

# GOSTO, SABOR E PERCEPÇÕES SENSORIAIS

*Helena Maria Andre Bolini  
Maria Aparecida Pereira da Silva*

Conceitualmente, gosto e sabor são percepções distintas, sendo incorreto utilizá-las como palavras sinônimas. O gosto origina-se nos receptores específicos da gustação (os quais são quimiorreceptores) nos quais a percepção de gosto é originada, estando presentes nas células gustativas que juntamente com células de suporte formam uma estrutura denominada botão gustativo, o qual por sua vez fica inserido nas papilas gustativas localizadas na língua.

Ao contato de moléculas químicas dotadas de gosto com as células gustativas (quimiorreceptoras) são produzidos impulsos nervosos interpretados pelo cérebro como gosto (Thibodeau & Patton, 2012).

Existem quatro tipos de papilas gustativas na superfície da língua: as circunvaladas, as folhadas, as fungiformes e as filiformes.

As papilas circunvaladas, folhadas e fungiformes contêm botões gustativos com células gustativas as quais são estimuladas pelos compostos químicos dissolvidos na saliva, enquanto as filiformes possuem a função de auxiliar a movimentação e distinguir a textura dos alimentos no interior bucal durante o consumo (Thibodeau & Patton, 2012).

A sensibilidade às substâncias químicas que estimulam os receptores do gosto é determinada por fatores genéticos e pela exposição de indivíduos às substâncias existentes em sua dieta diária. Por essa razão, é relevante a participação dos pais na introdução de grande variedade de alimentos e experiências alimentares ricas e saudáveis para possibilitar a exposição e, conseqüentemente, construir a aceitação ao consumo de dietas saudáveis (Schwartz *et al.*, 2018).

Definindo e pontuando, a diferença entre gosto e sabor é possível de ser sintetizada da seguinte forma: gosto é a sensação originada pela presença de determinados compostos químicos dissolvidos na saliva, em contato com receptores específicos, localizados em estruturas altamente especializadas presentes no órgão da gustação, a língua. Até o presente momento, os gostos cientificamente reconhecidos são cinco: doce, salgado, amargo, ácido e umami. Já o sabor é a resposta complexa provocada pela percepção resultante da associação de três sensações simultâneas:

1. Gosto resultante do estímulo dos receptores gustativos a partir de compostos químicos presentes nos alimentos, dissolvidos na saliva.
2. Olfato resultante do estímulo das células olfativas pelos compostos voláteis presentes nos alimentos, via retronasal (por exemplo: frutal, amadeirado, floral, alcoólico, cítrico).
3. Sensações táteis de origem química (quimestese) que estimulam diretamente receptores de dor, tato e receptores térmicos da pele ou mucosas – no caso oral, nasal e dos olhos – por exemplo: o gelado provocado pelo mentol ou o ardor da capsaicina e/ou de natureza mecânica (sometese) que estimulam receptores sensoriais durante a movimentação dos músculos da língua e face em função da posição e movimento originados em função da textura do alimento, como por exemplo viscosidade e maciez (ASTM, 2019). As sensações táteis citadas também são denominadas por alguns autores como sensações trigeminais (Da Silva & Costa, 2007; Kandel *et al.*, 2000; Nelson & Cox, 2000; Lawless & Heymann, 1999), devido a que todos os receptores envolvidos são terminações nervosas do quinto par de nervos cranianos, denominado trigêmeo (Netter, 2015).

Além das sensações mencionadas, é importante citar a sensação de adstringência, uma vez que é propriedade amplamente encontrada nos alimentos que contêm compostos fenólicos os quais provocam a percepção dessa característica sensorial.

Alguns compostos fenólicos, provenientes de ingredientes ou vegetais, podem estar presentes em preparações com glutamato monossódico (MSG); por essa razão é relevante mencionar que a adstringência pode ser considerada resultante de quimестese e somestese, simultaneamente: a quimестese em razão do fenômeno da complexação e precipitação dos compostos fenólicos em contato com as proteínas ricas em prolina presentes na saliva, e a somestese em razão da estimulação dos receptores táteis, pelos precipitados formados, bem como pela aspereza e secura resultante da redução da água da saliva (Jiang *et al.*, 2014). Os sinais nervosos originados tanto em quimестese como em somestese são transmitidos ao cérebro através do quinto par de nervos cranianos (Engelen & Van Der Bilt, 2008), enquanto as sensações de gosto são transmitidas pelos nervos corda do tímpano e glossofaríngeo que são o sétimo e nono par de nervos cranianos, respectivamente.

O gosto faz parte do sentido do paladar, possuindo importância na vida e evolução humana, pois em razão da aceitação ou rejeição aos alimentos e em razão das concentrações de certas substâncias é possível escolher e consumir, ou não, certos alimentos, prevenindo a ingestão de prováveis substâncias tóxicas (como alcaloides extremamente amargos), ou rejeitar alimentos com concentrações inadequadas de ingredientes.

O gosto doce é uma característica intrínseca de alimentos ricos em açúcares, dos quais provém energia essencial ao organismo; o gosto umami é característico de nucleotídeos e aminoácidos; o gosto salgado assegura o balanço eletrolítico de nossa dieta; e os gostos ácido e amargo, de acordo com alguns autores (Chandrashekar *et al.*, 2006; Reed *et al.*, 2006; Herness & Gilbertson, 1999), podem ser sinais de alerta sobre a presença de compostos que podem ser perigosos ao organismo humano.

Os eventos iniciais da percepção do gosto ocorrem junto aos receptores sensoriais conhecidos por células gustativas ou células do gosto (*taste cells*). As células gustativas situam-se em estruturas especializadas conhecidas como botões gustativos, que apresentam a forma arredondada (Figura 13.1c). Cada botão gustativo contém entre 50 e 100 células gustativas, agrupadas em uma estrutura com diâmetro aproximado entre 20 e 40  $\mu\text{m}$  e comprimento entre 40 e 60  $\mu\text{m}$ . O sistema de classificação atual reconhece a existência de quatro tipos de células gustativas. Somente as células do tipo I, II e III são consideradas receptores sensoriais do gosto, sendo que as células do tipo IV são consideradas células basais que não interagem com os estímulos químicos dissolvidos na saliva. Embora as células gustativas apresentem diferenças entre si, alta similaridade existe entre

os botões gustativos (Herness & Gilbertson, 1999). Por sua vez, os botões gustativos podem ser encontrados nas papilas fungiformes, foliadas e circunvaladas da língua, e também no palato mole e epiglote.

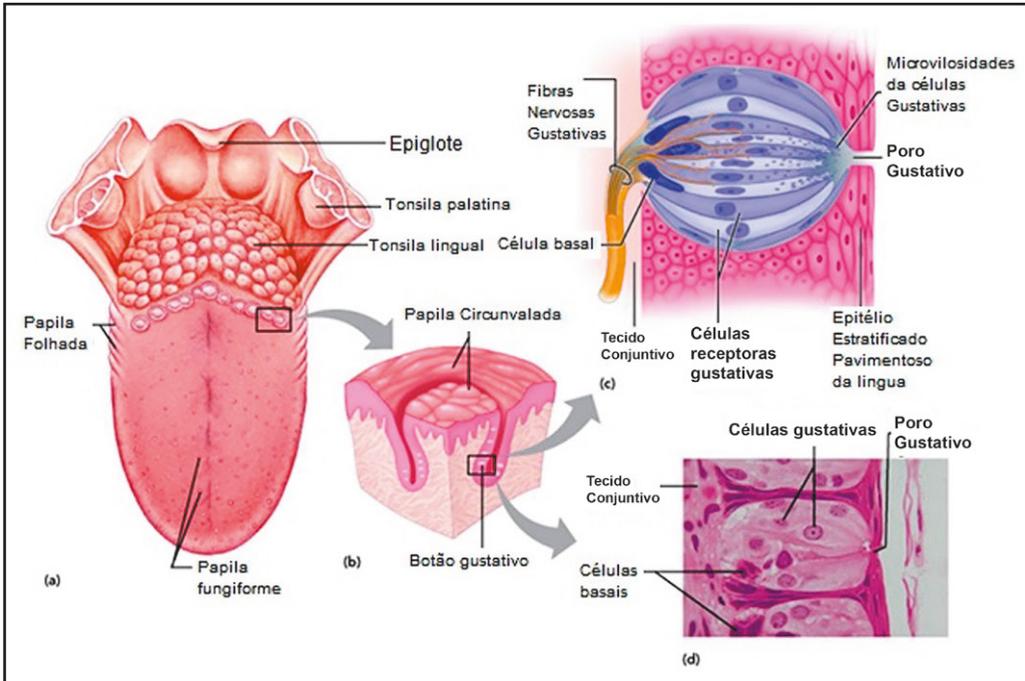


Figura 13.1 – Localização das papilas e estrutura dos botões gustativos na língua.

(a) papilas fungiformes, folhadas e circunvaladas, que são projeções na mucosa nas quais ficam localizados os botões gustativos. (b) papila circunvalada seccionada evidenciando a posição dos botões gustativos em suas paredes laterais. (c) detalhe em maior aumento de um botão gustativo ilustrando as células gustativas (receptoras do gosto) e basal. (d) fotomicrografia de um botão gustativo.

Fonte: Marieb & Hoehn, 2009.

Segundo Herness & Gilbertson (1999), 2/3 dos botões gustativos localizam-se nas papilas gustativas e 1/3 no palato mole e epiglote. As papilas filiformes, mais numerosas na língua humana, não contêm botões gustativos (Chandrashekar *et al.*, 2006; Smith & Margolskee, 2001; Herness & Gilbertson, 1999; Guyton & Hall, 2015).

Um grande número de botões gustativos pode ser encontrado nas paredes das depressões que envolvem as papilas circunvaladas, que formam um “V” na parte posterior da língua (Figura 13.1a). Um número moderado de botões gustativos é encontrado nas papilas foliadas, localizadas nas dobras ao longo

das superfícies laterais da parte posterior língua. Finalmente, as papilas fungiformes, que possuem forma arredondada e situam-se na parte frontal da língua, contêm poucos botões gustativos (Chandrashekar *et al.*, 2006; Smith & Margolskee, 2001; Guyton & Hall, 2015).

Cada célula gustativa contém projeções similares a pequenos dedos, chamadas microvilosidades, que se projetam para fora do botão gustativo através de uma abertura chamada poro gustativo, a qual possui um diâmetro entre 5 e 7  $\mu$  (Marieb & Hoehn, 2009).

O sabor influencia o fator hedônico em relação a um alimento de forma extremamente importante. Portanto, é possível afirmar que a língua é uma estrutura fundamental na percepção sensorial dos alimentos, uma vez que nela se encontram os receptores dos gostos (quimiorreceptores) e de estímulos táteis (químio e mecanorreceptores), bem como faz parte da via pela qual os compostos voláteis chegam aos receptores olfatórios de forma retronasal.

A língua apresenta estruturas altamente especializadas para transformar estímulos químicos provenientes dos alimentos em respostas sensoriais. Essas estruturas são denominadas papilas gustativas, nas quais se encontram inseridos todos os botões gustativos. Conforme descrito anteriormente, existem quatro tipos de papilas gustativas: filiformes, fungiformes, circunvaladas e folhadas (Netter, 2015).

As papilas filiformes estão situadas em todas as regiões da parte superior da língua. Esse tipo de papila é o único que não apresenta botões gustativos, tendo função mecânica para movimentação do alimento durante o consumo. As papilas fungiformes são estruturas arredondadas e estão presentes na ponta e região média da língua e apresentam de nenhum até cinco botões gustativos. As papilas folhadas estão presentes nas laterais da língua e aparentam o formato de sulcos posicionados verticalmente como dobras em folhas. As papilas circunvaladas (ou valadas) se localizam na zona posterior da língua e são estruturas proeminentemente dispostas em forma de V (Figura 13.1).

A percepção do gosto inicia-se quando compostos químicos liberados do alimento, por intermédio da mastigação, dissolvem-se na saliva e entram em contato com as células gustativas. Assim, compostos químicos dissolvidos na saliva, como sacarose, cafeína etc., interagem com receptores específicos localizados nas células gustativas, desencadeando uma série de processos químicos e bioquímicos na célula, os quais, ao final, resultam em impulsos elétricos que são conduzidos até o cérebro, via rede de neurônios.

Cada um dos cinco gostos básicos é gerado através de um mecanismo bioquímico específico (Chandrashekar *et al.*, 2006; Reed *et al.*, 2006; Smith & Margolskee, 2001; Herness & Gilbertson, 1999; Guyton & Hall, 2015), sendo que mamíferos podem reconhecer e responder a um grande número de compostos químicos como, por exemplo, açúcares, sais, ácidos, aminoácidos e ampla variedade de substâncias amargas, que podem ser tóxicas ou não.

É importante mencionar que durante muito tempo foi propagada a ideia de que a língua era dividida em regiões quanto à percepção gustativa (Tracy, 2018). Testes neurológicos foram desenvolvidos baseados na falsa premissa de que botões gustativos específicos para determinados sabores se concentravam em certas regiões da língua. No entanto, estudos comprovam que botões gustativos com células gustativas contendo os cinco tipos de receptores gustativos (doce, salgado, ácido, amargo e umami) encontram-se localizados aleatoriamente pelo dorso da língua e pelo palato, e se apresentam em menor número em outras regiões (Smith & Margolskee, 2001).

Neurotransmissores podem ser considerados como “mediadores químicos” utilizados por neurônios para comunicarem-se entre si. Neurônios vizinhos à célula do gosto recebem a “mensagem” transmitida e a transmitem para o cérebro através de uma cadeia de neurônios. Após a liberação dos neurotransmissores, as células do gosto liberam  $K^+$  através de seus canais iônicos, retornando ao seu potencial inicial, próximo a  $-70$  mV (Smith & Margolskee, 2001; Herness & Gilbertson, 1999).

A Figura 13.2 ilustra a morfologia de uma célula do gosto, mostrando, em maior detalhe, as microvilosidades, os canais iônicos por onde  $Na^+$ ,  $K^+$  e  $Ca^{++}$  entram e saem da célula, além da região sináptica da célula. É na região sináptica que a célula do gosto libera seus neurotransmissores que estimulam as fibras nervosas vizinhas.

A percepção do gosto salgado se inicia quando, durante a mastigação, por dissociação do cloreto de sódio ( $NaCl$ ) na saliva, o íon sódio ( $Na^+$ ) liberado entra na célula do gosto através dos canais iônicos seletivos (por tamanho e carga do íon) presentes nas microvilosidades (Herness & Gilbertson, 1999). Quando a célula do gosto não está estimulada, a diferença de potencial entre seu interior e exterior é aproximadamente igual a  $-70$ mV. O acúmulo de  $Na^+$  dentro da célula causa uma alteração eletroquímica na mesma, elevando essa diferença até a aproximadamente  $+40$ mV, quando ocorre a chamada “despolarização” da membrana da célula. A despolarização leva à entrada de  $Ca^{++}$  na célula, o que, por sua vez, faz com que a célula libere neurotransmissores armazenados em vesículas (Figura 13.2c).

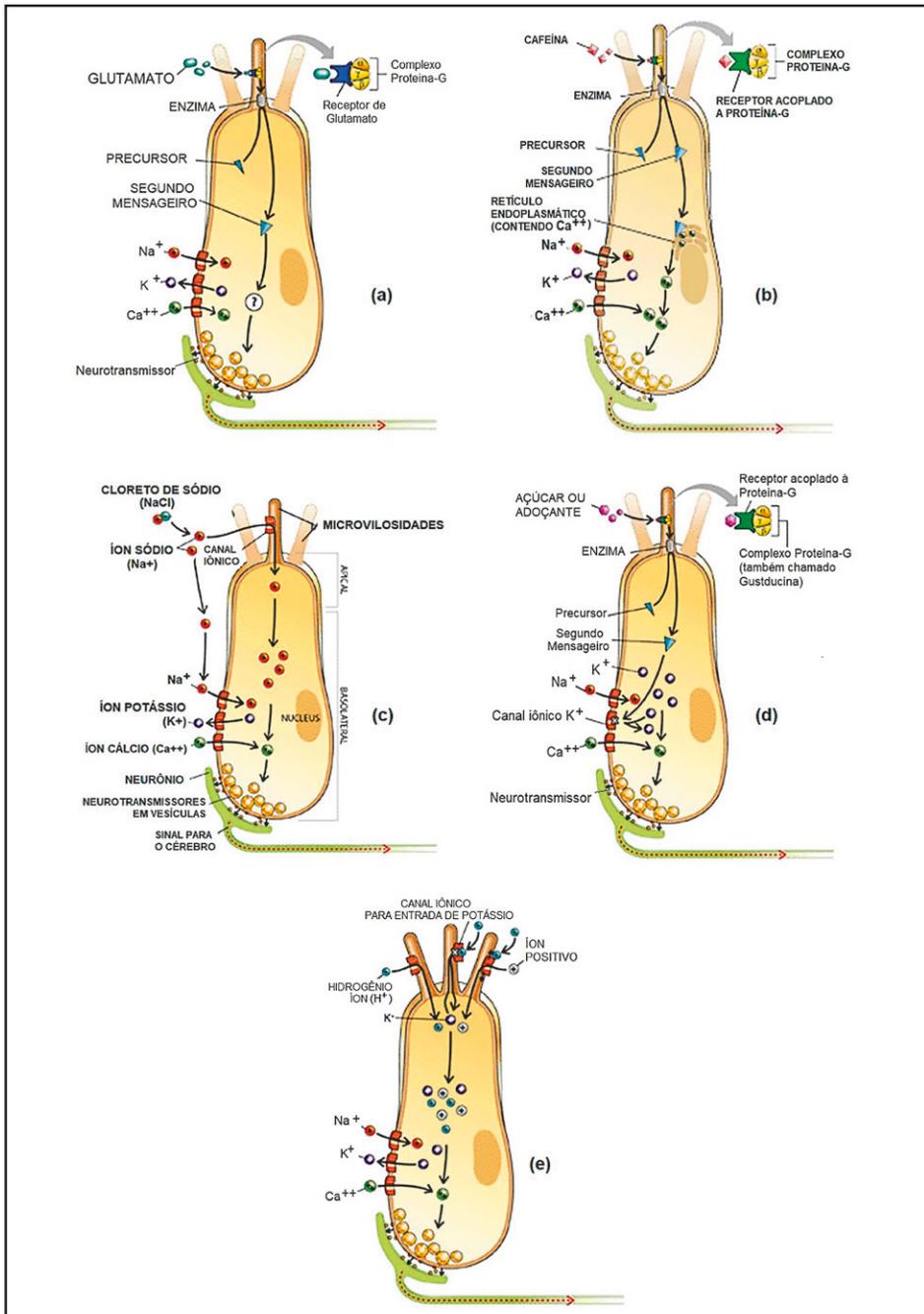


Figura 13.2 – Esquema ilustrativo de células gustativas evidenciando os receptores gustativos (a) umami, (b) amargo, (c) salgado, (d) doce e (e) ácido presentes em alimentos, dissolvidos na saliva.

Fonte: Smith & Margolskee, 2001.

A percepção do gosto ácido é provocada pelos íons  $H^+$  liberados durante a mastigação dos ácidos presentes nos alimentos. Esses íons interagem com a célula do gosto de três formas distintas: i) entrando diretamente na célula do gosto através dos canais iônicos; ii) bloqueando os canais iônicos de  $K^+$  situados nas microvilosidades e impedindo a saída desse íon; e iii) ligando-se e abrindo canais iônicos das microvilosidades, permitindo, assim, a entrada de íons positivos dentro da célula do gosto. Os três mecanismos mencionados aumentam a carga positiva da célula, levando-a a despolarização, liberação de neurotransmissores e transmissão dos “sinais” provocados pelo estímulo ácido até o cérebro (Figura 13.2e) (Smith & Margolskee, 2001; Herness & Gilbertson, 1999).

O gosto doce decorre de um mecanismo ligeiramente diferente do anterior e, dado que por serem muito grandes, as moléculas de açúcares e outros edulcorantes não conseguem entrar na célula do gosto. Assim, açúcares e adoçantes artificiais dissolvidos na saliva durante a mastigação dos alimentos ligam-se a receptores específicos localizados nas microvilosidades da célula do gosto (Figura 13.2d). Esses receptores estão associados a proteínas G e, quando a molécula responsável pelo gosto doce se liga ao receptor, a subunidade alfa da proteína G dissocia-se do complexo, ativando dentro da célula uma enzima, a qual, então, transforma um precursor em um segundo mensageiro que, por sua vez, bloqueia os canais de potássio, impedindo a saída desse íon da célula do gosto. Isso aumenta a carga positiva da célula, levando-a à despolarização, liberação de neurotransmissores e transmissão dos “sinais” provocados pelo estímulo até o cérebro. O nome proteína G deriva-se do fato que a atividade dessas proteínas é regulada pela guanosina trifosfato (GTP). Em 1992, um grupo de pesquisadores identificou proteínas G em sítios receptores da célula do gosto e lhe atribuíram o nome de *Gustducin* (Smith & Margolskee, 2001; Herness & Gilbertson, 1999).

Mecanismo similar ao descrito anteriormente para o gosto doce, ocorre para o gosto amargo. A diferença é que quando substâncias como cafeína, quinino etc. dissolvidas na saliva interagem com a proteína G do receptor da célula do gosto, o segundo mensageiro provoca a liberação de íons cálcio do retículo endoplasmático da célula. Isso aumenta a carga positiva da célula, levando-a à despolarização, liberação de neurotransmissores e transmissão dos “sinais” provocados pelo estímulo ácido até o cérebro (13.2b).

De acordo com Van den Oord & Van Wasenaar (1997), o gosto umami é uma sensação induzida por L-glutamato (MSG) e ribonucleotídeos monossódicos: inosina-5'-monofosfato (IMP) e guanosina-5'-monofosfato (GMP). Esse gosto é

descrito como “agradável, saboroso” e as moléculas de umami são usadas como realçadores de sabor dos alimentos.

Estudos realizados por Wang *et al.* (2015) evidenciam que os aminoácidos acídicos, bem como alguns oligopéptidos contendo resíduos ácidos, também apresentam o gosto umami. Quando alguns aminoácidos, como o glutamato, associados ao gosto umami ligam-se à proteína G dos receptores da célula do gosto, o segundo mensageiro é ativado (Figura 13.2a). Porém, as etapas intermediárias que levam à liberação dos neurotransmissores ainda precisam ser totalmente elucidadas.

Em mamíferos, a percepção dos gostos colabora de forma importante na avaliação e no consumo de nutrientes, evitando substâncias tóxicas e materiais indigestos. Tipos distintos de células que expressam receptores únicos detectam cada um dos cinco sabores básicos: salgado, ácido, amargo, doce e umami. Os últimos três gostos mencionados são detectados por duas famílias distintas de receptores acoplados à proteína G: T2Rs e T1Rs. Esses receptores gustativos foram encontrados em outros tecidos além da língua, como no sistema digestivo, no sistema respiratório, no cérebro, testículos e espermatozoides. Todavia, as implicações funcionais dos receptores gustativos distribuídos pelo corpo são desconhecidas.

As informações mais recentes sobre mecanismo de percepção de gosto umami são relatados por Dang *et al.* (2019) que citam que existem interações sinérgicas entre peptídeos que desencadeiam a percepção do gosto umami e o MSG, não havendo ainda a elucidação sobre os mecanismos de interpretação dessas interações. Os autores concluíram que houve efeito sinérgico e consequente aumento da intensidade para 36 peptídeos que apresentavam gosto umami, na presença de MSG, quando entravam em contato com o receptor gustativo T1R1/T1R3. Os autores utilizaram um novo modelo bivariado para o acoplamento molecular e simulação cinética com T1R1/T1R3, tendo sido verificados resultados com a mesma tendência quando realizados em “língua eletrônica”. Através da análise de uma modelagem de homologia de T1R1/T1R3 por *Discovery Studio* (DS, version 2.1), foi possível esclarecer a relação entre a estrutura e a intensidade dos peptídeos umami e fornecer uma referência teórica para as interações dos receptores gustativos e alimentos com compostos que apresentam gosto umami (Dang *et al.*, 2019).

Na natureza, até agora são conhecidas três substâncias que evocam o gosto umami: glutamato monossódico (MSG), guanosina-5'-monofosfato (GMP) e inosina-5'-monofosfato (IMP) (Kurihara & Kashiwayanagi, 2000). No homem,

grande sinergismo ocorre entre MSG e IMP ou GMP. Por exemplo: uma solução contendo 0,5 mmol/L de GMP ou uma solução contendo 1,5 mmol/L de MSG, praticamente não possuem nenhum gosto umami; entretanto, ao misturarem-se essas duas soluções, obtêm-se uma solução com forte gosto umami (Kuninaka, 1967; Kurihara & Kashiwayanagi, 2000).

Há muitos anos os cientistas alternam opiniões entre duas teorias que explicam a percepção dos diferentes gostos básicos: a do “código específico” (*specificity coding*, ou *labeled line coding*) e a do “padrão de atividade entre neurônios” (*across-fiber patterning*). Segundo a teoria do “código específico”, existem fibras nervosas ou neurônios “sintonizados” para responder a somente uma única classe de substâncias (edulcorantes, sais, ácidos etc.) e, assim, apresentam atividade para somente um tipo de gosto (doce, salgado, ácido etc.). A segunda teoria, intitulada “padrão de atividade entre neurônios”, a mais amplamente aceita nas últimas décadas, propõe que todos os neurônios respondem a todas as substâncias que promovem gosto (açúcares, ácidos etc.); entretanto, alguns neurônios respondem mais fortemente a certa classe de substâncias, como por exemplo, açúcares, e mais fracamente a outras, como por exemplo, ácidos. Assim, pela teoria do “padrão de atividade entre neurônios”, cada substância gera um padrão de ativação neuronal distinto, permitindo ao cérebro, por exemplo, diferenciar o gosto doce associado a diferentes substâncias, bem como os diferentes tipos de gosto associados a diferentes substâncias (Chandrashekar *et al.*, 2006; Reed *et al.*, 2006; Erickson, 2000; Smith & St. John, 1999; Herness & Gilbertson, 1999; Goldstein, 1989).

Uma informação enganosa, mas infelizmente muito citada em livros textos, refere-se ao “Mapa da Língua”, que propõe existir na língua regiões que apresentem grandes diferenças entre si, com relação à sensibilidade aos gostos básicos. Há muitos anos os cientistas sabem que esse conceito é errado. Embora alguns experimentos tenham demonstrado ligeiras diferenças de sensibilidade ao longo da língua e palato, especialmente em roedores, nenhum demonstrou as grandes diferenças de sensibilidade proposta pelo “Mapa da Língua”. De fato, os cinco gostos básicos podem ser percebidos em todas as regiões da língua que possuem botões gustativos, inclusive o palato mole (Chandrashekar *et al.*, 2006; Reed *et al.*, 2006; Smith & Margolskee, 2001). Essa importante informação evidencia que um indivíduo, ao realizar uma análise sensorial ou mesmo a experimentação de um alimento deve permitir o contato do mesmo por toda superfície bucal para, assim, possibilitar uma experiência de maior abrangência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM. “E253-19 Standard terminology relating to sensory evaluation of materials and products”. West Conshohocken, 2019.
- CHANDRASHEKAR, J. *et al.* “The receptors and cells for mammalian taste”. *Nature*. 444(16): 288-94, 2006.
- DA SILVA, M. A. A. P. & COSTA, F. “Sensory: Human biology and physiology”. In: NOLLET, L. M. L. *Handbook of meat poultry and seafood quality*. Oxford, Blackwell Publishing, 2007, p. 45-59.
- DANG, Y. *et al.* “Molecular docking and simulation of the synergistic effect between umami peptides, monosodium glutamate and taste receptor T1R1/T1R3”. *Food Chemistry*. 271: 697-706, 2019.
- ENGELEN, L. & VAN DER BILT, A. “Oral physiology and texture perception of semisolids”. *Journal of Texture Studies*. 39: 83-113, 2008.
- ERICKSON, R. P. “The evolution of neural coding ideas in the chemical senses”. *Physiol Behav*. 69(1-2): 3-13, 2000.
- GOLDSTEIN, E. B. *Sensation and perception*. Belmont, Wadsworth Publishing Company, 1989, p. 496-525.
- GUYTON, A. & HALL, J. *Tratado de fisiologia médica*. Tradução da 13. ed. Rio de Janeiro, Elsevier Editora Ltda, 2015, p. 1264.
- HERNESS, M. S. & GILBERTSON, T. A. “Cellular mechanisms of taste transduction”. *Annu Rev Physiol*. 61: 873-900, 1999.
- JIANG, Y.; GONG, N. N. & MATSUNAMI, H. “Astringency: a more stringent definition”. *Chem. Senses*. 39(6): 467-469, 2014.
- KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H. & JESSELL, T. M. “Smell and taste: The chemical senses”. *Principles of neural science*. New York, McGraw-Hill, 2000, pp. 625-647.
- KURIHARA, K. & KASHIWAYANAGI, M. “Physiological studies on umami taste”. *J Nutrit*. 130(Supl4S): 931-934, 2000.

KUNINAKA, A. "A flavor potentiator". In: SCHULTS, H. W.; DAY, E. A. & LIBBEY, L. M. *The chemistry and physiology of flavors*. Westport, AVI Publication, 1967, pp. 517-535.

LAWLESS, H. & HEYMANN, H. *Sensory evaluation of food: principles and practices*. New York, Springer, 1999, p. 596.

MARIEB, E. & HOEHN, K. *Anatomia e fisiologia*. 3. ed. Porto Alegre, Artmed, 2009, p. 1072.

NELSON, D. L. & COX, M. M. "Biosignaling". In: LEHNINGER, A. L. *Principles of biochemistry*. 3. ed. New York, Worth Publishers, 2000, pp. 437-483.

NETTER, F. *Atlas de fisiologia humana*. 6. ed. Rio de Janeiro, Elsevier Editora Ltda., 2015, p. 564.

REED, D. R.; TANAKA, T. & MCDANIEL, A. H. "Diverse tastes: genetics of sweet and bitter perception". *Physiol Behav*. 88(3): 215-226, 2006.

SCHWARTZ, C. *et al.* "Behavioral and physiological determinants of food choice and consumption at sensitive periods of the life span, a focus on infants and elderly". *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 46: 91-106, 2018.

SMITH, D. V. & ST JOHN, S. J. "Neural coding of gustatory information". *Curr Opin Neurobiol*. 9(4): 427-435, 1999.

SMITH, D. V. & MARGOLSKEE, R. F. "Making sense of taste". *Science American*. 284(3): 32-39, 2001.

THIBODEAU, G. A. & PATTON, K. T. *Structure and function of the body*. 14. ed. St Louis, Elsevier Mosby, 2012.

TRACY, S. E. "Delicious molecules: big food science, the chemosenses, and umami". *The Senses and Society*. 13(1): 89-107, 2018.

VAN DEN OORD, A. H. A. & VAN WASSENAAR, P. D. "Umami peptides: assessment of their alleged taste properties". *Lebensm Unters Forsch*. 205: 125-130, 1997.

WANG, L. *et al.* "Enhancement of umami taste of hydrolyzed protein from wheat gluten by  $\beta$ -cyclodextrin". *Journal of Science and Food Agriculture*. 96: 4499-4504, 2015.