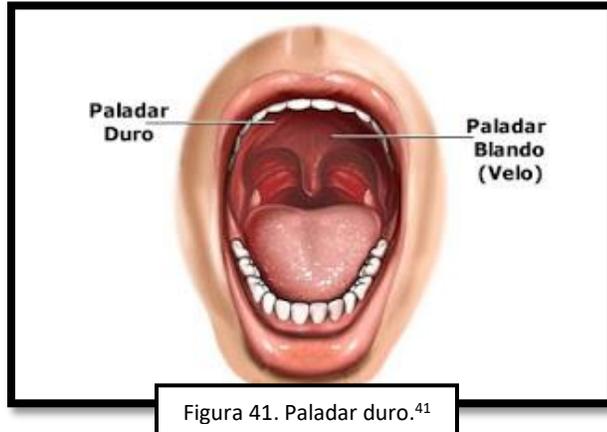


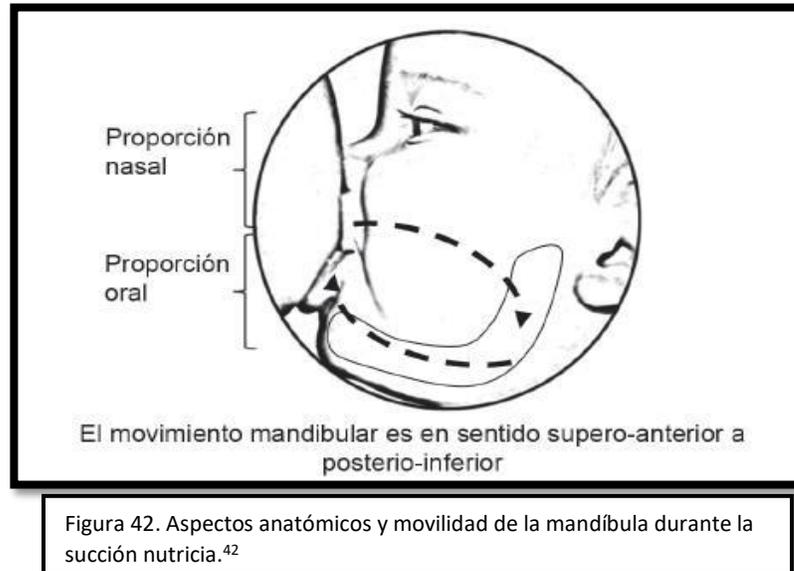
Figura 41. Paladar duro.⁴¹

3.7. Lactancia y la estimulación de las estructuras de la masticación.

La masticación no es una función innata sino adquirida. En el recién nacido, todos los movimientos involucrados son reflejos, simples y asociados directamente con la deglución. La duración de la lactancia debe durar solo el primer año de vida del recién nacido y cuando la erupción de los dientes temporales haya sido completada, tengan contactos oclusales.³²

El proceso mediante el cual el lactante obtiene su alimento, ya sea leche materna o sucedáneos lácteos, es denominado succión nutritiva (SN).³² La relación nariz-boca es de una cuarta parte con respecto al resto de la cara e, incluso, la mandíbula es proporcionalmente más corta que en las etapas infantil y adulta. Ambas condiciones favorecen el proceso de la succión nutritiva al prevenir eventos de paso de alimento a las vías aéreas. En cuanto a la nariz, aunque es más pequeña, la situación de las narinas más horizontales les permite una respiración más lineal a la situación de la boca, hecho fundamental para mantener una respiración constante mientras se alimenta. Aun cuando la mandíbula del neonato es más pequeña, tiene una mayor movilidad en sentido antero-posterior y de elevación, lo cual facilita la

realización de movimientos ondulados en lugar de ser exclusivamente verticales.³²



El proceso de la SN está integrado por tres fases o componentes íntimamente relacionados entre sí: la expresión/ succión (E/S), la deglución (D) y la respiración (R). Durante la E/S el lactante genera una presión de extracción de un fluido contenido en un reservorio externo hacia su cavidad oral. Una vez formado el bolo, el líquido es dirigido hacia la vía digestiva (fase de la deglución) sin pasar por las vías respiratorias. Las fases de E/S y de D deben coordinarse con la respiración.³² **Figura 42**

La eficacia de la succión depende de una adecuada integración y sincronización de las estructuras de los labios, mejillas, lengua y paladar para la formación del bolo y su propulsión hacia la parte posterior de la cavidad oral para su deglución. En los recién nacidos este proceso necesita ser rítmico y continuo para asegurar una ingesta suficiente de alimento y cubrir sus demandas metabólicas. Para que esto ocurra es necesaria su coordinación con la respiración de tal forma que ésta no cese; es decir, para que el proceso se mantenga aeróbico, protegiendo las vías aéreas.³²

El proceso de la succión nutritiva inicia con la compresión del pezón o tetilla de la mama o la mamila (chupón) de la botella. La compresión se logra por la contracción del músculo periorbicular de los labios del niño aunado a la mordida de sus encías por el movimiento de la mandíbula en sentido anterosuperior.³²

Todos estos movimientos coordinados van a favorecer el crecimiento y la estimulación de los maxilares y los músculos propios de la masticación y demás músculos involucrados.³²

Figura 43

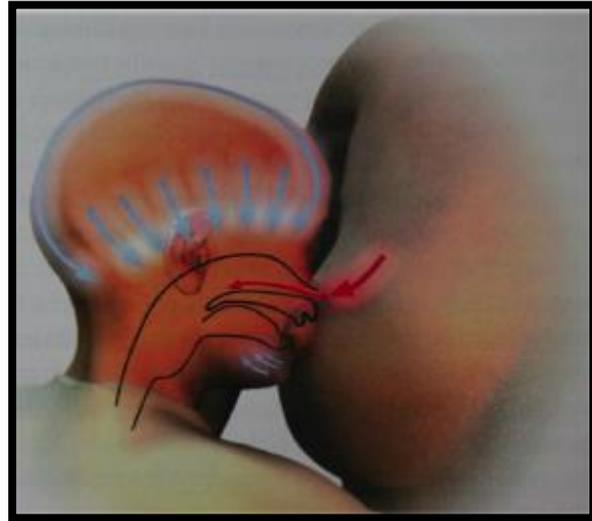


Figura 43. Succión nutritiva.⁴³

3.8. La masticación en los niños.

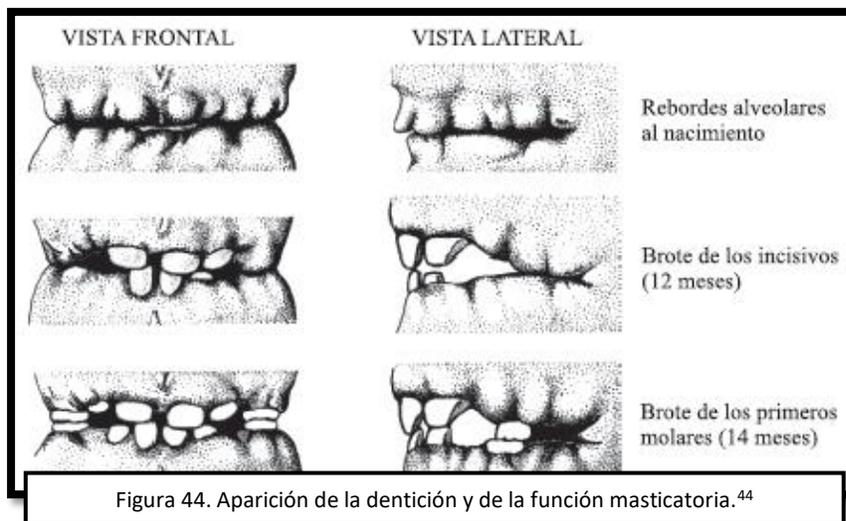
Al crecer el niño y producirse la erupción de los dientes, se establecerán los primeros procesos de contacto dentario, controlados y regulados principalmente por impulsos aferentes provenientes de los receptores periodontales que informarán continuamente al sistema nervioso central acerca de esta nueva posición mandibular **figura 44**. Mediante el refuerzo continuo y repetitivo de estas señales aferentes o guía sensorial dentaria surgida, el niño aprenderá y adquirirá un control de la posición de la mandíbula en la cual los dientes superiores e inferiores entran en contacto.²³

Los músculos que controlan esta posición mandibular, son puestos en marcha por los primeros contactos dentarios entre los incisivos antagonistas. En

consecuencia, con la erupción dentaria se aprende el proceso de la masticación.²³

A medida que pasa el tiempo, hay 3 razones por las que evoluciona la función masticatoria:²³

- Aparición de la dentición.
- Maduración del sistema nervioso.
- Cambios en la naturaleza de los alimentos.²³



Alrededor de los 4-5 años de edad, la masticación se vuelve un patrón más coordinado gracias a la presencia de programas o engramas depositados a nivel cortical retroalimentados propioceptivamente.²³

Así como cada individuo tiene un estilo de caminar, también tiene una forma de masticar; lo único que ocurre en común entre todos los individuos es el final de cada ciclo masticatorio que es la intercuspidación dental.²³

3.9. Generador central de patrones (GCP).

Los GCP están encargados de controlar los patrones motores rítmicos (respiración, locomoción, alimentación, vuelo o nadar) en toda clase de

animales. Los GCP varían desde simples circuitos de pocas neuronas como las contenidas en animales invertebrados hasta sistemas complejos que generan ritmos motores en mamíferos. El GCP asignado para la masticación está formado por redes neuronales que conforman un núcleo ubicado en la formación reticular del tallo encefálico y que es activado por la corteza cerebral con la finalidad de: ³³⁻³⁶

- Generar el comportamiento rítmico en los sistemas motores que regulan la acción entre músculos sinergistas y antagonistas involucrados en la masticación.
- Según sean las necesidades (por ejemplo, las características de un alimento), modula la actividad de las motoneuronas.
- A través de los husos neuromusculares, suprime reflejos inapropiados y controla aquellos necesarios. ³³⁻³⁶ **Figura 45**

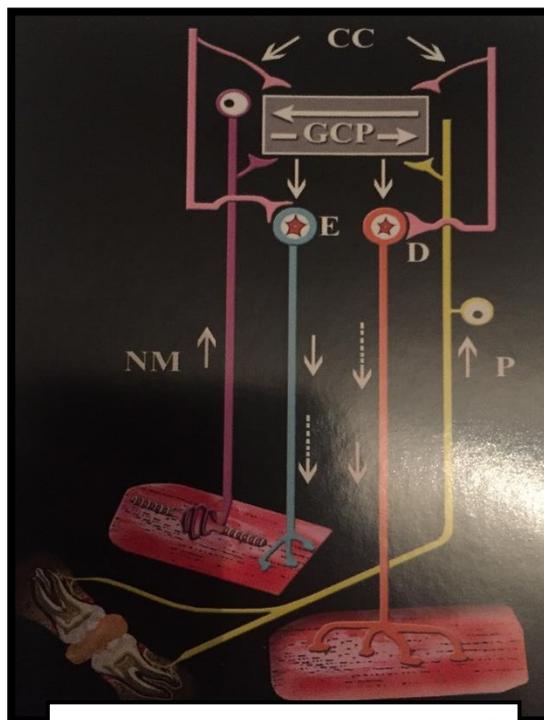


Figura 45. Generador central de patrones.⁴⁵

Una vez que un patrón de masticación eficiente es encontrado, se aprende y se repite para constituir un engrama. Este engrama será repetido varias veces en un ciclo masticatorio por acción del GCP.³³⁻³⁶

Es importante mencionar que aunque el GCP puede controlar una secuencia de movimientos musculares, no es capaz de ajustar por sí mismo la fuerza muscular para manejar las condiciones cambiantes que ocurren cuando se mastican alimentos de diferente naturaleza. Para ello, se necesita retroalimentación proveniente de los husos neuromusculares.³³⁻³⁶

3.10. Ciclo masticatorio.

La masticación se produce en periodos de movimiento rítmico resultantes de la combinación de movimientos de apertura, cierre, lateralidad, protrusión y retrusión que suceden desde la ingestión hasta la deglución y se divide en tres etapas.³³⁻³⁶ **Figura 46**

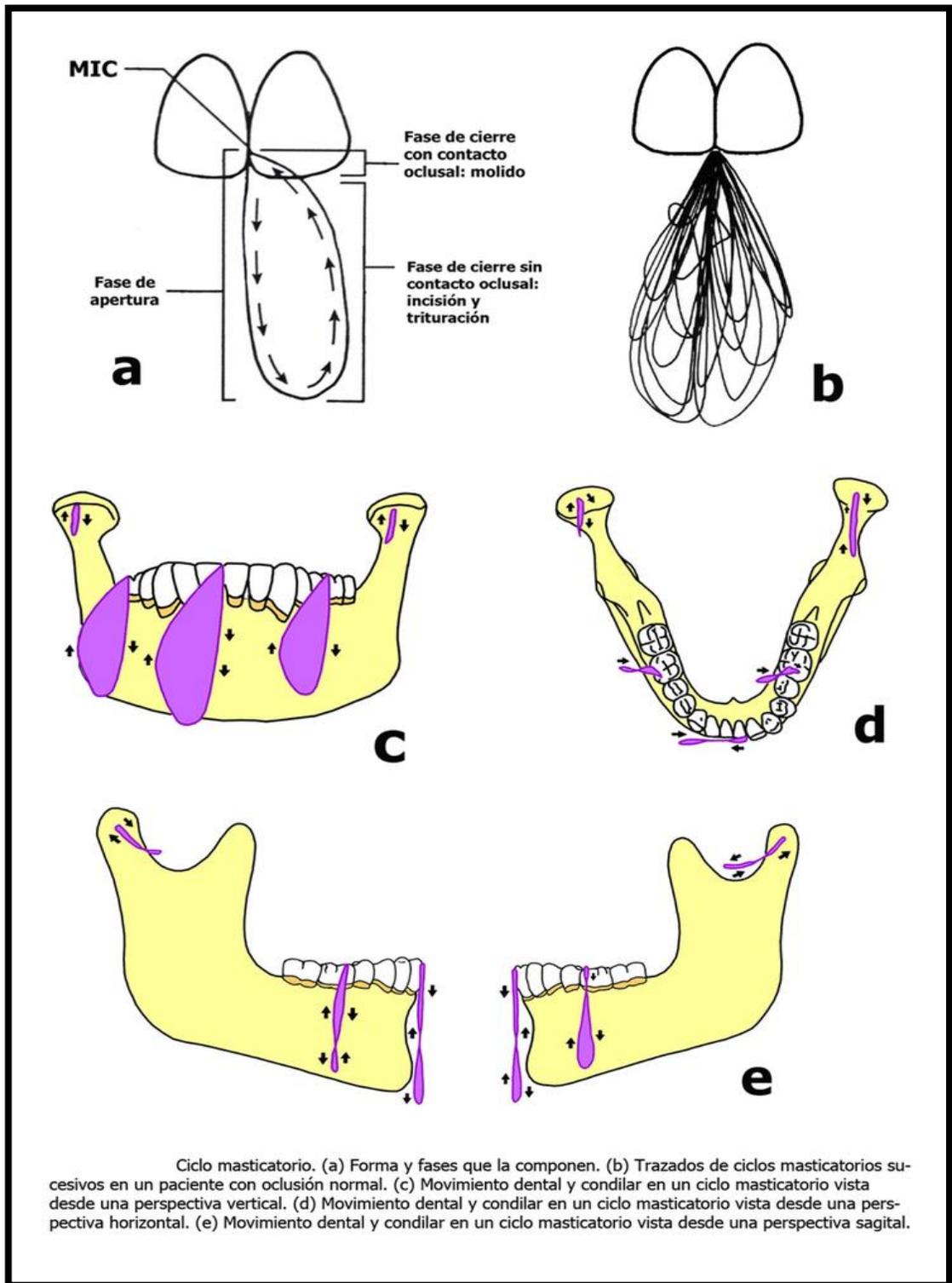


Figura 46. Ciclo masticatorio.⁴⁶

3.10.1. Fase de apertura.

La apertura ocurre con 2 acciones simultáneas:³³⁻³⁶

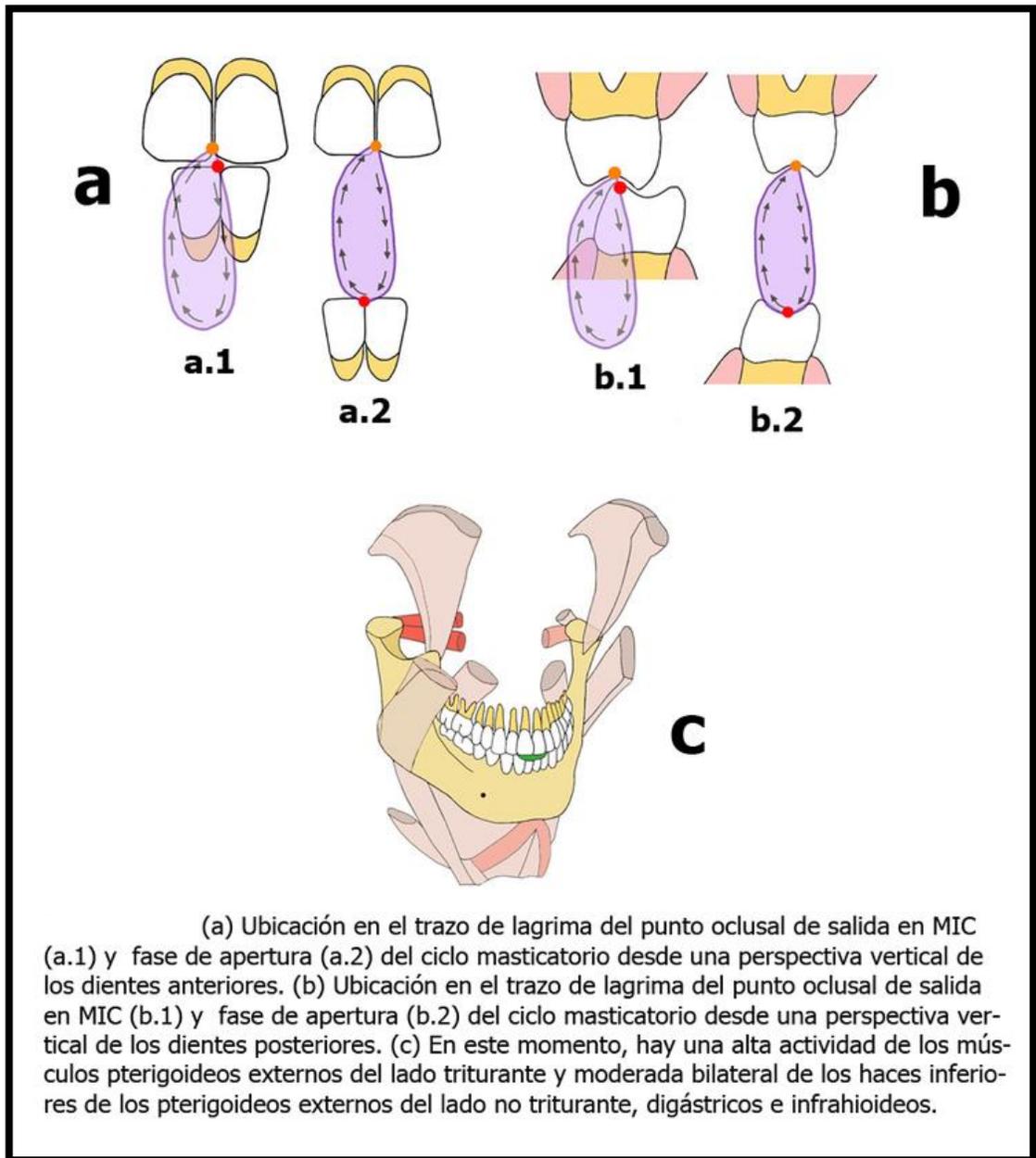
Los músculos digástricos y los infrahioideos son activados para alcanzar la apertura requerida. Los músculos depresores no necesitan ejercer mucha fuerza durante la masticación porque raramente hay resistencia a la apertura y por la acción de la fuerza de gravedad. Los músculos elevadores como los maseteros y temporales están prácticamente inactivos.³³⁻³⁶

A medida la mandíbula va descendiendo, un movimiento lateral ocurre gracias a la contracción del haz inferior del pterigoideo externo del lado triturante (del lado donde está sucediendo la masticación), seguida de su homologo no triturante para desplazar el cóndilo de lado no triturante hacia delante y medialmente en la cavidad glenoidea. Los haces inferiores están asistidos por los haces superiores quienes sincronizan el movimiento del disco con respecto al cóndilo. La mandíbula puede alejarse de su posición inicial en sentido lateral hasta unos 5 o 6 mm dependiendo del tamaño y naturaleza del alimento pero tiende a ir regresando hacia la línea media a medida va alcanzando la apertura requerida.³³⁻³⁶ **Figura 47**

Cuando la mandíbula ha llegado a la apertura deseada, se desactiva los músculos depresores. Los distintos receptores distribuidos en toda la cavidad oral se encargan de enviar información relacionada a las características del alimento (temperatura, dureza y consistencia) a ser masticado.³³⁻³⁶

Después de que la mandíbula se abra y cierre en protrusión para incidir el alimento, la comida es juntada para masticarse en el sector posterior. Los labios guían los alimentos al ser introducidos en la boca y a la vez, realizan el sellado de la cavidad oral, especialmente si hay líquidos. La lengua inicia el proceso de desmenuzamiento presionando los alimentos contra el paladar

duro y luego empujarlos hacia el sector posterior. La cabeza y los hombros están rígidos y tirando hacia atrás para favorecer la aplicación de fuerzas masticatorias.³³⁻³⁶



(a) Ubicación en el trazo de lagrima del punto oclusal de salida en MIC (a.1) y fase de apertura (a.2) del ciclo masticatorio desde una perspectiva vertical de los dientes anteriores. (b) Ubicación en el trazo de lagrima del punto oclusal de salida en MIC (b.1) y fase de apertura (b.2) del ciclo masticatorio desde una perspectiva vertical de los dientes posteriores. (c) En este momento, hay una alta actividad de los músculos pterigoideos externos del lado triturante y moderada bilateral de los haces inferiores de los pterigoideos externos del lado no triturante, digástricos e infrahioideos.

Figura 47. Fase de apertura.⁴⁷

3.10.2. Fase de cierre.

Inmediatamente después de desactivar los músculos depresores, los músculos elevadores se activan para iniciar el cierre mandibular. En un principio del cierre mandibular, los dientes antagonistas solo contactan con el bolo alimenticio para tritararlo. Los músculos más activos en este momento son los haces anteriores del temporal, acompañado de los pterigoideos internos.³³⁻³⁶

Cuando los dientes entran en contacto con el bolo alimenticio, los receptores periodontales identifican su consistencia y envían la información al cerebro quien a su vez responde a través de las motoneuronas alfa para que contraiga isotónicamente los músculos elevadores y poder tritarar los alimentos. Pero al mismo tiempo, el cerebro envía órdenes a través de las motoneuronas gamma para que se contraigan los extremos de los husos neuromusculares (HNM) sincronizadamente con las fibras musculares con el fin de mantener activos los receptores sensitivos localizados en la parte media de los HNM. Esto es así porque a medida que los dientes van contactando el bolo alimenticio, su consistencia ofrece resistencia y la fuerza de la contracción isotónica ya no será suficiente para continuar con el cierre mandibular.³³⁻³⁶

La necesidad de mayor fuerza será detectada por los receptores sensitivos de la parte media de los HNM quienes informarán a los centros superiores para intensificar la fuerza de contracción necesaria para la trituración.³³⁻³⁶

Todo esto sucede en una pequeña fracción de segundo y automáticamente, sin intervención consciente alguna.³³⁻³⁶

En esta etapa corresponden los ciclos masticatorios. Gráficamente en el plano vertical, cada ciclo masticatorio se observa como un trazo en forma de lágrima

compuesta por una trayectoria de apertura y otra de cierre, que se repiten varias veces hasta que el alimento haya sido fragmentado lo suficiente para ser deglutido. Al inicio o cuando el alimento es duro, la lágrima es bastante extendida pero a medida que suceden varios ciclos, el tamaño del trazo y el volumen del alimento van disminuyendo, señal de que se ha obtenido la consistencia necesaria para la deglución. Pacientes con oclusión normal muestran ciclos más regulares, suaves y simples, cosa que no se observa con aquellos que padecen una mala oclusión, donde el trazo no es tan claro o es irregular, volviendo la masticación menos efectiva.³³⁻³⁶ **Figura 48**

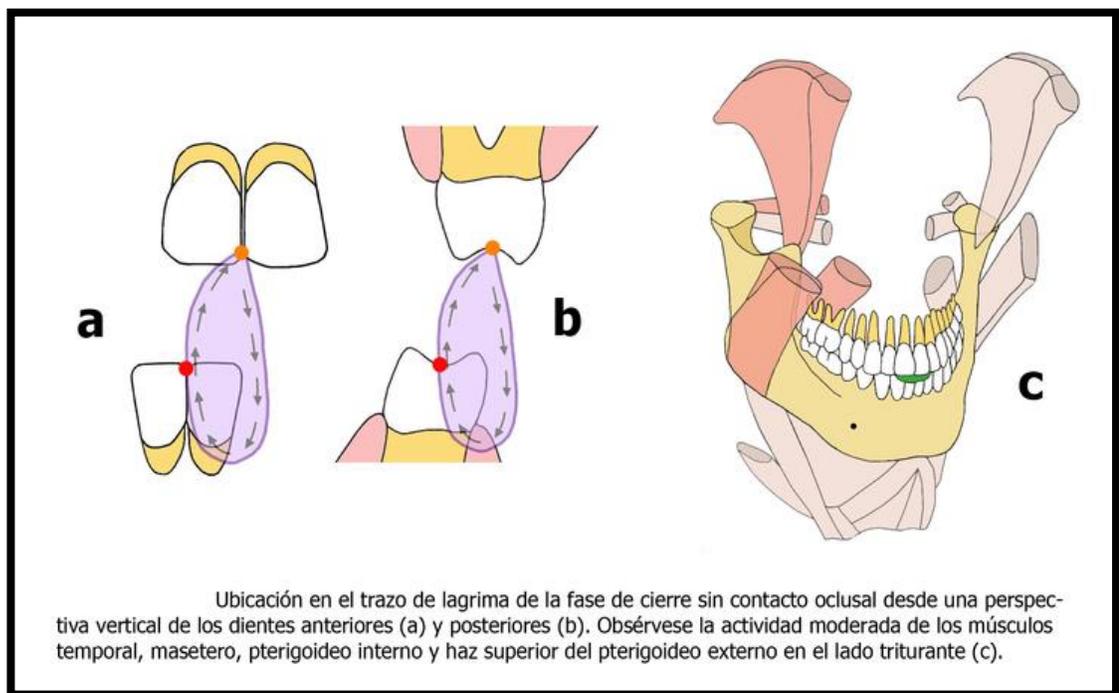


Figura 48. Fase de cierre.⁴⁸

3.10.3. Fase oclusal.

La fase de cierre o oclusal continua hasta alcanzar el primer contacto oclusal. Cuando los dientes posteriores entran en contacto, los músculos maseteros y pterigoideos internos forman una especie de cabestrillo que se contrae isométricamente para finalizar el cierre mandibular aportando la fuerza

masticatoria requerida para moler los alimentos; como las características del alimento han sido reconocidas previamente, la fuerza de contracción de los maseteros se intensifica en los primeros ciclos masticatorios pero va disminuyendo en la medida que el alimento se va triturando en ciclos subsiguientes. Si el cierre se vuelve forzado por la dureza del alimento, los músculos del cuello y de la cara se agregan al esfuerzo de trituración.³³⁻³⁶

Figura 49

El cierre combina movimientos protrusivos, laterales y verticales, los pterigoideos externos y el haz posterior del temporal también intervienen.³³⁻³⁶

En un ciclo masticatorio, la forma de contacto oclusal está definida por los engramas aprendidos anteriormente y retroalimentados constantemente. Los receptores periodontales controlan muy bien estos contactos para asegurar que las vertientes cuspídeas (vertientes externas de las cúspides palatinas superiores y vertientes internas de las cúspides bucales inferiores) se deslicen en la dirección correcta hacia y fuera de MIC, de tal forma que ejerzan una función triturante.³³⁻³⁶

Los primeros ciclos masticatorios no alcanzan el cierre completo pero a medida suceden más ciclos, el alimento se va desmenuzando, el cierre en máxima intercuspidad es alcanzado con una frecuencia e intensidad de contactos oclusales cada vez en aumento.³³⁻³⁶

Inicialmente el cóndilo del lado triturante trabaja más pero hacia el final de la secuencia masticatoria, los dos cóndilos se mueven más simétricamente debido al ablandamiento del bolo alimenticio.³³⁻³⁶

Ya para concluir la trituración, los músculos pterigoideos internos y externos llevan a la mandíbula hacia medial con la velocidad de movimiento controlada por la capa superficial del masetero y haz anterior y medio del temporal.³³⁻³⁶

Posteriormente, se producen movimientos poderosos de la lengua y de las mejillas para contribuir a la limpieza de los residuos de la boca.³³⁻³⁶

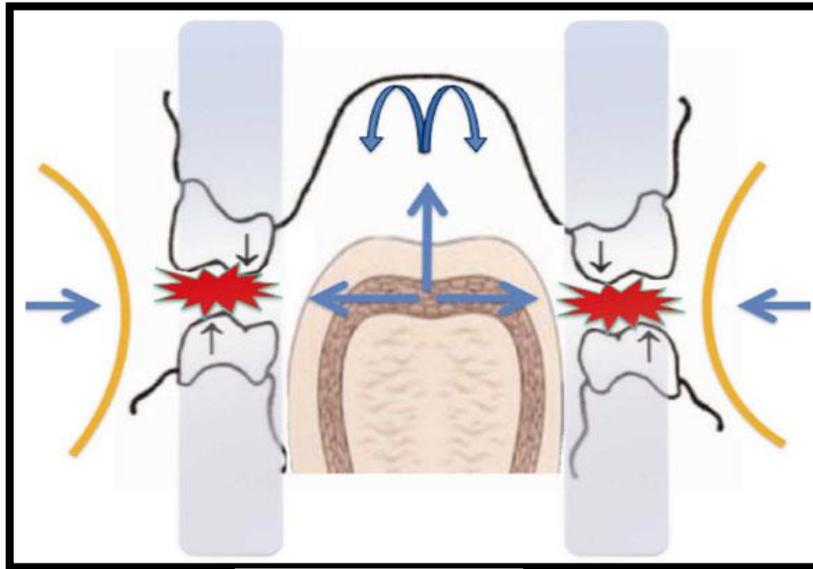


Figura 49. Fase oclusal.⁴⁹

3.11. Características de los ciclos masticatorios.

Aproximadamente, la lágrima del ciclo masticatorio mide verticalmente 16-20 mm y 3-5 mm lateralmente.³³⁻³⁶

La duración del ciclo fluctúa entre 0.6-1 segundo, dependiendo del alimento masticado. En una masticación rápida, se dan 2 ciclos por segundo mientras que en velocidad normal es 1 por segundo.³³⁻³⁶

El número de veces que el bolo puede ser masticado hasta la deglución es bastante constante, hasta 60 ciclos dependiendo de la naturaleza y tamaño del bolo alimenticio.³³⁻³⁶

En un mismo individuo el número de ciclos y tiempo de duración es bastante constante aunque la velocidad, duración y forma del ciclo masticatorio cambian con la cantidad de dientes, cambios en la oclusión, tipo de alimentos y presencia de disfunción o dolor en alguno de los componentes del SE.³³⁻³⁶

Durante la mayor cantidad de tiempo de un ciclo masticatorio, es poca la fuerza aplicada; altas fuerzas solo suceden en periodos cortos y en momentos específicos.³³⁻³⁶

3.12. Eficacia masticatoria.

El objetivo de la masticación es la trituración de los alimentos para que sean deglutidos y digeridos. La eficiencia masticatoria es un índice de medición para saber la capacidad de trituración de los alimentos por parte de una persona. Es importante que el SE sea eficiente para masticar porque:³³⁻³⁶

- Los trozos grandes de alimento son reducidos a una menor superficie para favorecer la acción enzimática digestiva.
- La acción masticatoria estimula la secreción salival y de jugo gástrico.
- El tamaño de las partículas influye sobre el tiempo de permanencia del alimento en el estómago: las partículas más grandes permanecen durante mayor tiempo que las pequeñas, prolongando el período digestivo.³³⁻³⁶

Hay personas más minuciosas para masticar que otras, pero sus hábitos masticatorios permanecen estables e inalterables aunque falten dientes. Obviamente la eficiencia disminuirá y será menor cuando si se usan prótesis completa.³³⁻³⁶

El envejecimiento por si solo tiene poco impacto sobre la eficiencia masticatoria: la proporción de las unidades motoras activas durante la masticación aumenta gradualmente con la edad. Por lo tanto, los músculos elevadores de personas viejas probablemente estén funcionando a su máxima capacidad. De hecho, las personas viejas tienen mayor capacidad de producir bolos de mejor calidad con partículas más finas que sujetos jóvenes aunque

emplean más energía para ello. El envejecimiento trae consigo una adaptación de la masticación pero no dificultades para masticar.³³⁻³⁶

La cantidad de ciclos masticatorios permanecen constantes independiente de las diferentes condiciones oclusales. Se podría pensar que si la cantidad de dientes disminuyen, el individuo necesitara más tiempo para masticar con la eficiencia masticatoria esperada pero no es así: una persona con todos sus dientes mastica el mismo número de veces que uno con menor cantidad de dientes.³³⁻³⁶

En este sentido no hay compensaciones aunque existe una tendencia a deglutir alimentos con partículas más grandes o se evitan algunos de ellos.³³⁻

36

CAPITULO 4. LA FUNCIÓN MASTICATORIA EN LOS PROCESOS COGNITIVOS: EL APRENDIZAJE Y MEMORIZACIÓN.

Las funciones cognitivas de memoria y de aprendizaje son de innegable relevancia en la vida de los seres vivos y su deterioro tiene un gran impacto social. Se ha encontrado que este deterioro cognitivo puede deberse a varias causas, algunas entendidas, como el envejecimiento; sin embargo, también se han propuesto otras causas, no tan evidentes, que ocasionarían un declive en las funciones de memoria y aprendizaje; dentro de ellas estaría el tipo de masticación.^{23,37-44}

La función masticatoria es clásicamente conocida por ser el proceso inicial de la fisiología digestiva; sin embargo, actualmente se está considerando que dicha función tiene influencias en actividades psicológicas, físicas y cognitivas.^{23,37-44}

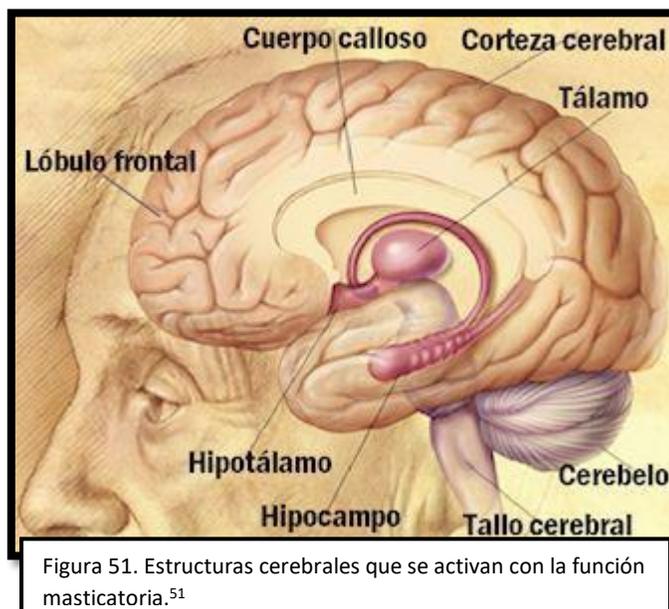
Ha sido demostrado ampliamente que la estructura cerebral más importante implicada en las funciones cognitivas de memoria y de aprendizaje espacial es la formación hipocampal; se ha reportado que la adecuada masticación lleva una enorme cantidad de información sensorial hacia el sistema nervioso central, relacionada con el mantenimiento dichas funciones; estas vías aferentes, sobre todo, llegan a nivel hipocampal, encontrándose, en humanos y en animales de experimentación y que la disminución de la memoria y el aprendizaje espacial estaría asociada a una deficiencia de la función masticatoria.^{23,37-44}

Por lo antes expuesto, se entiende que las funciones cognitivas de memoria y aprendizaje son cardinales para la adecuada supervivencia de los animales y de los seres humanos, que las investigaciones hacen presumir que la adecuada masticación es uno de los factores que influyen en el óptimo mantenimiento de dichos procesos cognitivos.^{23,37-44}

La masticación no solo resulta trascendente como proceso previo a la deglución, sino que también va a aumentar el flujo cerebral por cambios en el flujo sanguíneo de la arteria carótida interna, aumentando así la actividad neuronal en distintas regiones. La actividad neuronal es mayor en la corteza sensoriomotora (S-I/M-I), misma que está relacionada con el grado de información sensorial, así como el patrón y grado de contracción muscular.

23,37-44

Se han hecho diversos estudios donde prueban que la actividad cerebral aumenta cuando la función masticatoria está activa, entre ellos se ha tomado una tomografía por emisión de positrones y la resonancia magnética funcional, (fMRI), donde muestran un aumento del flujo sanguíneo en los lóbulos frontales y parietales inferiores bilaterales durante la masticación de goma de mascar y activación generalizada en varias áreas de la corteza somato sensorial, motora suplementaria y la corteza insular, así como en el cuerpo estriado, tálamo y cerebelo.^{23,37-44} **Figura 51.**

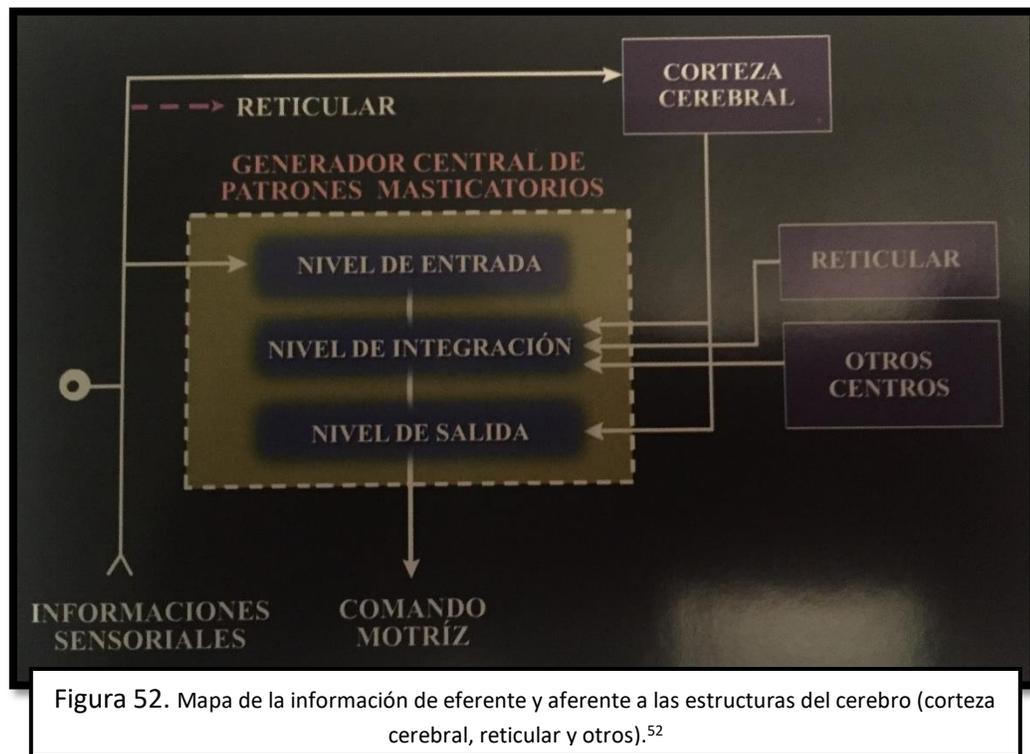


Esto hace posible reconocer en base a estos resultados que la actividad neuronal producida por la masticación puede ser benéfica en el mejoramiento de ciertos cuadros clínicos asociados a daños cerebrales, especialmente para contrarrestar los efectos degenerativos en el sistema nervioso central durante el envejecimiento.^{23,37-44}

4.1. Neurogénesis de la masticación.

Actualmente, la masticación se explica a través de una teoría mixta (centro generador más su feedback sensorial) donde los patrones intrínsecos de los movimientos masticatorios rítmicos (mandibulares-linguales-periorales) y usualmente automáticos, se originan de una red neuronal denominada generador central de patrones masticatorios (GCP) ubicada a nivel pontino medio hasta bulbar alto del tronco encefálico (núcleo reticularis pontis caudalis y sistema reticular medial bulbar alto), y que es modulado tanto por la información sensorial que se desencadena durante el acto masticatorio, así como por aquella información superior proveniente de la corteza sensorio-motriz, ganglios basales y otras áreas motoras subcorticales.^{23,37-44}

Expresado en otros términos, la información eferente del GCP es modificada y modulada por las aferentes que provienen desde centros motores superiores y por el feedback sensorial de diversos receptores (receptores táctiles intraorales, husos musculares de los músculos elevadores y mecanorreceptores periodontales) **figura 52**, siendo la contribución de los receptores periodontales la fuente más importante en el feedback sensorial, ya que ellos monitorean la mayor parte de la actividad de los músculos elevadores mandibulares.^{23,37-44}



4.2. Conexión entre la función masticatoria y la formación hipocampal.

Las vías aferentes nerviosas de la cavidad oral hacia la formación hipocampal no están completamente aclaradas, aunque la masticación y las maloclusiones afectan claramente al SNC.^{23,37-44}

Sin embargo, hay posibles caminos como las del sistema sensorial del nervio trigémino que conduce la información sensible de la cavidad oral hacia el SNC. Los cuerpos celulares sensoriales primarios trigeminales se localizan no sólo en el ganglio trigeminal, que es equivalente a los ganglios espinales, sino también en el núcleo del trigémino a nivel mesencefálico dentro del SNC. La información propioceptiva de la función masticatoria se transmite al SNC a través de los cuerpos celulares del ganglio trigeminal y del núcleo mesencefálico del mismo par craneal. En general, los axones centrales del ganglio trigeminal llegan al núcleo espinal y al núcleo sensorial principal del V

par craneal, terminando las neuronas mesencefálicas trigeminales sobre las regiones supra e intertrigeminal y el núcleo motor del trigémino, los cuales son responsables de la masticación voluntaria.^{23, 37-44} **Figura 53**

Adicionalmente, estas neuronas sensoriales primarias mesencefálicas proyectan sus fibras aferentes hacia el núcleo sensorial trigeminal, el cerebelo, el núcleo del hipogloso y a la formación reticular del tronco cerebral ascendente. La formación reticular y el sistema activador reticular ascendente son necesarios para la excitación del cerebro para la atención, la percepción y el aprendizaje consciente. Por lo tanto, el input sensorial de la cavidad oral puede influir sobre el aprendizaje.^{23,37-44}

La información sensorial de las neuronas sensoriales secundarias situada en el núcleo sensorial del trigémino llega al tálamo contralateral (principalmente al núcleo talámico postero-ventral y escasamente al núcleo talámico posterior y al núcleo talámico medial). Adicionalmente a estas proyecciones, las neuronas sensoriales secundarias también envían sus ramas a la formación reticular y al hipotálamo. El input sensorial del trigémino llega a la formación hipocampal a través de conexiones corticales. Las fibras nerviosas llevan la información de la cavidad oral desde el núcleo talámico postero-ventral terminando sobre la corteza somatosensorial ipsolateral. La corteza somatosensorial recibe aferentes desde la corteza homónima contralateral a través del cuerpo calloso y la corteza motora primaria ipsolateral. A su vez, las neuronas de la corteza somatosensorial proyectan sus axones hacia el núcleo talámico postero-ventral ipsolateral, la corteza parietal inferior y el área de asociación somatosensorial. Esta última área de asociación tiene proyecciones recíprocas con la corteza entorrinal. La corteza entorrinal es la mayor fuente de información aferente hacia la formación hipocampal. De este modo, las sensaciones en la cavidad oral pueden influir en las funciones del hipocampo a través del tálamo y de la corteza. También es posible que la

masticación afecte las funciones hipocampales a través de la formación reticular incluso sin la participación del hipotálamo. En conclusión los efectos de la masticación sobre el SNC no pueden ser atribuidos a una simple vía, sino a múltiples y complejas señales que aún están proceso de entendimiento.^{23,37-}

44

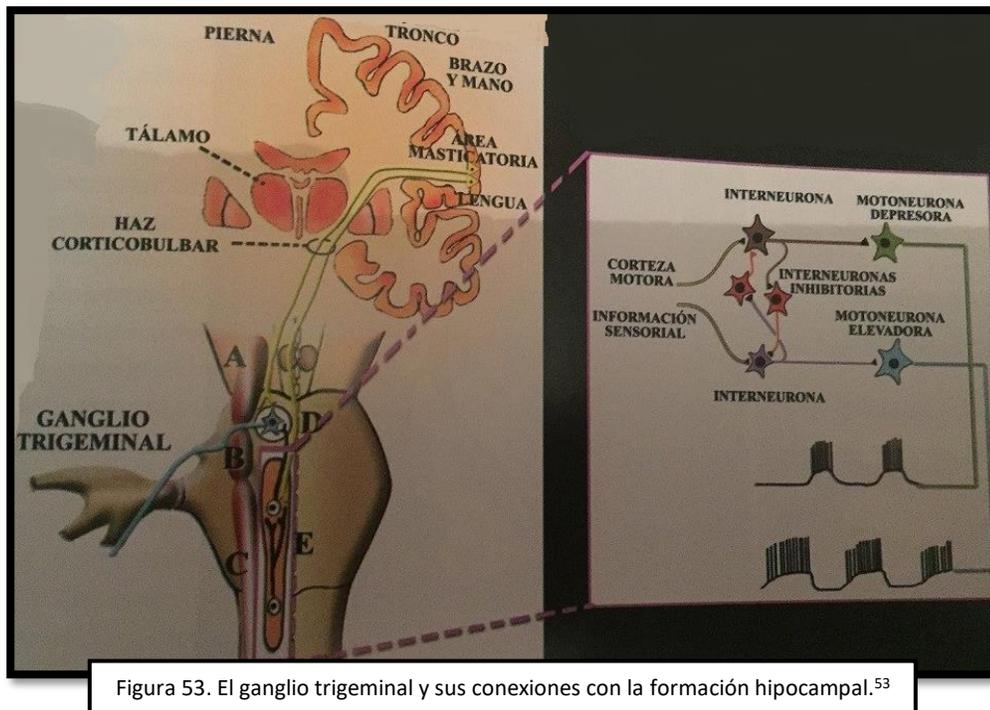


Figura 53. El ganglio trigeminal y sus conexiones con la formación hipocampal.⁵³

4.3. Alteraciones de las funciones cognitivas de memoria y aprendizaje relacionadas a la función masticatoria.

Estudios epidemiológicos han demostrado que una disminución del número de dientes residuales, poco uso de prótesis dentales y una pequeña fuerza de mordida máxima está directamente relacionados con el desarrollo de la demencia, apoyando además la noción de que la masticación contribuye a mantener la función cognitiva.^{23,37-44}

Es por ello que la literatura apoyada de estudios experimentales con resultados satisfactorios, proponen que existe correlación entre la masticación,

el aprendizaje y la memoria, centrándose en la función del hipocampo, que es esencial para la formación de nuevos recuerdos, que al verse disminuida por una masticación deficiente afecta el aprendizaje y la memoria.^{23,37-44}

Además, la falta de armonía oclusal es un factor potencial que impide o disminuye el aprendizaje mediado por el hipocampo y la memoria, lo que sugiere que la oclusión normal es esencial para producir los efectos mejoradores de la masticación en los cambios inducidos por el estrés en el hipocampo.^{23,37-44}

Como ya mencionamos la masticación disfuncional afecta la función cognitiva, y la reducción de la masticación contribuye a la demencia senil, la enfermedad de Alzheimer y una disminución de la calidad de vida en los ancianos. En particular, los efectos sistémicos de la pérdida de dientes son un factor de riesgo epidemiológico para la enfermedad de Alzheimer.^{23, 37-44}

En estudios con ratones se observado que al inducir una masticación disfuncional mediante la extracción o corte de los molares superiores. Los ratones maduran normalmente hasta los 6 meses de edad, pero luego presentan un envejecimiento acelerado (con una vida mediana de 12 meses en comparación con 2 a 3 años para otras cepas). Estos ratones muestran un claro envejecimiento relacionado con el aprendizaje y la memoria a los 6 meses de edad.^{23,37-44}

La corta duración de vida en los ratones envejecidos se correlaciona con el nivel de aprendizaje alterado, en la restauración de los molares perdidos con coronas artificiales, se ha observado que atenúa el déficit de aprendizaje y memoria.^{23,37-44}

La estimulación masticatoria también se ve afectada por una dieta de alimentos suaves, lo que conduce a un deterioro del aprendizaje. Estos hallazgos indican que la estimulación masticatoria está estrechamente

relacionada con el aprendizaje y la memoria; y una disfunción masticatoria parece acelerar el proceso de envejecimiento en el hipocampo.^{23,37-44}

Aunque la relación entre la masticación disfuncional y estos cambios conductuales y morfológicos en el hipocampo no está clara, existen varios mecanismos posibles.^{23,37-44}

La función masticatoria inadecuada disminuye la información de entrada de la zona oral al sistema nervioso central, lo que conduce a la degeneración de las células diana. La pérdida o extracción del diente provoca cambios degenerativos en los cuerpos de las células ganglionares del trigémino de las neuronas sensoriales primarias que inervan los dientes y la degeneración transganglionar en las neuronas secundarias en el núcleo del tracto espinal trigeminal. Por lo tanto, el deterioro de la función cognitiva debido a la disfunción masticatoria podría estar relacionado con la disminución de la actividad de las vías sensoriales de las áreas orales.^{23,37-44}

La masticación disfuncional conduce a una disminución de la actividad colinérgica. La cantidad de colina acetiltransferasa, en el núcleo septal, está disminuye en ratones sin molares, en la corteza cerebral y el hipocampo. Por ello, la memoria espacial se asocia con los niveles de acetilcolina en el hipocampo. Por lo tanto, la disminución de la actividad colinérgica podría contribuir a la disminución del aprendizaje.^{23,37-44}

Se realizaron estudios fMRI en seres humanos para evaluar las áreas del cerebro que se activan en asociación con la masticación. En estos estudios, se les pidió a los sujetos masticar chicles sin componentes de olor o sabor y realizar masticación rítmica a una velocidad constante. Se observaron aumentos bilaterales en la actividad en varias áreas del cerebro, incluyendo la corteza somatosensorial primaria, corteza motora primaria, área motora

suplementaria, área premotora, corteza prefrontal, ínsula, corteza posterior, tálamo, estriado y cerebelo.^{23,37-44}

La corteza prefrontal derecha mostró el mayor incremento en la actividad en personas mayores comparado con jóvenes adultos y jóvenes. La corteza prefrontal está involucrada en la función cognitiva de memoria y aprendizaje, y la actividad neuronal entre la corteza prefrontal derecha y el hipocampo podría contribuir a la función cognitiva.^{23,37-44}

Una evaluación fMRI de los efectos de la masticación en la actividad cerebral durante una tarea de memoria de trabajo mostró un aumento en las señales en la corteza premotora derecha, tálamo, hipocampo y lóbulo parietal inferior. En otro experimento de IRMf que examina la actividad hipocampal durante el acto de masticar en una tarea de cognición espacial, se mostró a un grupo de sujetos 16 fotografías seguidas sobre un fondo verde durante cada ciclo. Cada fotografía se proyectó cada 2 s durante el ciclo y se pidió a los sujetos que recordaran la mayor cantidad posible de fotografías.^{23,37-44}

Las señales del hipocampo en sujetos jóvenes aumentaron fuertemente pero no se observaron diferencias significativas antes y después de la masticación, mientras que la activación del hipocampo en sujetos de edad avanzada fue bastante pequeña en comparación con la del sujeto joven. Sin embargo, el área de activación y la intensidad de las señales fMRI se incrementaron al masticar. La adquisición de la memoria en los sujetos de edad avanzada también se mejora significativamente por la masticación, mientras que la masticación no tuvo ningún efecto en sujetos jóvenes. Estos hallazgos en los seres humanos apoyan un vínculo entre el aumento del hipocampo, la masticación y la adquisición de memoria mejorada.^{23,37-44}

El acto de masticar, o estimulación masticatoria, durante condiciones estresantes puede atenuar los efectos del estrés sobre la función cognitiva.

23,37-44

Para examinar el efecto de la masticación en el estrés inducido por el comportamiento y los cambios morfológicos, colocamos los ratones en un tubo de retención de plástico ventilado en el que sólo fueron capaces de moverse hacia atrás y hacia adelante, pero no dar la vuelta, para inducir el estrés de restricción. A la mitad de los ratones se les dio un palo de madera (diámetro 2 mm) para masticar durante la sujeción. Como se mencionó anteriormente, el hipocampo desempeña un papel crucial en la formación de la memoria y es muy sensible al envejecimiento y el estrés. El aumento de los niveles plasmáticos de corticoesterona suprime la plasticidad sináptica en el hipocampo y la proliferación celular en el giro dentado del hipocampo. Por otro lado, la masticación durante un evento estresante atenúa los trastornos de la plasticidad inducidos por el estrés en el hipocampo mediante la activación de la función del receptor de N-metil-D-aspartato suprimida por estrés. En adultos, la neurogénesis en el hipocampo es necesaria para el hipocampo dependiente de aprendizaje y memoria. Por lo tanto, masticar durante el estrés puede atenuar los trastornos inducidos por el estrés en la función cognitiva. ^{23,37-44}

En los seres humanos, la goma de mascar alivia el estado de ánimo negativo, reduce los niveles de cortisol durante el estrés psicológico agudo inducido por el laboratorio, y reduce los niveles percibidos de estrés diario. Estos hallazgos indican que la respuesta al estrés en humanos también se mejora mediante la masticación. ^{23, 37-44.}

CONCLUSIONES.

La masticación activa varias regiones en el sistema nervioso central, incluyendo la corteza prefrontal derecha, que está fuertemente implicada en el aprendizaje y la memoria.

La disfunción masticatoria resultante de la pérdida o extracción de los dientes, la alimentación con dieta blanda o desarmonía oclusal, induce cambios patológicos en el hipocampo y déficit en el aprendizaje y la memoria.

La función masticatoria es importante para mantener la función cognitiva, y masticar durante la exposición al estrés podría ser un método útil para hacer frente al estrés. Así como los hallazgos de que la goma de mascar es un método simple para atenuar o retrasar el desarrollo de la demencia y mejorar los efectos del estrés sobre el cerebro.

El devolverle la salud oral a pacientes de edad avanzada pudiera ser un método sencillo en el cual podemos atenuar el desarrollo de demencia senil y trastornos relacionados con el estrés que a menudo están asociados con una disfunción cognitiva.

Por lo tanto, la masticación pudiera ser un método sencillo, en el cual podemos atenuar el desarrollo de demencia senil y trastornos relacionados con el estrés que a menudo están asociados con una disfunción cognitiva.

El cirujano dentista para poder ofrecer un tratamiento integral a la salud de los pacientes deberá conocer diversos temas que no solo sean del ámbito odontológico sino que también amplíe sus horizontes en las diferentes ramas de la salud por mencionar algunos como la medicina y la psicología.

El saber utilizar los datos obtenidos en la historia clínica y la exploración nos darán la pauta para poder encaminar un buen diagnóstico y el tratamiento para cada paciente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. García S.J. **Estimulación Cognitiva**. España: Neurohealth; 2009. pp. 5-10.
2. Davis P. M. **Cognición y aprendizaje Reseña de investigaciones realizadas entre grupos etnolingüísticos Minoritarios**. 2 ed. España: sil e books; 2014. pp.10.
3. Papalia D. E. **Desarrollo humano**. 7 ed. México: McGraw-Hill Interamericana Editores; 2012. pp. 29-32.
4. García G. E. **Nuevas perspectivas científicas y filosóficas sobre el ser humano**. In *Nuevas perspectivas científicas y filosóficas del ser humano*. Universidad Pontificia Comillas; Madrid: 2007. ISBN 978-84-8468-218-9. pp. 17-54.
5. Grupfisioderm.com **Funciones cognitivas**. [página de internet] [publicado el 08/01/2014] <http://www.grupfisioderm.com/las-funciones-cognitivas/> consultado el 28/08/17, 10:38 am.
6. Definición.de. Pérez J. P. y Gardey A. [página de internet] [Publicado: 2009.] <https://definicion.de/cerebro/> consultado el 18/09/17 a las 19:43pm.
7. Ponce M. T. **Fundamentos psicopedagógicos**. México: Red Tercer Milenio; 2012. pp. 25-45.
8. Guyton. C. A. **Anatomía y Fisiología del sistema nervioso central, neurociencia básica**, 2 ed, México: médica panamericana; 1997. pp. 234-236.
9. Barr M. Ll. **El sistema nervioso humano: una perspectiva anatómica**. 10^a ed. España: Wolters Kluwer Health; 2014. pp. 135-136.
10. Cognifit.com Funciones cerebrales. [página de internet] <https://www.cognifit.com/es/funciones-cerebrales> consultado el 27/08/17, 8:00 pm.

11. Sánchez G. I. Y, Pérez M. V. **El funcionamiento cognitivo en la vejez: atención y percepción en el adulto mayor.** Rev. Cubana Med. Gen Integr. 2008; 24 (2): 30-38.
12. Lifeder.com [página de internet] Marcel Gratakos. **Las 10 Funciones (Capacidades) Cognitivas Superiores.**
<https://www.lifeder.com/capacidades-cognitivas/> consultado el 31/08/17, 2:26 am.
13. Gonzat M, Fernández T. **Tareas para el desarrollo de habilidades de visualización y orientación espacial.** Revista didáctica. 2011; 77 (1):99-117.
14. Benedet M. J. **Neuropsicología cognitiva aplicaciones a la clínica y a la investigación. Fundamento Teórico y metodológico de la neuropsicología cognitiva.** España: Facultad de psicología Universidad Complutense. Ministerio del trabajo y asuntos sociales. Publicado; 2002. pp. 158-190.
15. Lupón M, Torrents A. **Apuntes de Psicología en Atención visual.** Unidad 4 Procesos cognitivos básicos. [Página de internet] [publicado el 25/11/2015] <https://es.scribd.com/document/291164620/Procesos-Cognitivos-Basicos#> consultado el 31/08/17 a las 3:00am.
16. Moreira M. A. **El aprendizaje significativo como un concepto subyacente a subsumidores, esquemas de asimilación, internalización de instrumentos y signos, constructos personales y modelos mentales, compartir significados e integración constructiva de pensamientos, sentimientos y acciones.** Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España: 2000; 8(1):19-44.
17. Flores L. J. **Neuropsicología de Lóbulos Frontales, Funciones Ejecutivas y Conducta Humana.** Rev Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias. 2008;8(1): 47-58.

18. Ite.educacion.es Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. **Las Funciones Ejecutivas**. Ministro De Educación, Cultura y Deporte España. [página de internet] http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/186/cd/m1/las_funciones_ejecutivas.html consultado el 07/09/17 a la 13:54pm.
19. Rosselli M, et al. **Las Funciones Ejecutivas a través de la Vida**. Rev Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias, 2008; 8(1): 23-46.
20. Camargo U. A, Hederich M. C. **La Relación Lenguaje y Conocimiento y su Aplicación al Aprendizaje Escolar**. 2010; 2(31): 105-122.
21. González V. R, Hornauer-Hughes A. **Cerebro y Lenguaje**. Departamento de Neurología y Neurocirugía, HCUCH. Rev. Hosp Clín Univ. Chile 2014; 25: 143 – 53.
22. . Ardila A., Roselli M **Acalculia and dyscalculia**. Neuropsychol Rev. 2002; 12 (4): 179-231.
23. Manns A, Biotti J, Brizuela C, Dolwick M, Fresno M, Gonzales H, et al. **Sistema Estomatognático: Fisiología y su correlaciones clínicas-biológicas**. España: Editorial Médica Ripano; 2011. pp. 473-501.
24. Drake R. L. **Gray Anatomía para estudiantes**. 3ª ed Alemania: Elsevier; 2015. pp. 550-560.
25. Eriksen P. M de L. **Anatomía Humana. Fascículo 1. Unidad II Huesos, articulaciones y músculos de la cabeza y cuello**. 3ª ed. México: Facultad de odontología UNAM; 2005. pp. 65-75.
26. Ruiz T. I. **Cabeza y columna vertebral**. En: **Grado Nutrición Humana y Dietética. Anatomía y fisiología humanas: sistema musculoesquelético**. España: Universidad Isabel I; 2016. pp. 130-135.
27. Netter F. H. **Atlas de anatomía humana**. 5ª ed. España: Elsevier; 2011. pp. 2-34.

28. Velarde A. R. **Fisiología de la Articulación Temporomandibular.** Red. Acta. Clín. Med. 2012; 3(23): p.1075-1079. [página de internet] [publicado el 30 octubre 2016].
http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682012000800001&script=sci_arttext
29. Nelson, Stanley J. Wheeler **Anatomía, fisiología y oclusión dental.** 10ª ed. España: Elsevier; 2015. pp. 223-230.
30. Neurorhb.com **Masticación 1: neuroanatomía básica del proceso.** [publicado el 19/01/2015] <https://www.neurorhb.com/blog-dano-cerebral/masticacion-i-neuroanatomia-basica-del-proceso/> consultado el 05/10/2017 a las 21:23pm.
31. McFarland D. **Atlas de anatomía en ortofonía. Lenguaje y deglución.** Acta Otorrinolaringol España. 2009; 60(1): 60-77.
32. Rendón M. M, Serrano M. G. **Fisiología de la succión nutritiva en recién nacidos y lactantes.** Bol. Med. Hosp. Infant. Mex. 2011; 68 (4):319-327.
33. Okeson. **Tratamiento de oclusión y afecciones Temporomandibulares.** 5 ed. España: Elsevier; 2003. pp.
34. Woda, Mishellany, Peyron. **The regulation of masticatory function and food bolus formation.** J Oral Rehab 2006; 33 (5): 840-49.
35. Wikispaces.com **oclusión dental.** [página de internet] <https://oclusiondental.wikispaces.com/M06.+Masticacion> consultado 6/10/2017 a las 16:27pm.
36. Planas P. **Rehabilitación Neuro-Oclusal.** 2 Ed. España: Amolca; 2008. pp.
37. Kin-ya Kubo, Huayue Chen and Minoru Onozuka . **The Relationship Between Mastication and Cognition, Senescence and Senescence-Related Disorders,** InTech; 2013 Available from: <https://www.intechopen.com/books/senescence-and-senescence-related-disorders/the-relationship-between-mastication-and-cognition>

38. Aguirre-Siancas E. E. **La memoria y el aprendizaje y su relación con la masticción.** Rev Mex Neuoci. 2014; 15(6): 351-354.
39. Fukushima-Nakayama Y, Et al. **Reduced Mastication Impairs Memory Function.** International & American Associations for Dental Research 2017; Reprints and permissions: sagepub.com/journalsPermissions.nav
DOI:10.1177/0022034517708771 journal.sagepub.com/home/jdr
40. Yukiakazawa, et al. **Forced mastication increases survival of adult neural stem cells in the hippocampal dentate gyrus.** Int J. Mol Med 2013; 31: 307-314.
41. Teixeira F. B, et al. **Masticatory Deficiency as a Risk Factor for Cognitive Dysfunction.** *Int. J. Med. Sci.* 2014; 11(2):209-214.
42. Aguirre. E. **Bases neurocientíficas de la función masticatoria y su efecto sobre el estrés y las funciones cognitivas.** Rev Chilena de Neuro-Psiquiatria. 2017;15 (6):110-115.
43. Smith N, et al. **The impact of mastication on cognition: Evidence for intervention and the role of adult hippocampal neurogenesis.** Nutrition and Aging 2015; 3(1): 115–123.
44. Chizuru Utsugi, et al. **Impaired mastication reduced newly generated neurons at the accessory olfactory bulb and pheromonal responses in mice.** arch oral biol 2014; 59 1272 – 1278.

REFERENCIAS IMAGENOLÓGICAS.

1. Figura 1. Ulric Neisser. www.azquotes.com/author/48196-Ulric_Neisser consultado el 27/09/17 a las 14:18pm.
2. Figura 2. Jean Piaget. <https://www.biography.com/people/jean-piaget-9439915> consultado el 27/09/17 a las 14:24pm.
3. Figura 3. Cerebro humano. <https://makia.la/cuantas-partes-tiene-el-cerebro/> consultado el 27/09/17 a las 14:38pm.

4. Figura 4. Bulbo raquídeo. <http://www.mundonets.com/bulbo-raquideo/> consultado el 27/09/17 a las 14:47pm.
5. Figura 5. Formación reticular. http://www.atlasprofilax.la/es_AR/version-basica/fatiga/ consultado el 27/09/17 a las 15:23pm.
6. Figura 6. <http://elcuerpohumanoen.blogspot.mx/2012/05/cerebelo.html> consultado el 28/09/17 a las 17:19pm.
7. Figura 7 talamo. <http://funcionde.com/talamo/> consultado el 28/09/17 a las 17:13pm.
8. Figura 8. Hipotálamo. <https://blog.cognifit.com/es/hipotalamo/> consultado el 28/09/17 a las 17:27pm.
9. Figura 9. Sistema Límbico. <https://psicologiaymente.net/neurociencias/sistema-limbico-cerebro#!> consultado el 28/09/17 a las 17:37pm.
10. Figura 10. Neocórtex. <https://www.lifeder.com/neocortex/> consultado el 28/09/17 a las 17:52pm.
11. Figura 11. Lóbulos. <http://mybrainnotes.com/memory-language-brain.html> consultado el 28/09/17 a las 22:54pm.
12. Figura 12. Lóbulo frontal. <https://www.psicoadictiva.com/blog/los-lobulos-frontales-relacion-las-emociones/> consultado el 28/09/17 a las 23:15pm.
13. Figura 13. Lóbulo parietal. <https://es.dreamstime.com/stock-de-ilustraci%C3%B3n-l%C3%B3bulo-parietal-femenino-brain-anatomy-concepto-azul-image47585830#> consultado el 28/09/17 a las 23:25pm.
14. Figura 14. Lóbulo temporal. <https://es.dreamstime.com/stock-de-ilustraci%C3%B3n-l%C3%B3bulo-temporal-masculino-brain-anatomy-concepto-azul-image47585660> consultado el 28/09/17 a las 23:27pm.

15. Figura 15. Lóbulo occipital. <https://es.dreamstime.com/stock-de-ilustraci%C3%B3n-l%C3%B3bulo-occipital-femenino-brain-anatomy-concepto-azul-image47585819> consultado el 28/09/17 a las 23:34pm.
16. Figura 16. Hemisferios del cerebro. <https://www.vitalizate.com/teoria-los-hemisferios-del-cerebro-mito-realidad/> consultado el 29/09/17 a las 00:04am.
17. Figura 17. Hemisferios y sus funciones. <http://cuadroscomparativos.com/informacion-sobre-el-hemisferio-izquierdo-y-derecho-del-cerebro-cuadros-comparativos-e-imagenes/> consultado el 29/09/17 a las 00:10am.
18. Figura 18. Codificación de datos. <https://techcrunch.com/2015/11/28/how-education-will-be-smarter-less-intrusive-and-able-to-respond-to-how-you-feel/> consultado el 29/09/17 a las 17:05pm.
19. Figura 19. Mapa de memorias. <http://minifreuds.blogspot.mx/2015/01/> consultado el 01/10/17 a las 15:33pm.
20. Figura 20. David Ausubel 1918-2008. <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/ausubel.htm> consultado el 02/10/17 a las 11:41am.
21. Figura 21. Estructuras de la función masticatoria. <http://tipsbiomedica.blogspot.mx/2014/07/la-masticacion-de-los-alimentos.html> consultado el 02/10/17 a las 13:37pm.
22. Figura 22. Hueso maxilar. <https://i.ytimg.com/vi/1v4crfpMr1Y/hqdefault.jpg> consultado el 04/10/17 a las 21:23pm.
23. Figura 23. Procesos del maxilar. <http://gsdl.bvs.sld.cu/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0estomato--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-1|--11-es-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00&a=d&cl=CL1&d=HASH01be2f72f5d5c77638fcc9c1.5.2.fc> consultado el 04/10/17 a las 21:30pm.

24. Figura 24. Mandíbula.
<https://i.pinimg.com/736x/3f/58/29/3f5829b6b03474d958bf79c96d9942dd--skull-anatomy.jpg> consultado el 04/10/17 a las 21:40pm.
25. Figura 25. Partes de la rama de la mandibula.
<http://estudiamedicina.net/cabeza/mandibula/> consultado el 04/10/17 a las 22:10pm.
26. Figura 26. Articulación Temporomandibular.
<https://raulromerodelrey.files.wordpress.com/2015/09/temporomandibular.jpg> consultado el 04/10/17 a las 23:10pm.
27. Figura 27. Musculo temporal.
<https://anatomiyfisiologiaparatodos.wordpress.com/2016/10/29/musculo-temporal/> consultado el 04/10/17 a las 19:49pm.
28. Figura 28. Musculo masetero.
<http://atlas.centralx.com/p/image/musculoskeletal-system/muscles/muscle-skeletal/masticatory-muscles/temporal-muscle/> consultado el 04/10/17 a las 20:23pm.
29. Figura 29. Músculo pterigoideo medial.
<https://i2.wp.com/rehabilitacionpremiummadrid.com/wp-content/uploads/2014/09/PTERIGOIDEO.jpg> consultado el 05/10/17 a las 01:47am.
30. Figura 30. Músculo pterigoideo lateral. <http://gsdl.bvs.sld.cu/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0estomato--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-1l--11-es-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00&a=d&cl=CL1&d=HASH01be2f72f5d5c77638fcc9c1.7.5.2.1> consultado el 05/10/17 a las 01:49am.
31. Figura 31. Regiones del cuello.
<http://estudiamedicina.net/cuello/division-topografica-del-cuello/> consultado el 05/10/17 a las 13:20pm.
32. Figura 32. Músculo platisma. <https://lasaludi.info/musculo-platisma.html> consultado el 05/10/17 a las 13:48pm.

33. Figura 33. Músculo digástrico.
<http://www.blogdefisioterapia.com/musculo-digastrico/> consultado el 05/10/17 a las 13:43pm.
34. Figura 34. Músculo Milohioideo. <http://gsdl.bvs.sld.cu/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0estomato--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-1|--11-es-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00&a=d&cl=CL1&d=HASH01be2f72f5d5c77638fcc9c1.16.1.16> consultado el 05/10/17 a las 15:13pm.
35. Figura 35. Músculo Geniohioideo.
<http://estudiamedicina.net/cuello/musculos-suprahioideos/> consultado el 05/10/17 a las 15:28pm.
36. Figura 36. Estructuras de la cavidad oral.
https://www.researchgate.net/figure/316169586_fig1_Fig-21-Diagrama-ilustrativo-de-la-cavidad-oral-Se-trata-de-una-region-con-una consultado el 05/10/17 a las 22:23pm.
37. Figura 37. Agrupación de dientes.
<http://aguasnu2matematicas.blogspot.mx/2009/10/la-dentadura-humana.html> consultado el 05/10/17 a las 23:03pm.
38. Figura 38. Labios. <https://prezi.com/frtuoalpamvy/anatomia-de-la-cavidad-oral/> consultado el 05/10/17 a las 23:19pm.
39. Figura 39. Mejilla. <http://www.centralx.es/p/imagen/sistema-estomatognatico/mejilla/> consultado el 05/10/17 a las 23:30pm.
40. Figura 40. Lengua. <http://www.centralx.es/p/imagen/sistema-estomatognatico/boca/lengua/> consultado el 05/10/17 a las 23:40pm.
41. Figura 41. Paladar duro.
<https://sites.google.com/site/los5sentidosdelosseresvivos/gusto?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1> consultado el 05/10/17 a las 23:45pm.

42. Figura 42. Aspectos anatómicos y movilidad de la mandíbula durante la succión nutritiva.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462011000400011 consultado el 02/10/17 a las 14:25pm.
43. Figura 43. Succión nutritiva. <http://www.clinicaballina.es/la-succion-y-la-deglucion-son-funciones-vitales/> consultado el 02/10/17 a las 14:53pm.
44. Figura 44. Aparición de la primera dentición y la función masticatoria.
<http://gsdl.bvs.sld.cu/greenstone/collect/estomato/index/assoc/HASHa322.dir/fig7.2g.png> consultado el 06/10/17 a las 01:45am.
45. Figura 45. Generador central de patrones. Arturo Manns. Sistema estomatognático bases biológicas y correlaciones clínicas. Edit. Ripano. 2 edición. 2012. Pp. 477.
46. Figura 46. Ciclo masticatorio.
<https://oclusiondental.wikispaces.com/file/view/masticacion%201.png/445875182/741x1097/masticacion%201.png> consultado el 09/10/17 a las 20:46pm.
47. Figura 47. Fase de apertura.
<https://oclusiondental.wikispaces.com/file/view/masticacion%202.png/445895514/741x835/masticacion%202.png> consultado el 09/10/17 a las 20:50pm.
48. Figura 48. Fase de cierre.
<https://oclusiondental.wikispaces.com/file/view/masticacion%203.png/445902682/732x450/masticacion%203.png> consultado el 09/10/17 a las 21:03pm.
49. Figura 49. Fase oclusal.
http://www.scielo.cl/fbpe/img/ijodontos/v6n2/art15_f1.jpg consultado el 09/10/17 a las 21:12pm.

50. Figura 50. Estructuras cerebrales que se activan con la función masticatoria. <http://morenocabello.com/masticacion-memoria-y-aprendizaje/> consultado el 10/10/17 a las 22:32pm.
51. Figura 51. Mapa de la información de eferente y aferente a las estructuras del cerebro (corteza cerebral, reticular y otros). Manns A, Biotti J, Brizuela C, Dolwick M, Fresno M, Gonzales H, et al. **Sistema Estomatognático: Fisiología y su correlaciones clínicas-biológicas**. 1edición Madrid, España: Editorial Médica Ripano; 2011, p. 478.
52. Figura 52. El ganglio trigeminal y sus conexiones con la formación hipocampal. Manns A, Biotti J, Brizuela C, Dolwick M, Fresno M, Gonzales H, et al. **Sistema Estomatognático: Fisiología y su correlaciones clínicas-biológicas**. 1edición Madrid, España: Editorial Médica Ripano; 2011, p. 479.