

## 5. El sentido del gusto

El sentido del gusto en un inicio era un misterio debido a que los científicos no tenían acceso al microscopio, sin embargo al progresar la ciencia y la tecnología se abrió el campo de oportunidad para estudiar la lengua y sus funciones básicas, así como la distribución de las papilas gustativas.

El sistema gustativo como tal se apoya principalmente en la lengua, dicho músculo está ubicado dentro de la cavidad bucal, este órgano es responsable del funcionamiento de uno de los principales sistemas sensoriales con los que cuenta el ser humano, ya que nos brinda la oportunidad de experimentar las texturas, temperaturas y sabores de diferentes alimentos.

Con la lengua tenemos la capacidad de paladear tanto sabores agradables como desagradables, las experiencias por medio de este músculo nos permiten recordar todas aquellas comidas que nos hacen salivar de antojo y las que nos desagradan incluso desde la niñez.

Pareciera que el sistema gustativo no tiene una función importante para la supervivencia, pero es a través de este sistema que podemos distinguir o filtrar los alimentos que pasarán al tracto digestivo y aquellos que debido a su sabor o textura rechazaremos.

Pero ¿Cómo funciona este filtro? Para que los seres humanos puedan determinar que alimentos son agradables y desagradables a su paladar, es necesario que las moléculas de las sustancias contenidas en los alimentos, se disuelvan con la saliva y de esta forma comiencen a funcionar los diferentes receptores de la lengua, para identificar si el alimento es dulce, salado, ácido o amargo; enviando señales de identificación al cerebro que permitan determinar si probaremos o no de nuevo dicho alimento.

Para saber un poco más acerca del complejo funcionamiento del sistema gustativo pasemos a la siguiente sección, donde se discutirá detalladamente el complejo proceso neurofisiológico que involucra la degustación, identificación, aceptación y rechazo de los sabores, temperaturas y texturas de los alimentos.

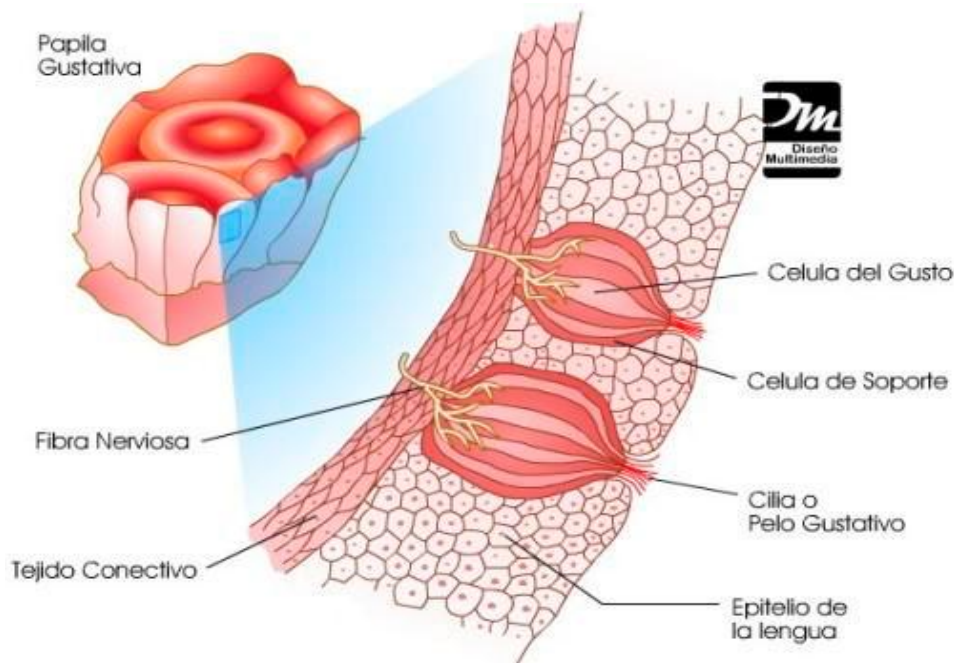
Al comer compartimos diferentes experiencias acerca del gusto por la comida, por ejemplo considerar un alimento medianamente rico, el cual, podría mejorar si incluimos un poco más de sal, pimienta o cualquier otro condimento que a nuestro gusto perfeccionaría el sabor de ese platillo; también expresamos emociones negativas o positivas en términos de sí el alimento nos parece sabroso o desagradable; asimismo

hacemos asociaciones con las personas que preparan los alimentos o los eventos que giran alrededor, como lo son las celebraciones y reuniones con familiares o amigos; del mismo modo influye la cantidad de comida que consumimos recientemente, las experiencias previas con los alimentos; nuestra herencia genética; y por su puesto nuestro estado nutricional.

Para comenzar a explicar el funcionamiento del sistema gustativo, comenzaremos por la estructura anatómica de la lengua.

## Bases anatómicas

La lengua, el paladar, la faringe y la laringe albergan alrededor de 10,000 botones gustativos. Estos órganos receptores se encuentran alrededor de las papilas, las cuales son pequeñas protuberancias de la lengua. Dichas células contienen un agregado de 50 a 150 células quimio sensibles ubicadas en el epitelio lingual (véase Figura 1).



**Figura 1.**  
**Papilas**  
**Gustativas.**

Existen diferentes tipos de papilas gustativas, las cuales se clasifican de la siguiente manera:

- a) Las *papilas filiformes*, las cuales, tienen forma de cono y se localizan en toda la extensión de la lengua y le confieren su aspecto rugoso.
- b) Las *papilas fungiformes*, tienen forma de hongos y se localizan en las dos terceras partes anteriores de la lengua, es decir, en la punta y los lados; contienen inclusive ocho botones gustativos, además de receptores para la presión, el tacto y la temperatura.

- c) Las *papilas foliadas*, son pliegues paralelos situados a lo largo de los bordes de la parte posterior de la lengua, en dichos bordes se localizan 1,300 botones gustativos.
- d) Las *papilas circunvaladas o caliciformes*, organizadas en forma de “V invertida” en el tercio posterior de la lengua, contienen 250 botones gustativos, los cuales tienen la forma de una meseta rodeada de una zanja en forma de foso.

Los botones gustativos están constituidos de grupos de 20 a 50 células receptoras simulando la forma de los gajos de una naranja. Al final de cada célula salen cilios que proyectan a través de la apertura del botón gustativo hacia la saliva. Hay uniones entre las células gustativas adyacentes que evitan la propagación de la saliva en el interior del botón gustativo (véase Figura 2).



**Figura 2.** Tipos de Papilas Gustativas

Las células del sistema gustativo son quimiorreceptores en forma de huso, los cuales se proyectan desde la lámina basal hasta la superficie del epitelio lingual.

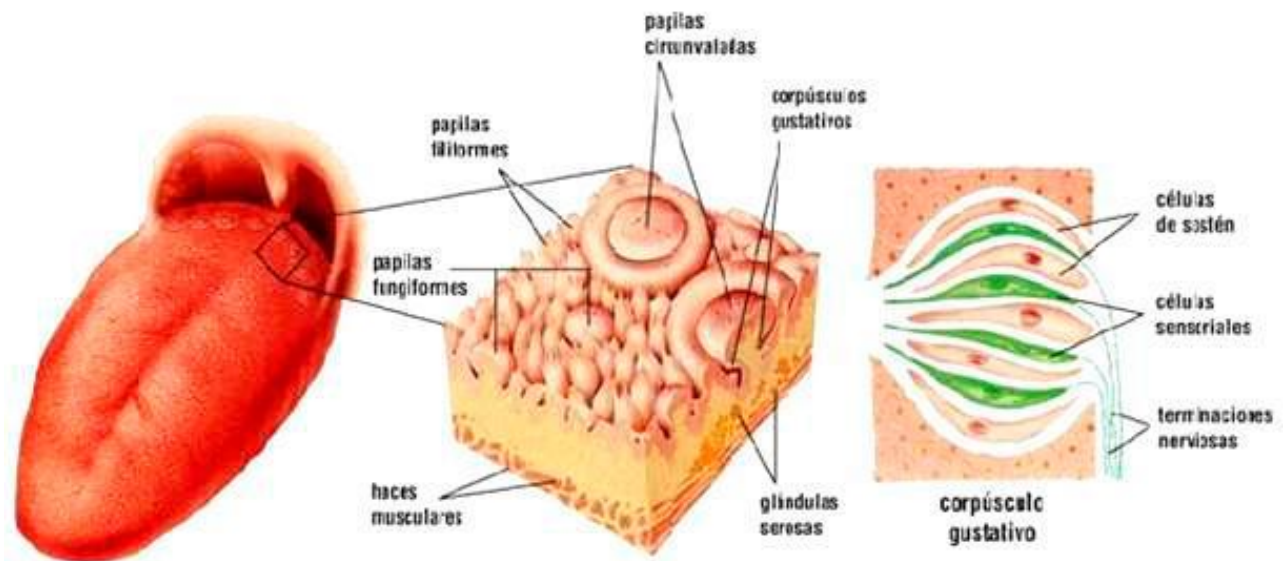
Considerando su estructura se clasifican en: *células basales o no diferenciadas*, son pequeñas de forma redondeada u ovalada y se encuentran en el margen basolateral del botón gustativo; *células opacas o del tipo I*, son las más abundantes caracterizadas por presentar una densa granulación en el citoplasma apical; *células intermedias*, poseen granulación citoplasmática y un retículo endoplásmico bien desarrollado; y *células claras o del tipo II*, presentan un citoplasma transparente y un retículo endoplásmico liso abundante.

Los últimos tres tipos son células bipolares que se extienden desde la base del botón hasta la superficie de la lengua proyectando micro vellosidades a través del poro gustativo.

Después de haber descrito brevemente la estructura anatómica de la lengua, ahora hablaremos de la función de los receptores gustativos y los tipos de sabores que percibe cada región de la lengua a través de sus papilas gustativas.

## Receptores gustativos

Los receptores del gusto no son neuronas, sino células modificadas de la piel. De la misma forma que las neuronas, los receptores poseen membranas excitables y liberan neurotransmisores para excitar las neuronas adyacentes, las cuales a su vez transmiten información al cerebro. Pero al igual que las células de la piel, los receptores del gusto se van reemplazando gradualmente, cada uno de ellos dura entre 10 y 14 días. Así mismo estos receptores hacen sinapsis con las dendritas de las neuronas sensoriales que transportan información gustativa hacia el encéfalo. Dichos receptores se localizan en el interior de la boca, en los corpúsculos gustativos (véase Figura 3) que se encuentran en el epitelio de la lengua, el velo del paladar y la epiglotis. Son abundantes en las paredes de las papilas circunvaladas y en la base de lengua. Aparecen en menor número en las papilas fungiformes, filiformes y foliadas; son escasos en el paladar y la epiglotis, y en ocasiones faltan en la parte media del dorso de la lengua.



**Figura 3.** Corpúsculos Gustativos

Los corpúsculos gustativos aparecen en el embrión humano entre la semana 13 y 15 de gestación, en general el número de corpúsculos disminuye después del nacimiento, lo cual ocurre en una importante proporción de los que se hallan en la parte anterior de la lengua en el embrión y con los situados en la epiglotis en el recién nacido, estos desaparecen en la adultez.

La estructura del corpúsculo gustativo está constituida por conjuntos de células alargadas que en la parte profunda se apoyan en una membrana basal que las separa de la dermis y por el otro extremo llegan hasta la superficie del epitelio.

Las células que lo componen son de dos tipos: *receptoras* y *sustentaculares*, las últimas están situadas entre las receptoras en la base del corpúsculo y algunas rodean a toda la estructura; por su parte las receptoras presentan relación con las terminaciones de fibras aferentes y en la parte de su citoplasma cerca de la zona de contacto se ven vesículas claras. En ambos tipos de células convergen por su parte apical (perteneciente o relativo al vértice o a la zona de un cuerpo o un órgano) al poro gustativo que se abre en la superficie del epitelio. A nivel del poro presentan prolongaciones formadas por micro vellosidades que constituyen los filamentos gustativos, los cuales parecen corresponder a las células sustentaculares.

### **Mecanismos de transducción**

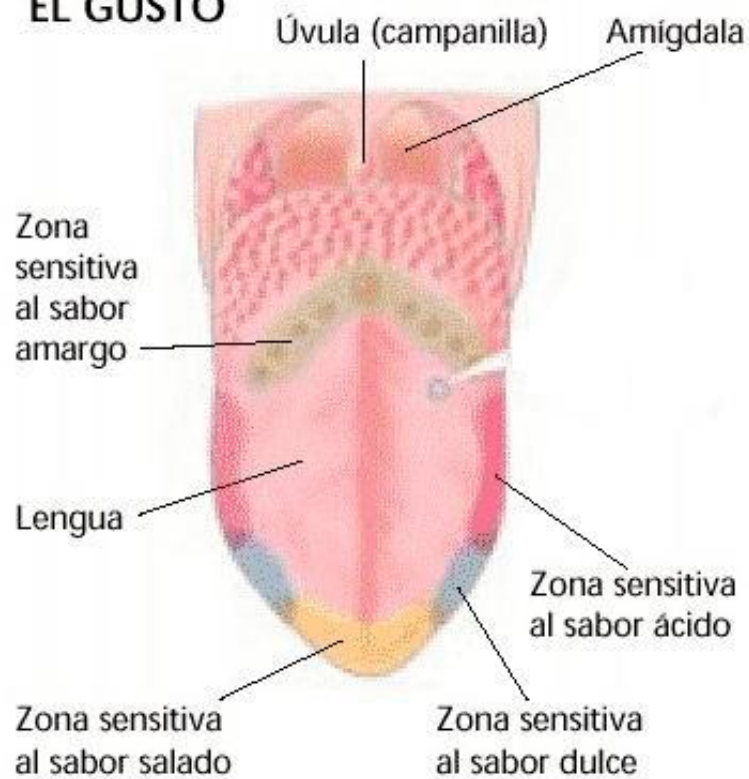
La activación de las células gustativas puede ser dividida en una secuencia de pasos: 1) Detección del estímulo gustativo en la membrana apical, 2) Generación de un potencial de receptor o alguna señal interna, 3) Conducción de la señal a sitios de liberación sináptica en la membrana basolateral y 4) Modulación de la liberación del neurotransmisor.

La detección de un estímulo está conectada con la generación de un potencial del receptor, proceso al que se ha denominado **Transducción**.

La transducción inicia cuando las sustancias químicas de los alimentos entran en contacto con los receptores de las células, es decir, la molécula degustada se liga al receptor y produce cambios en la permeabilidad de la membrana que genera los potenciales receptores. Es entonces que estas sustancias alteran el flujo de iones a través de la membrana, así mismo cada sustancia produce sensaciones gustativas diferentes.

Ahora bien, en el músculo de la lengua existe una distribución particular de la percepción de los sabores, esto es cada región de la lengua percibe un tipo de sabor en particular. La punta es más sensible al sabor dulce y salado, mientras los laterales tienen mayor sensibilidad a los sabores ácidos y la parte posterior de la lengua, la garganta y el paladar blando son más sensitivos a los sabores amargos (véase Figura 4).

## EL GUSTO



**Figura 4.** Distribución de la percepción del sabor en la superficie de la lengua.

### Sabor Salado

Fue el primer mecanismo de transducción estudiado detalladamente. El sabor provocado por el sodio es transducido en potenciales de receptor a través de los canales de sodio presentes en la membrana apical de las células gustativas, el sodio se difunde pasivamente a través de canales en la membrana apical y despolariza a la célula, dichos canales de sodio representan una característica común de muchos epitelios, incluyendo el lingual. Una de las primeras evidencias que sugirió que la transducción del sabor salado debido al sodio era mediado por canales iónicos, fue un estudio de Shiffman & cols, (1983) quienes demostraron que la respuesta aferente sensorial al sodio era inhibida por la amilorida, □ fármaco diurético del tipo ahorradores de potasio, actúa bloqueando los canales de sodio epiteliales□ .

### Sabor Ácido

Los receptores para los sabores ácidos posiblemente responden a los iones de hidrógeno presentes en las soluciones ácidas. No obstante, debido a que la acidez de una sustancia no es una simple función de la concentración de iones de hidrógeno, los aniones deben tener algún efecto también. De acuerdo con Kinnamon, Dionne & Beam (1988) la acidez se detecta en los canales de potasio de la membrana de los cilios de la célula gustativa. Estos canales que se encuentran normalmente abiertos, permiten la salida de potasio de la célula, mientras los iones de hidrógeno se unen y



cierran los canales, lo cual impide la corriente de salida y despolariza la membrana, produciendo potenciales de acción.

Al parecer la transducción de esta modalidad gustativa no requiere de receptores gustativos específicos. Los protones parecen bloquear los canales apicales que median la transducción de otros cationes monovalentes □ Átomos, radicales o grupos de átomos con una valencia de más 1, que viajan al polo negativo durante la electrólisis □ . Por ejemplo, la literatura señala que los protones pueden bloquear los canales de sodio sensibles a la amilorida para despolarizar la célula de la membrana gustativa.

## Sabor Dulce

Este tipo de sustancias es más difícil de caracterizar. Cuando una molécula se enlaza con uno de estos receptores activa una proteína G que libera a un segundo mensajero en el interior de la célula, tal como sucede en las sinapsis metabotrópicas. La unión de las moléculas de sabor dulce a sus receptores origina un aumento en el nivel de AMP cíclico en la célula. Este segundo mensajero abre los canales de calcio y el influjo de calcio origina la liberación de sustancia transmisora por parte de la célula.

Los estudios han aportado evidencias de que la transducción de los sabores dulces podría implicar el cierre de canales de potasio a través de un mecanismo mediado por nucleótidos cíclicos. Los agentes gustativos dulces producen un aumento en la actividad de la adenilato ciclasa □ es una enzima liasa, forma parte de la cascada de señalización de la proteína G que transmite señales químicas desde el exterior de la célula a su interior a través de la membrana celular □ en preparaciones de membrana obtenidos de la lengua de rata.

## Sabor Amargo

El estímulo típico para producir el sabor amargo es una planta alcaloide como la quinina. En relación a la estructura de las moléculas que saben amargo estas incluyen residuos hidrofóbicos, es decir, una región que es repelida por la presencia de agua. Las sustancias amargas en particular también tienen una región con carga positiva, sus receptores para el sabor amargo están acoplados a la proteína G denominada *gustducina*, de estructura similar a la *transducina*, la proteína G involucrada en la transducción de la información luminosa de la retina.

Cuando la molécula amarga se une al receptor la *gustducina* activa la fosfodiesterasa, encima que destruye el AMP cíclico, asimismo la detección de la molécula amarga por el receptor produce una disminución del AMP cíclico intracelular. Ahora bien, en las células receptoras del gusto parece que los canales de potasio del cuerpo de la célula receptora se mantienen normalmente abiertos por la acción del AMP cíclico, lo que

permite una expulsión constante de cationes de potasio. Por lo tanto, una disminución en el nivel de AMP cíclico cierra los canales de potasio y la membrana se despolariza.

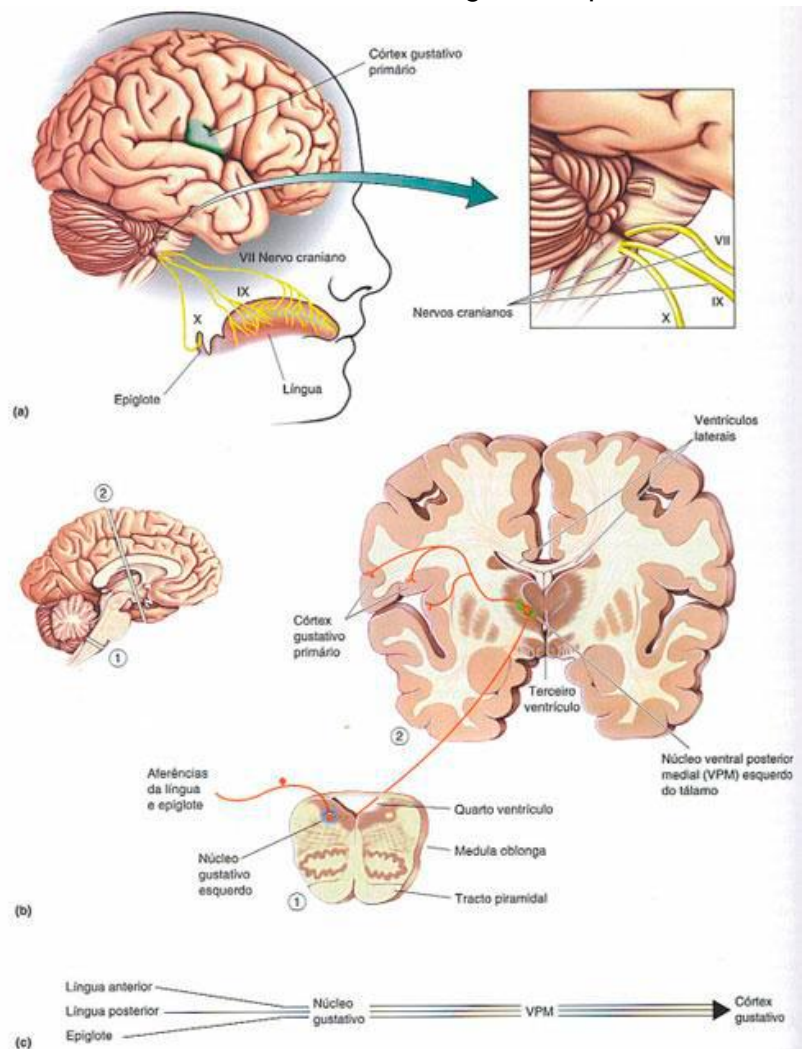
## La vía gustativa

La información gustativa se transmite a través de los nervios craneales Facial (VII) conducido por sus receptores a los centros por neuronas aferentes viscerales especiales, las cuales, tienen el soma de sus neuronas en el ganglio geniculado; Glossofaríngeo (IX) cuyo cuerpo celular se halla en el ganglio petroso; y el Nervio Vago (X), que tiene soma de sus neuronas en el ganglio nodoso.

Las ramas centrales de estas neuronas penetran al tallo cerebral para incorporarse al haz solitario y terminar en la parte rostral del núcleo del haz solitario, al que también se le llama núcleo gustatorio. La información que proviene de la parte anterior de la lengua viaja por la *cuerda timpánica* □ recibe este nombre porque pasa por el oído medio justo al lado de la membrana timpánica, debido a su localización es accesible a un electrodo de registro o de estimulación □ , una rama del nervio facial.

Los receptores para el gusto de la parte posterior de la lengua envían información por la rama lingual nervio glossofaríngeo; mientras tanto el nervio vago transporta información de los receptores del paladar y de la epiglote.

La primera estación de relevo para el gusto es el *núcleo del tracto solitario*, localizado en el bulbo. Las neuronas del tálamo sensibles al gusto envían sus axones a la corteza gustativa primaria, localizada en la corteza frontal insular y opercular. A su vez las neuronas de esta región proyectan a la corteza gustativa secundaria, localizada en la corteza orbito frontal lateral caudal. Es importante mencionar que el sistema sensorial del gusto está representado ipsilateralmente en el cerebro (véase Figura)





## Figura 5. Vía del Sistema Sensorial Gustativo

La información gustativa también llega a la amígdala, el hipotálamo y al cerebro basal adyacente.

Casi todas las fibras de la cuerda timpánica responden a más de una cualidad gustativa y otras tantas responden a cambios de temperatura. Empero, la gran mayoría muestra preferencias por una de las cuatro cualidades (dulce, salado, amargo y ácido).

Al mismo tiempo hay que destacar que una sola fibra nerviosa puede inervar cierto número de corpúsculos gustativos hasta 12 de ellos, la terminación nerviosa puede relacionarse con más de una célula receptora en solo corpúsculo, por otra parte, cada célula receptora puede recibir inervación de diferentes fibras. Esto parece estar relacionado con el hecho de que cuando dos estímulos químicos se aplican simultáneamente a distintas partes de una neurona gustativa, puede desatar depresión o reforzamiento de la respuesta en las papilas; a su vez una sola fibra aferente responde cuando se aplican diferentes tipos de estímulos químicos, que provocan diferentes sensaciones gustativas captadas por diversas células receptoras, es decir, una sola neurona aferente puede transmitir información de diferentes cualidades gustativas.

### Déficits y Trastornos

¿Cómo es que una lesión cerebral puede anular la percepción gustativa? Con respecto al resto de los sistemas sensoriales, el gusto perdura funcional hasta la vejez, una posible explicación de la estabilidad del sistema gustativo se fundamenta en el hecho de que son cuatro los nervios craneales que transmiten información gustativa; por lo que a pesar de existir una lesión en uno de los cuatro nervios que controla el gusto, este seguirá funcionando medianamente bien.

Algunos trastornos del gusto son realmente a causa de trastornos del olfato, ya que los trastornos del olfato alteran la percepción del sabor, debido a que los componentes que producen el sabor son el olfato, el gusto, la textura y la temperatura de los alimentos que ingerimos.

Los trastornos del gusto suelen indicarse con el sufijo *geusia*: por ejemplo *ageusia* (incapacidad para el gusto), *hipogeusia* (decremento de la capacidad gustativa) y *disgeusia* (distorsión de la capacidad gustativa). Al parecer la *disgeusia* suele

derivarse de lesiones en las vías gustativas periféricas; en contraste, las *ageusias* y las *hipogeusias* pueden ser de origen periférico y central.

Otro trastorno que puede causar alteraciones en la percepción de los sabores es la *Parálisis de Bell* □ la cual causa una lesión transitoria en el nervio facial (VII) □ , parece ser la patología más común que provoca alteraciones en la vía periférica gustativa.

Sánchez & Combarros (2001) mencionan que el relevo gustativo en el tálamo es adyacente al área somatosensorial de la cavidad oral y los dedos, por tanto, la ageusia asociada al síndrome quirooral □ este causa parestesia, es decir, sensación de quemarse o pincharse en la parte inferior de la cara y las manos □ puede ocurrir con una lesión talámica. Asimismo, destacan que el aura gustativa en las epilepsias muestra que la ínsula y el área anteriomedial del lóbulo temporal son las áreas primaria y secundaria, respectivamente, del gusto. Conjuntamente indican que los pacientes con el cuerpo calloso seccionado o con tumores en la ínsula apoyan la hipótesis de la existencia de una representación gustativa de las hemilenguas en el hemisferio izquierdo.