

# La memoria y el aprendizaje y su relación con la masticación

## *Memory and learning and its relation to chewing*

Aguirre-Siancas Elías Ernesto\*

\* Laboratorio de Fisiología y Farmacología. Facultad de Odontología.  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

### RESUMEN

El presente artículo revisa la relación entre las funciones cognitivas de memoria y aprendizaje con la masticación, una relación poco conocida por los profesionales de la salud y que integra la labor médica con la labor odontológica. Se revisan los conceptos de memoria y aprendizaje, desarrollándose sus principales características funcionales y estructurales. Se enlazan dichas funciones cognitivas y las estructuras del sistema nervioso central que las regulan con la función masticatoria, donde se incide en la base neural de la masticación y las probables vías de conexión entre la cavidad bucal y la formación hipocampal, uno de los principales centros nerviosos implicado en las funciones de memoria y aprendizaje. Se concluye al final del artículo que la evidencia expuesta sugiere que el adecuado mantenimiento de la masticación influye sobre las funciones cognitivas de memoria y aprendizaje.

**Palabras clave:** Aprendizaje, formación hipocampal, masticación, memoria, sistema estomatognático.

### ABSTRACT

This article reviews the relationship between cognitive functions of memory and learning with chewing, a function little known by health professionals and that integrates medical work with dental work relationship. The concepts of memory and learning will be reviewed; it will be also developed its major functional and structural characteristics. These cognitive functions and structures of the central nervous system regulating the chewing function will be linked, where it will explain the neural basis of mastication and the likely routes of connection between the oral cavity and the hippocampal formation, one of the main nerve centers involved in will be linked memory functions and learning. It is concluded at the end of the article that exposed evidence suggests that proper maintenance of mastication influences on cognitive functions of memory and learning.

**Key words:** Chewing, hippocampal formation, learning, memory, stomatognathic system.

### INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más significativos que ocurren en los seres humanos, en el transcurso de la vida, es el deterioro de la función de memoria y como consecuencia de la capacidad de aprendizaje. Dichas funciones cognitivas son de suma importancia y su disminución tiene un impacto social y económico devastador en las personas, las familias, el sistema de salud y la sociedad en su conjunto. Se ha encontrado que este deterioro cognitivo puede deberse a varias causas, siendo algunas claramente entendidas como, por ejemplo, el "envejecimiento normal", pero también existen otras no tan claras que se proponen como causas ocasionadoras de una variación en las funciones de memoria y aprendizaje, dentro de ellas podemos mencionar la influencia del estímulo musical y la influencia de la función masticatoria.<sup>1-6</sup>

Clásicamente la masticación es entendida como una función eminentemente digestiva, siendo el primer proceso por el cual debe pasar el alimento para luego ser deglutido y pro-

cesado en el tracto digestivo, pero actualmente se empieza a comprender que la función masticatoria también es muy importante, no sólo para la ingesta de alimentos, sino para funciones psicológicas, físicas y cognitivas.<sup>2,6-8</sup>

Las alteraciones en el sistema estomatognático que repercuten en una disminución de la función masticatoria pueden deberse a varias causas y pueden presentarse en todos los grupos etarios: maloclusiones en la niñez y adolescencia, para funciones y enfermedad periodontal agregado a las pérdidas dentarias en adultos y, sobre todo, en personas seniles.<sup>9,10</sup> Lamentablemente en el Perú y en muchos países de Latinoamérica la prevalencia e incidencia de patologías del sistema estomatognático que ocasionan deficiencias masticatorias son altas, en parte por la falta de un programa estructurado en la prevención y tratamiento y, por otro lado, por razones económicas. Adicionalmente, el autor del presente artículo ha observado que entre el personal de salud (médicos, odontólogos, etc.) existe desconocimiento sobre las implicancias que la función masticación pueda tener sobre las funciones cognitivas.<sup>11-13</sup>

**Correspondencia:** Elías Ernesto Aguirre-Siancas Jr.  
Pomacanchi 326, Lima 30, Perú.  
Correo electrónico: elias\_aguirre@yahoo.com eaguirres@aulafarmacologica.com

Artículo recibido: Agosto 01, 2014.  
Artículo aceptado: Septiembre 17, 2014.

### Aprendizaje, memoria y formación hipocampal

Los procesos de aprendizaje y memoria han sido un permanente reto a la investigación en fisiología, neurología, psicología y en general en todas las ciencias que tienen que ver con el hombre.<sup>14</sup>

El aprendizaje se conceptúa como el cambio más o menos permanente que ocurre en el comportamiento como resultado de la práctica. El aprendizaje es una capacidad que en mayor o menor medida es poseída por todas las especies animales, ya que constituye un mecanismo fundamental de adaptación al medio ambiente. La adaptación de la conducta al ambiente está mediada por procesos perceptivos, cognitivos y de organización motora. El aprendizaje y la memoria se entienden como un proceso continuo, siendo el aprendizaje la función cognitiva mediante el cual adquirimos conocimientos sobre el mundo, siendo la memoria el proceso por el cual el conocimiento del mundo es codificado, almacenado, y más tarde recuperado. Aunque algunas veces se utilizan como sinónimos, el aprendizaje es el proceso que modifica el comportamiento posterior, mientras que la memoria es la capacidad de recordar experiencias pasadas.<sup>3,15</sup>

La memoria puede ser dividida en memoria de corto plazo (memoria de trabajo) y memoria a largo plazo. La memoria a corto plazo tiene una capacidad limitada y dura sólo por un periodo de varios segundos a un minuto. En contraste, la memoria de largo plazo puede almacenar grandes cantidades de información y potencialmente tiene duración ilimitada. La memoria a largo plazo es dividida en memoria declarativa (explícita) y en no declarativa (implícita). La memoria declarativa responde a la pregunta: "¿qué?", e incluye conocimiento de hechos tales como lugares, cosas y personas, y el significado de estos hechos. La memoria declarativa se subdivide en memoria episódica, que es la experiencia personal específica de un evento enfocada a un contexto particular, como el tiempo y lugar; y la memoria semántica, consiste en el conocimiento de hechos que tienen independencia del contexto en el que se aprendieron. La más importante estructura cerebral implicada en la memoria declarativa es la formación hipocampal, además de áreas de asociación corticales (corteza entorrinal, giro parahipocampal) y amplias áreas de la corteza de asociación neocortical.<sup>3,15,16</sup>

La formación de una nueva memoria declarativa es un proceso secuencial, que incluye la adquisición de nuevos conocimientos (codificación), conservación de la información (almacenamiento), y llevarlo de nuevo al presente (recuperación). Estando los recuerdos continuamente consolidados en el neocórtex. La memoria no declarativa o memoria implícita, por otro lado, responde a la pregunta "¿cómo?". Se refiere a la adquisición de las habilidades motoras y hábitos y está mediada por el cuerpo estriado y el cerebelo. Adicionalmente, la amígdala media la memoria emocional y se ha visto relacionada con la consolidación de la memoria.<sup>3,16</sup>

La memoria depende de la participación de un conjunto de neuronas que forman sistemas especializados para cada tipo de información y que guardan el producto de ésta. La memoria a largo plazo depende de un cambio a nivel sináptico de redes neuronales que pertenecen a conjuntos diferentes

de procesamiento; el fortalecimiento de algunas conexiones neuronales se lleva a cabo por las reflexiones sinápticas del ensayo, reaprendizaje y olvido normal, dando como resultado un remodelado de los circuitos nerviosos que originalmente representaban la información almacenada.<sup>14</sup>

La formación hipocampal es una lámina curvada de corteza que está plegada en la superficie medial del lóbulo temporal, ocupando el piso del ventrículo lateral. Ésta consta de tres partes mayores: el giro dentado (DG), el hipocampo propiamente dicho (cuerno de Ammon, que presenta tres áreas signadas como CA1, CA2 y CA3) y el subiculum. La corteza que forma la formación hipocampal tiene una apariencia de tres capas. La primera capa es profunda y comprende una mezcla de fibras aferentes, eferentes e interneuronas. En el giro dentado esta capa se llama el hilio. Superficial a esta capa polimorfa se halla una que se compone de células principales e interneuronas; en el giro dentado esta capa de células se llama la capa granular, mientras que en las regiones del hipocampo propiamente dicho y el subiculum se conoce como la capa de células piramidales (estrato piramidal). La capa más superficial es la capa molecular (el estrato molecular) en el giro dentado y el subiculum. En la región del hipocampo propiamente dicho, la capa molecular se subdivide en un número de subcapas. En CA3 se distinguen tres sub-capas: el estrato lucidum, que recibe aferentes del giro dentado; el estrato radiatum, que comprende las dendritas apicales de las neuronas localizadas en el estrato piramidal; y, más superficialmente, el estrato lacunosum-moleculare. Las principales aferentes hacia el hipocampo se originan en la corteza entorrinal. En el hipocampo, el giro dentado se proyecta hacia CA3. CA3 se proyecta hacia sí misma a través de conexiones recurrentes, así como hacia CA1, a través de las fibras colaterales de Schaffer. Los principales vías eferentes de la formación hipocampal se originan desde CA1 y del subiculum, y finalizan en la corteza entorrinal, la cual tiene conexiones recíprocas con amplias áreas de asociación de la corteza cerebral.<sup>3,16-19</sup>

### La masticatoria

La masticación es la suma de los ciclos masticatorios (un ciclo masticatorio es cada golpe con puntos de inicio y final en la posición de máxima intercuspidación) necesarios y suficientes para reducir todo el alimento a una forma y tamaño adecuado que posibiliten, a través de las degluciones sucesivas, consumirlo enteramente; envuelve una serie de procesos biológicos neurales, químicos y evolucionarios dependiente del crecimiento y del desarrollo.<sup>9,10</sup> La masticación es una función condicionada, adquirida, automática y esencialmente involuntaria; sin embargo, pueda ser fácilmente sometida bajo control consciente, y experimenta cambios adaptativos durante el transcurso de la vida del sujeto.<sup>20</sup>

La tomografía por emisión de positrones y la resonancia magnética funcional (fMRI) 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 sen-

sorial, motora suplementaria y la corteza insular, así como en el cuerpo estriado, tálamo y cerebelo.<sup>2</sup>

### 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. 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), 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.<sup>20,21</sup>

### Los posibles caminos desde la cavidad oral hacia la formación hipocampal

Los detalles de 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. Hasta la fecha, la interacción directa entre la cavidad oral y la formación hipocampal no se ha demostrado. 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. Las neuronas sensoriales primarias del trigémino tienen perfiles únicos en comparación con otras neuronas sensoriales. 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. 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. Esta formación reticular se cree que regula o controla el input sensorial hacia los centros superiores como un sistema activador reticular

ascendente. La formación reticular y el sistema activador reticular ascendentes 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.<sup>22</sup>

La información sensorial de las neuronas sensoriales secundarias situada en el núcleo sensorial del trigémino llegan 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 en proceso de entendimiento.<sup>22</sup>

### Integración de los conceptos de masticación y función hipocampal en la fisiopatología humana relacionada con la memoria y el aprendizaje

El deterioro de la masticación es considerado como un factor de riesgo epidemiológico para la enfermedad de Alzheimer y la salud sistémica. Además, el cambio de la alimentación por sonda a la alimentación oral masticatoria conduce a un aumento en la motivación y a niveles más altos de habilidad diaria en pacientes de edad avanzada; en cambio, la disminución de la función masticatoria tiene efectos contrarios. Estos hallazgos sugieren que la masticación tiene un papel importante en la prevención de la demencia senil y trastornos relacionados con el estrés, que a menudo se asocia con disfunción cognitiva tales como deterioro de la memoria y aprendizaje. Investigaciones y revisiones se centran en el rol crítico que juega el hipocampo en el aprendizaje y la memoria enfocándose en el efecto que la función masticatoria origina sobre dicha estructura cerebral.<sup>2,6,23</sup>

La privación masticatoria en ratones parece afectar principalmente la función hipocampal en diversos grupos etarios, los desequilibrios masticatorios muestran una disminución en el número de neuronas y en el aumento de astrocitos hipertróficos. Todos estos cambios parecen agravarse por el

envejecimiento y por el tiempo después de la pérdida de dientes, lo que sugiere efectos aditivos en el deterioro de las funciones cognitivas relacionadas principalmente a la memoria y aprendizaje.<sup>6,8,24,25</sup>

## CONCLUSIONES

1. La evidencia encontrada sugiere que la adecuada masticación es uno de los factores que influye en el óptimo mantenimiento de las funciones cognitivas de memoria y aprendizaje.
2. Es necesario que al atender a los pacientes se entienda que todos los sistemas funcionan integralmente, de esa forma al realizar una intervención odontológica se deberá, no solamente, ver los alcances que dicho tratamiento ocasionará en la cavidad bucal, sino también tomar en cuenta que otros sistemas pueden verse afectados como es el sistema nervioso central.

## DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERESES

El autor del presente artículo de revisión declara que no existen conflictos de intereses.

## FUENTES DE FINANCIAMIENTO

El autor no han declarado fuente alguna de financiamiento para este informe científico.

## REFERENCIAS

1. Lozano L, Lozano A. La influencia de la música en el aprendizaje. Memorias del IX Congreso Nacional de Investigación Educativa 2007. Mérida, México.
2. Kubo K, Ichihashi Y, Urata Ch, Iinuma M, Mori D, Katayama T, et al. Masticatory function and cognitive function. *Okajimas Folia Anat Jpn* 2010; 87: 135-40.
3. Sharma S, Rakoczy S, Brown-Borg H. Assessment of spatial memory in mice. *Life Sci* 2010; 87: 521-36.
4. Schellenberg EG, Weiss MW. *The Psychology of Music*. 3rd ed. San Diego, EE.UU. Elsevier 2013: 505-519.
5. Onyper S, Carr T, Farrar J, Floyd B. Cognitive advantages of chewing gum. Now you see them, now you don't. *Appetite* 2011; 57: 321-8.
6. Frota de Almeida M, Chaves de Siqueira-Mendes F, Gurgel-Felício A, Falsoni M, Ferreira de Andrade M, Bento-Torres J, et al. Spatial memory decline after masticatory deprivation and aging is associated with altered laminar distribution of CA1 astrocytes: behavioral and stereological analysis. *BMC Neuroscience* 2012; 14: 23.
7. Pocock G, Richards C, Richards D. *Human Physiology*. 4ta ed. Oxford, Inglaterra: Oxford University Press; 2013, p. 586-91.
8. Teixeira F, Pereira L, Tavares P, Raiol M, Gomes-Leal W, Ferraz C, et al. Masticatory Deficiency as a Risk Factor for Cognitive Dysfunction. *Int J Med Sci* 2014; 11(2): 209-214.
9. Planas P. *Rehabilitación Neuro-Oclusal*. 2da. Ed. Madrid, España: Amolca; 2008, p. 3-21.
10. Simoes W. *Ortopedia Funcional de los Maxilares*. 3da. Ed. Buenos Aires, Argentina: Artes Médicas Latinoamericanas; 2004, p. 93-8.
11. Aliaga-Del Castillo A, Mattos-Vela M, Aliaga-Del Castillo R, Del Castillo-Mendoza C. Maloclusiones en niños y adolescentes de caseríos y comunidades nativas de la Amazonía de Ucayali, Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* 2011; 28: 87-91.
12. Campodónico-Reátegui A, Chein-Villacampa S, Benavente-Lipa L, Vidal-Goñi R, Delgadillo-Ávila J, Álvarez-Paúcar M, et al. El perfil de salud-enfermedad bucal y las necesidades de tratamiento de los adultos mayores de Lima urbana 2012. *Odontol Sanmarquina* 2013; 16: 29-33.
13. Flores-Moreno M, Montenegro-Gutiérrez B. Relación entre la frecuencia diaria de consumo de azúcares extrínsecos y la prevalencia de caries dental. *Rev Estomatol Heredia* 2005; 15: 36-9.
14. Oyuela R, Lareo L, Muñoz L, Morales L, Echeverry S, Uribe A, et al. Efecto en el aprendizaje y la memoria espacial de un péptido sintético en ratas: estudio preliminar. *Psicología desde el Caribe* 2004; 13: 1-14.
15. Aguado-Aguilar L. Aprendizaje y Memoria. *Rev Neuro* 2001; 32: 373-81.
16. Krebs C, Weinberg J, Akesson E. *Neuroscience*. Baltimore, EE.UU. Lippincott Williams & Wilkins 2012: 377-92.
17. Allen T, Fortin N. The evolution of episodic memory. *PNAS* 2013; 110(Supl. 2): 10379-86.
18. Van Strien N, Cappaert N, Witter M. The anatomy of memory: An interactive overview of the parahippocampal-hippocampal network. *Nat Rev Neurosci* 2009; 10: 272-82.
19. Maguire E, Woollett K, Spiers H. London taxi drivers and bus drivers: a structural MRI and neuropsychological analysis. *Hippocampus* 2006; 16: 1091-101.
20. Manns A, Biotti J, Brizuela C, Dolwick M, Fresno M, Gonzales H, et al. Sistema Estomatognático: Fisiología y su correlaciones clínicas-biológicas. Madrid, España: Editorial Médica Ripano; 2011, p. 473-98.
21. Türker K. Reflex control of human jaw muscles. *Crit Rev Oral Biol Med* 2002; 13: 85-104.
22. Vicens P, Redolat R, Carrasco M. Aprendizaje espacial y laberinto de agua: metodología y aplicaciones. *Psicothema* 2003; 15: 539-44.
22. Ono Y, Yamamoto T, Yatubo K, Onozuka M. Occlusion and brain function: mastication as a prevention of cognitive dysfunction. *J Oral Rehabil* 2010; 37: 624-40.
23. Kushida S, Kimoto K, Hori N, Toyoda M, Karasawa N, Yamamoto T, et al. Soft-diet feeding decreases dopamine release and impairs aversion learning in Alzheimer model rats. *Neurosci Lett* 2008; 439: 208-11.
24. Que H, Miyamoto Y, Okada S, Koretake K, Jung C, Michikawa M, et al. Tooth loss induces memory impairment and neuronal cell loss in APP transgenic mice. *Behav Brain Res* 2013; 252: 318-25.
25. Yoshino F, Yoshida A, Hori N, Ono Y, Kimoto K, Onozuka M, et al. Soft-food diet induces oxidative stress in the rat brain. *Neurosci Lett* 2012; 508: 42-6.