

Os sentidos, o cérebro e o sabor dos alimentos

Pode parecer que dos cinco sentidos tradicionais - audição, visão, tato, olfato e paladar -, apenas um se refira especificamente aos alimentos, mas não é simples assim. Já antes de provar um alimento, os outros sentidos, sobretudo a visão e o olfato, condicionam essa experiência gastronômica.



OS COMPONENTES DO SABOR

O sabor é uma das mais antigas características que diferencia os alimentos. O ser humano é capaz de identificar basicamente cinco tipos de gostos: doce, salgado, ácido, amargo e umami. Para identificar um gosto, faz-se uso de apenas um dos cinco sentidos, o paladar; assim que o alimento entra em contato com a língua, os receptores presentes na papila gustativa identificam o gosto que esse alimento possui e, em seguida, enviam a informação para o cérebro. O sabor é a sensação que os alimentos ou outras substâncias produzem no gosto; é o resultado da integração multissensorial de três dos cinco sentidos: olfato, tato e paladar.

O sabor é formado por três componentes: o gosto, que corresponde a sensação percebida pelas papilas gustativas, localizados principalmente na língua e no palato, podendo-se perceber, basicamente, os sabores doce, azedo, salgado e amargo; o aroma, gerado por milhares de componentes voláteis e detectado por células específicas localizadas no epitélio da cavidade nasal (olfato); e o sabor que, juntamente com a textura, compõem a

sensação bucal, que inclui todos os estímulos percebidos na degustação dos alimentos.

Todo alimento ou bebida possui sabor, o qual pode ser encontrado no estado natural, como em frutas e vegetais, ou pode ser gerado por meio de reações térmicas entre os precursores durante a cocção, a fritura ou o cozimento, como por exemplo, o aroma de carne ou o produto da interação entre os aminoácidos de alta temperatura e açúcares. Também pode ser gerado por meio de reações enzimáticas (queijo) ou reações microbianas (manteiga). Em muitos casos, combinam-se na forma complexa de vários fatores, como por exemplo, o aroma e sabor de cacau e de café são resultado de uma série de reações enzimáticas e térmicas.

O cozimento, por exemplo, permite eliminar microorganismos, manter ou realçar o valor nutritivo do alimento, melhorar a textura, a aparência, o sabor e o aroma do alimento.

Os alimentos contêm macromoléculas de proteínas, carboidratos e lipídios em proporções variadas. Além da parte nutricional, estes componentes são conhecidos por gerarem uma vasta ordem de moléculas de sabor. Quando sofrem

modificações para tornar os alimentos mais apetitosos e mais fáceis de serem digeridos (cocção), sofrem também reações físicas e químicas que causam desarranjos moleculares e, assim, alteram a proporção dos sabores.

Além disso, os sabores se modificam por sua agregação simples, dupla ou múltipla, podendo fracassar em maior ou menor grau. A técnica de preparo deve obedecer as características de cada alimento, a fim de intensificar o seu sabor.

A intensidade do sabor dos produtos alimentícios é muito variável, em alguns casos é suave e em outros é suficientemente intensa para modificar as características de outros produtos com o qual se combinam.

O PROCESSAMENTO DO SABOR NO CÉREBRO

Comer pode parecer simples, mas em sua forma mais básica, a ingestão de alimentos humanos ainda é bastante complexa. O preparo e a ingestão de alimentos também são processos complexos, que envolvem uma multiplicidade de processos periféricos e centrais para atos cuidadosamente orquestrados que requerem processamento cerebral significativo.



A percepção do sabor é criada pelo cérebro e para entender as escolhas alimentares, é preciso entender o papel que o cérebro desempenha.

Mas antes disso, é preciso conhecer os cinco sabores básicos e como são detectados. São eles: o doce, o amargo, o salgado, o ácido e o umami. O sabor doce é aceito globalmente como um dos sabores mais agradáveis. É detectado principalmente nas papilas gustativas da ponta da língua. Nos alimentos que contêm alto teor de carboidratos, são percebidos aromas doces e artificiais que oferecem o sabor doce.

O sabor amargo é interpretado como rude em muitas culturas, porque a maioria dos venenos são de sabor amargo. É detectado pelas papilas gustativas localizadas na parte posterior da língua.

O sabor salgado responde à capacidade específica das papilas gustativas localizadas em ambos os lados anteriores da língua. A detecção é feita por canais iônicos capazes de detectar íons solúveis de sódio, potássio e outros metais alcalinos. O sal adicionado na alimentação tem o efeito de aumentar o sabor, contribuindo para o gosto agradável e aumentando o sabor de outras substâncias.

O sabor ácido, também identificado como sabor azedo, é detectado pelas papilas gustativas da língua localizadas em ambos os lados posteriores da mesma. Os sensores das papilas gustativas detectam, através dos canais iônicos, os íons de hidrônio que se formam com o ácido na presença de água. Exemplos deste sabor incluem: ácido tartárico (uvas), ácido cítrico (laranja, limão), ácido málico (maçã) e ácido láctico (leite).

O sabor umami está presente nos molhos da cozinha oriental, como o molho de soja. É um sabor sutil, mas prolongado e difícil de ser descrito; provoca salivação e estimula a garganta, o paladar e a parte posterior da boca. Por si só, o umami não é agradável, mas realça o sabor de uma grande quantidade



de alimentos, especialmente na presença de aromas complementares. O exemplo mais comum é o glutamato monossódico, usado para dar um sabor agradável a diferentes produtos.

Além dos sabores básicos, existem as sensações relacionadas ao gosto: adstringente, refrescante e picante. A adstringência transmite uma sensação de secura, aspereza e rugosidade nos tecidos da boca, como é o caso de alguns vinhos. Essa sensação é devido à interação dos taninos com as proteínas da saliva na boca.

A sensação de refrescância ocorre quando determinados produtos químicos, como o mentol, entram em contato com os tecidos nasal ou oral, estimulando os receptores específicos de sabor ou de odor.

A sensação picante é ardente, provocando, inclusive, irritação e efeitos lacrimejantes. Alguns exemplos são a capsaicina (pimenta), a alicina (alho) e o isotiocianato de alila (mostarda).

A experiência multissensorial da ingestão de alimentos envolve todos os sentidos descritos acima com diferentes vias para o cérebro; desde o processamento da visão, da audição e do tato do alimento até o cheiro mais proximal, o sabor e o

processamento tátil (*mouthfeel*). O olfato é o mais importante determinante do sabor dos alimentos e chega ao cérebro por meio das vias orthonasal e retronasal, respectivamente, inspiração e expiração.

A informação sensorial sobre o alimento é gerada por receptores no organismo, tipicamente visão, audição, tato, olfato e cavidade oral, sendo processada nos córtices sensoriais primários do cérebro. A topologia dessas regiões é notavelmente similar entre as pessoas: a visão é processada na parte de trás do cérebro; a audição é processada em regiões do córtex temporal; o tato em regiões somatossensoriais; e o olfato e o sabor nas regiões frontais. É importante ressaltar que, ao contrário dos outros sentidos, o processamento olfativo não é processado através do tálamo, o que pode explicar a potência hedônica dos odores.

É vital que a informação sensorial fornecida ao cérebro para orientar a tomada de decisões sobre a ingestão seja confiável.

Uma mensagem de paladar passa das papilas gustativas da língua para o cérebro através dos nervos cranianos. O sinal é recebido pela primeira vez por áreas do tronco cerebral, que conectam a medula

espinhal com o resto do cérebro. O sinal, então, se move para o tálamo no cérebro. Finalmente, o tálamo transmite o sinal para uma área especial no lobo frontal do córtex cerebral, o córtex gustatório, onde o sinal do paladar é interpretado. O sinal das papilas gustativas da língua para o cérebro se move entre as células nervosas através da liberação de substâncias químicas especiais chamadas neurotransmissores.

O cheiro dos receptores de odor no nariz também possuem conexão direta com o cérebro. O sinal de odor é transmitido para o córtex olfativo primário ou para o centro olfativo do cérebro. Os sinais de sabor e odor se encontram e produzem a percepção do sabor. Uma vez que o cérebro está ciente do sabor, uma reação é produzida, aceitando ou rejeitando o alimento.

Existem outras reações aos alimentos que não envolvem processamento pelo cérebro. Além dos nervos que transportam sinais dos receptores do paladar para o cérebro, existem outros nervos que transportam o sinal das células receptoras do paladar para a cavidade nasal.

UMA QUESTÃO DE GOSTO

A percepção do sabor reflete a integração de sinais sensoriais distintos, em particular odores e gostos, principalmente através da ação associativa, dando origem a interações sensoriais derivadas das propriedades inatas dos sabores. Embora a integração inerente aos sabores possa ter um significado adaptativo em termos de identificação de alimentos, o objetivo principal é fornecer um valor hedônico ao odor e ao gosto. Assim, os sabores podem ser vistos principalmente como unidades de prazer que influenciam a motivação para consumir os alimentos.

A ideia de sabor como resultado da integração de gostos, odores e qualidades somatossensoriais (táteis) orais tem uma longa história. Nos últimos anos, esse conceito recebeu apoio da identificação da rede cerebral de estruturas neurais que funcionam juntas para codificar os sabores.

O sabor, ou percepção gustativa, é um dos sentidos básicos. Desde a infância, o ser humano é hedonicamente inflexível quando se trata de sabores básicos, ou seja, doce,

azedo, salgado, amargo e umami são pré-estabelecidos como um mecanismo adaptativo para garantir a ingestão de nutrientes (doçura, salinidade, umami) e evitar toxinas ou substâncias prejudiciais (amargor, acidez).

O sabor depende da detecção de certas moléculas nos alimentos, cujo reconhecimento químico na língua gera um sinal que é enviado para o cérebro e processado, identificando o tipo de alimento.

Os acionadores do sabor executam a primeira parte da tarefa, ou seja, o reconhecimento e a geração de sinais. Esse mecanismo tem início na língua, que contém cinco tipos de receptores gustativos que registram doçura, salinidade, amargor, acidez e umami. As moléculas dos alimentos interagem com os receptores para gerar sinais que são enviados para o cérebro: os açúcares são reconhecidos pelos receptores de doçura, os íons de sódio pelos receptores de salinidade, os ácidos pelos receptores de acidez e o glutamato, um componente de muitos alimentos ricos em proteínas, ativa os receptores umami. O amargor é o mais sensível de todos os sabores e pode ser produzido pela interação



de uma variedade de ligantes “amargos”, como alguns peptídeos, com os receptores específicos.

Até recentemente, duas grandes escolas de pensamento dominavam a área da neurociência que estudava a percepção do sabor. Alguns pesquisadores acreditavam que os sinais de diferentes receptores eram direcionados para partes diferentes, embora interligadas, do cérebro. Outros neurocientistas acreditavam que os sinais de todos os receptores de sabor convergiam em um mesmo centro, facilitando a criação de um sabor específico dos alimentos.

Os dados atuais relatados por pesquisas mudaram a opinião da comunidade científica em favor da primeira hipótese. Descobriu-se que os neurônios ganglionares, ligados às células receptoras gustativas, possuem claras preferências de sabor e, para cada tipo de receptor, existem células dedicadas no cérebro que recebem informações das papilas gustativas.

Mas essa descoberta é apenas uma parte da história. Além das papilas gustativas e de seus receptores químicos, a cavidade oral ainda contém outros receptores: mecanorreceptores, termorreceptores e nociceptores (receptores da dor) que são responsáveis pela percepção da textura, temperatura, adstringência e dor, que combinados aos demais sentidos - olfato (retronasal e ortonasal), visão (cores, volume e formato), audição (sons da mastigação) e sistema motor (mastigação e deglutição) -, constituem o aparato sensorial utilizado na interação com os alimentos.

PERCEÇÃO MULTISSENSORIAL DO SABOR

A percepção do sabor é a mais multisensorial das experiências cotidianas e a mais complexa. As pesquisas mais recentes de neurocientistas revelam cada vez mais as complexas interações multisensoriais que dão origem às experiências de sabor, demonstrando como de-

pendem da integração de sugestões de todos os sentidos humanos. Essa perspectiva explora as contribuições de sentidos distintos para a percepção dos alimentos e a percepção crescente de que as mesmas regras de integração multissensorial que foram exploradas em interações entre audição, visão e tato também podem explicar a combinação dos sentidos do sabor.

Segundo muitos cientistas, a alimentação está entre as tarefas diárias mais importantes com as quais o cérebro trabalha.

Um dos fatores mais intrigantes sobre o sentido do sabor é que o ser humano possui diferentes gostos. As diferenças individuais na densidade dos receptores gustativos na língua são muito mais altas do que em qualquer outro dos sentidos; algumas pessoas possuem 16 vezes mais papilas gustativas em suas línguas do que outros indivíduos.

O sabor envolve a combinação de estímulos gustativos e olfativos, dando origem a descritores. Aqui, é importante distinguir entre cheiro ortonasal, quando o ar é pulsado

para dentro da cavidade nasal (aspiração do aroma do alimento) e cheiro retronasal, quando o ar é pulsado para fora da cavidade nasal (engolir o alimento). Embora a distinção entre esses dois sentidos do olfato tenha sido reconhecida há mais de um século, só recentemente os pesquisadores puderam fornecer suporte empírico para a afirmação de que diferentes substratos neurais podem estar envolvidos no processamento desses dois tipos de informação olfativa. São os aromas retronasais que, combinados com sugestões gustativas, dão origem aos sabores.

Embora seja natural pensar que o gosto, ou seja, a gustação, desempenhe papel fundamental na percepção multissensorial do sabor, a maioria dos pesquisadores concorda que é o sentido do olfato que realmente contribui com a maioria das informações; estudos sugerem que o olfato é responsável por até 80% a 90% do sabor do alimento.

Os estímulos olfativos regularmente combinados com alimentos doces, amargos, salgados ou mesmo





azedos podem, de fato, melhorar a qualidade do sabor associado, mesmo quando apresentados em um nível abaixo do limiar. Tais interações intermodais tornam ainda mais difícil traçar uma linha clara entre experiências de gosto e de sabor. É importante ressaltar que gosto e sabor não têm o mesmo significado, cada um possui particularidades e funções diferentes. Enquanto o gosto é a reação química entre o alimento e as papilas gustativas, o sabor é a riqueza de sensações que o paladar, em conjunto com o olfato, proporciona.

A visão também contribui para a percepção multissensorial do sabor. Mais de 150 estudos examinaram a influência da visão sobre o sabor, demonstrando que mudar a tonalidade e/ou a intensidade da cor adicionada a um alimento ou, mais frequentemente, a uma bebida pode influenciar a identidade percebida e/ou a intensidade do sabor. Contudo, esse efeito *crossmodal* nem sempre é encontrado, o que pode ser explicado pelas diferentes expectativas individuais de sabor pela mesma cor do alimento.

Uma das observações mais co-

muns relatadas pelos estudos foi que mudar a tonalidade de uma bebida muda o sabor percebido, ou seja, uma bebida com sabor de cereja pode ser percebida com gosto de lima se a sua cor for verde, ao mesmo tempo em que se percebe o gosto de laranja se a cor for laranja.

Embora sempre apareça no final da lista de classificação quanto a importância relativa de cada um dos sentidos para melhorar a percepção, os sinais auditivos (crocante, quebradiço, carbonatado e, inclusive, cremoso) desempenham papel importante na percepção multissensorial dos atributos dos alimentos. Um dos estudos clássicos sobre esse tema demonstrou que a percepção sobre a nitidez e frescura de batatas fritas pode ser sistematicamente modificada (em cerca de 15%) alterando os sons da mordida. Este é um exemplo de como os estudos sobre audição, tato e visão podem fornecer ideias e abordagens úteis quando se trata de entender a natureza multissensorial da percepção do sabor humano.

Avaliar a contribuição de sinais somatossensoriais orais na percepção multissensorial do sabor é

inegavelmente difícil. Da mesma forma, o papel indubitavelmente importante desse sentido no fornecimento dos atributos cremosos, oleosos, aveludados, crocantes etc. de alimentos e bebidas ainda é pouco esclarecido.

As pesquisas destacam que as indicações somatossensoriais orais também podem desempenhar um papel importante no sabor dos alimentos e bebidas na boca. Os pesquisadores especularam sobre as aparentes semelhanças entre "referência oral" e o "efeito de ventriloquismo" (informações discordantes de outros sentidos). Uma área intrigante dessa pesquisa diz respeito a questão de saber se as ilusões extracorpóreas podem ser estendidas à língua. Em experimentos, pesquisadores provocaram a ilusão denominada "língua de açougueiro", posicionando uma língua de borracha bem na frente da boca do participante e acariciando-a com cotonete, o que levou o participante a sentir o toque na própria língua ao ver a língua de borracha sendo acariciada. Além da sensação do alimento, o peso dos talheres ou prato na mão demonstrou influenciar a percepção do paladar e a saciedade esperada se o alimento fosse consumido. Também foi demonstrado que a sensação do alimento na mão modula a percepção oral da textura.

As influências cognitivas também afetam a percepção multisensorial dos sabores. Fatores cognitivos como marca, rotulagem, embalagem e preço também desempenham papel importante na determinação das expectativas sensoriais discriminativas e hedônicas.

Existem várias evidências que sugerem que as expectativas cognitivas em relação ao sabor podem ter profunda influência em alguns dos primeiros locais neurais onde as informações olfativas e gustativas são processadas; a simples leitura da palavra sal, por exemplo, demonstrou ativar muitas áreas quando um sabor salgado é experimentado na boca.

A descrição de um alimento desempenha papel particularmente importante quando as expectativas ao ver um prato (chamado de sabor visual) são ambíguas ou diferentes do sabor real do prato. Essa ideia foi demonstrada em um estudo clássico da Universidade de Sussex. Nesse experimento, três grupos de participantes receberam um sorvete vermelho-rosado. O primeiro grupo não recebeu informações sobre o prato; o segundo grupo foi informado de que degustaria um sorvete saboroso; e o terceiro grupo de participantes foi informado de que estavam provando um novo alimento chamado "Food 398". Os participantes que não receberam nenhuma informação sobre o alimento (com sabor de salmão defumado e que provavelmente esperariam provar um sorvete com sabor de frutas com base nas informações diante de seus olhos) classificaram o prato como muito saboroso, mais salgado do que qualquer um dos outros dois grupos. Esses participantes também relataram gostar muito menos do prato, provavelmente devido à ocorrência de uma forte desconformação da resposta das expectativas.

Resultados como esses ilustram muito bem como o significado do que os consumidores veem (ou, em outras palavras, suas expectativas em relação ao sabor provável de um

alimento ou bebida) pode ser radicalmente alterado em função de informações adicionais sobre o alimento. Os efeitos da rotulagem tendem a ser especialmente pronunciados quando o próprio estímulo é ambíguo.

Outra área crescente de interesse no estudo da percepção multissensorial de sabores é a das correspondências intermodais. A pesquisa mais recente mostra a tendência na associação de gostos, aromas e sabores a outros sinais sensoriais não relacionados de maneiras surpreendentemente consistentes. Nota-se a tendência da combinação de gostos com sons, com cores específicas e com formas. Embora a origem de muitas dessas correspondências ainda esteja sendo debatida, um crescente número de pesquisas está sendo realizado para documentar a gama de correspondências *crossmodais* no mundo dos sabores e aromas.

Por outro lado, nos últimos anos houve um rápido crescimento da compreensão das redes neurais subjacentes à percepção multissensorial de sabores. As pesquisas revelaram que os estímulos gustativos se projetam da língua para o córtex gustativo primário, mais especificamente, a ínsula anterior e o opérculo frontal ou parietal, enquanto que os estímulos olfativos se projetam diretamente para o

córtex olfativo primário, ou seja, a piriforme. A partir disso, as entradas de ambos os sentidos se projetam para o córtex orbitofrontal (OFC). Segundo as pesquisas, os estímulos gustativos se projetam para o córtex orbitofrontal caudolateral, enquanto que os estímulos olfativos se projetam para o córtex orbitofrontal caudomedial. O córtex orbitofrontal desempenha papel central na representação da "simpatia" por um alimento ou bebida.

Os participantes de um estudo de neuroimagem sobre percepção multissensorial de sabores permaneceram imóveis em um scanner enquanto avaliavam a agradávelidade e congruência de vários pares diferentes de estímulos olfativos e gustativos orthonasais. Os estímulos olfativos consistiam em metanol (que cheira a caldo de galinha) e odor de morango, entregues em uma solução que consistia de sacarose e MSG. Os participantes receberam combinações congruentes (odor de morango e sacarose) e incongruentes (odor de caldo de galinha e sacarose) de estímulos olfativos e gustativos orthonasais. O aumento da atividade do córtex orbitofrontal foi correlacionado com o aumento das classificações de agradávelidade e congruência do emparelhamento estímulo olfativo-gustativo que os participantes estavam avaliando. Segundo os resultados obtidos, a apresentação de combinações familiares ou congruentes de estímulos olfativos orthonasais/retronasais e gustativos pode levar a respostas neurais aprimoradas em partes do cérebro que codificam o hedônico, ou seja, a agradávelidade dos alimentos. Resultados semelhantes também foram relatados após a apresentação de combinações congruentes de estímulos visuais e olfativos.

Ao pensar na percepção multissensorial de sabores é importante distinguir entre expectativas de sabor e experiências de sabor; na maioria das condições cotidianas, o primeiro influencia profundamente o segundo.

