

Algo Aqui Não Cheira Bem... A Química do Mau Cheiro

Vitor de Almeida Silva, Anna Maria Canavarro Benite e Márton Herbert Flora Barbosa Soares

O presente trabalho busca explorar o universo dos odores como uma forma de oferecer aos professores de ciências uma nova maneira de contextualizar alguns temas da química, explorando, para isso, o sistema olfativo. Culturalmente, associamos o mau cheiro a situações que nos alertam perigo ou a fenômenos que exigem grande cautela. Geralmente essas sensações de estresse psicológico fazem com que o nosso cérebro memorize o odor que está associado a tais situações. Ao relembrar do odor, lembramo-nos do momento vivido e procuramos evitá-lo novamente. É exatamente esse processo de significância que o odor atribui a um momento de estresse ou perigo que o artigo explora que auxiliará na abordagem de conteúdos de ciências. Por meio do olfato, espera-se desenvolver melhor o campo dos modelos mentais pela sensação que o odor é capaz de provocar, desmistificando a ideia de que os experimentos visuais são o tipo que mais apresentam significância aos experimentos de ciências.

► mau cheiro, sistema olfativo, ensino de química ◀

3

Recebido em 03/11/2009, aceito em 13/01/2010

O professor em sala de aula comunica aos seus alunos: “Bom dia pessoal! Hoje vamos fazer um experimento para evidenciarmos a ocorrência de uma reação química”. No fundo da sala, surge a seguinte pergunta: “Professor, isso aí vai EXPLODIR?”. O aluno, esperando esperançoso, ouve a resposta pragmática do professor: “Não, experiências com explosões são muito perigosas de serem feitas em sala de aula”. Toda a esperança do aluno desaparece, voltando à sua aula monótona em que mais um experimento sem nenhuma nova dinâmica lhe será apresentado e considerando-se ainda a mistificação em torno da química como ciência da “explosão”.

Quantas vezes, nós, professores de química, nos deparamos com essa pergunta em sala de aula, sempre feita com um ar de esperança pelo aluno? Podemos explicar esse

fascínio das reações explosivas pelos alunos, pois são evidências de reações que são facilmente visíveis a olho nu, de caracterização exclusivamente imediata.

Isso acontece por termos uma

[...] *tradição ocidental, na qual os sentidos constituem a dimensão “fisiológica” da percepção. Só podemos conhecer, afirma-se, por meio do corpo e dos sentidos: visão, audição, olfato, tato e paladar.* (Santos-Granero, 2006, p. 97)

Mesmo atribuindo uma importância significativa à percepção fisiológica, conferimos a cada um dos sentidos certa hierarquização. Dessa forma, por fazermos parte de uma sociedade letrada, atribuímos maior significância à visão. Ainda segundo Santos-Granero (2006):

Trata-se de uma confirmação da proposição de que, enquanto sociedades letradas privilegiam a visão e aquilo que se dá a ver, sociedades orais tendem a favorecer a audição e aquilo que se dá a ouvir. Embora essa assertiva tenha sido recentemente contestada, não há dúvida de que povos não letrados, em muitos casos, consideram sentidos outros que não a visão como os mais importantes meios de aquisição de conhecimento. (p. 99)

A maioria dos experimentos executados nas aulas de ciências valoriza a visão para comprovação e análise do próprio experimento. Podemos exemplificar isso com os experimentos sobre a análise de mudança de cor de reações de titulação ácido-base, as reações de precipitação, entre outras. Eles causam grande impacto nos alunos, pois a utilização do sistema

A seção “Química e sociedade” apresenta artigos que focalizam diferentes inter-relações entre Ciência e sociedade, procurando analisar o potencial e as limitações da Ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais.

visual provoca estímulo/resposta imediato.

No entanto, em contrapartida, nessa hierarquização dos sistemas “fisiológicos” de percepção, damos pouca atenção, ou quase nenhuma, ao sistema olfativo. Logicamente, não devemos hierarquizá-los. Não há sentidos melhores do que outros. Nossa proposta é colocar mais uma alternativa de exploração de conceitos químicos em sala de aula. Apesar de valorizarmos a visão, o sistema olfativo apresenta algumas características que nos permitem explorá-lo com grande eficiência nas aulas de ciências.

Em sala de aula, utilizamos com muita frequência a abstração para que possamos exemplificar as transferências de elétrons, as interações entre as moléculas, os íons, as polaridades das moléculas, enfim, tenta-se trabalhar o imaginário dos alunos apenas por uma visão subjetiva, do próprio professor que desenha, gesticula para que o aluno possa atingir o objetivo da atividade imaginativa. Rosa e Ramos (2008) dizem que:

As metáforas ligadas à visão têm sido muito importantes na nossa tradição cultural na medida em que a visão tem sido celebrada enquanto sentido privilegiado capaz de fazer uma mediação acurada e fidedigna entre nós e a realidade, ou seja, mostrar como é mesmo o mundo. (p. 580)

No que tange ao nosso objeto de estudo neste trabalho, o olfato, citamos Peter Burke no artigo de Rosa e Ramos (2008), que diz: “O olfato como sentido e os odores como sensibilidade transmutam-se em expressões da memória, que pode entrecruzar tempos e espaços re-significando experiências” (p. 588).

Dessa forma, podemos utilizar o olfato como uma ferramenta para exercitarmos a capacidade e abstração dos alunos, assim como seu desenvolvimento cognitivo. Entretanto, como fazer esse movimento de transferência de um campo real, a visão, para um campo complexo e imaginário, o olfato?

Para que esse deslocamento de campos aconteça, devemos nos concentrar em um ponto-chave do sistema olfativo: a sensibilidade aos aromas e odores. A sensibilidade do sistema olfativo nos permite diferenciar odores agradáveis e desagradáveis. Essa diferenciação característica é evidenciada pelo comportamento do sujeito que, dependendo do odor ou aroma identificado, poderá sentir-se envolvido em uma sensação prazerosa ou, então, em uma sensação desagradável, desconfortante.

Cada uma dessas sensações provoca uma reação comportamental específica no sujeito. Contudo, uma particularidade surge ao trabalharmos com essas duas classificações de odores. O mau cheiro, ou odores desagradáveis, causa um maior impacto nos sujeitos. Isso se deve a alguns fatores culturais e até mesmo biológicos. Esses fatores garantem uma fixação característica desses odores, assim como a sua vinculação aos fenômenos que o geram. Logo, por pensarmos que algo aqui não está cheirando bem, ficamos atentos e ligados aos acontecimentos.

Fatores culturais que vinculam o mau cheiro à memória

Culturalmente, há sempre uma associação do mau cheiro a fatores que causam problemas à saúde, o que pode ser observado na citação do Decamerão no artigo de Czeresnia (1997):

[...] as pessoas, em meio à aflição e miséria, vagavam de um lugar a outro com flores, ervas odoríferas, especiarias, buscando conforto através do seu perfume: “Era como se todo o ar estivesse tomado e infectado pelo odor nauseabundo dos corpos mortos, das doenças e dos remédios.” As práticas que se instituíram para fazer face à peste buscaram, assim, evitar a proximidade e o toque, e, ao

mesmo tempo, neutralizar com perfumes e máscaras os odores viciados que corrompiam o ar. A corrupção do ar era percebida como fenômeno originário do lixo, das profundezas do solo, de conjunções astrológicas malignas e também dos próprios doentes e cadáveres. A doença alastrava de um para outro; a participação do ar era fundamental. (p. 77)

Assim, mesmo sendo uma obra que retrata o período de transição que vivia a Europa, o fim da idade média, o período de crise que retrata a obra corresponde à época em que se vivia a peste negra. Pela gravidade das

enfermidades das pessoas e o alto grau de contágio, a associação do odor à contaminação fica evidente, pois se acreditava que, além do contato de conversar com os doentes, o ar era um meio fundamental para a transmissão das doenças, e o mau odor correspondia à corrupção do ar.

No entanto, não apenas as obras literárias retratavam o odor como um dos fatores de transmissão de doenças. Partindo do princípio que o ar era responsável pela transmissão de doenças, surge a teoria dos miasmas, que está diretamente associada à ideia de contágio. Para essa teoria, as doenças estavam diretamente relacionadas à “*abertura às sensações*”, ou seja, o corpo adoecia por “*influências malélicas de origens distintas, que agiam através dos sentidos e sensações*” (Czeresnia, 1997, p. 90).

Biologicamente, as explicações às reações comportamentais apresentam alguma ligação com a teoria dos miasmas e do contágio.

Geralmente, a discriminação entre “bom” e “mal” cheiro é importante desde que os cheiros agradáveis e desagradáveis requerem diferentes reações comportamentais. Mau cheiro nos alerta de perigo, baixa qualidade do ar, comida estra-

gada, venenos, provavelmente com doença – tudo que requer algumas decisões imediatas para ser feita e ação para ser tomada – por exemplo, evitar ou retirar. Cheiros prazerosos, por outro lado, não necessita de ação ou decisão imediata. De fato a significância biológica de cheiros prazerosos não é imediatamente óbvia. (Jacob et al., 2003, p. 70, tradução nossa)

Se nossa memória está vinculada ao cheiro, como detectamos os aromas e odores?

Se o olfato é para nós um sistema que nos alerta para situações que discriminamos como boas ou ruins, como detectamos os aromas e odores das substâncias dispersas no ar atmosférico?

Conseguimos detectar os diversos tipos de aromas e odores por meio do estímulo sensitivo de nosso sistema olfativo pelas diferentes moléculas dispersas no ar. Os receptores sensoriais são os responsáveis pela identificação dessas moléculas. Na espécie humana, os receptores sensoriais, ou os quimiorreceptores, estão localizados no epitélio olfativo – um pedaço de tecido do localizado na cavidade nasal – que contém numerosos receptores neurais: as células olfativas.

No tecido epitelial, que compõe o sistema olfatório, há outra estrutura dessas células: os cílios ou pelos olfativos, que recobrem o tecido. Tais células são especializadas e projetam microvilosidades. Assim, os cílios são compartimento celular no qual se encontram os quimiorreceptores, que são responsáveis pela detecção dos diferentes odores (Guyton, 2001).

O nariz humano contém mais de 100 milhões de receptores especializados, ou sensores, que atuam conjuntamente em complexas operações para identificação dessas moléculas. Uma camada de muco dissolve as moléculas assim que elas chegam a esses receptores. O cérebro é capaz de interpretar esses padrões a fim de distinguir os diversos tipos de odores. Sinais do sistema olfativo humano são transmitidos para o cérebro para

processamento. O cérebro, então, interpreta esse conjunto de sinais em termos de sensação odorante (De Melo Lisboa et al., 2009).

Os aromas e odores são identificados quimicamente pelo cérebro

Para que o sistema olfativo seja estimulado, os receptores sensoriais iniciam uma série de operações para que o cérebro possa identificar o tipo de molécula e, assim, identificar o seu cheiro característico. Entretanto, para que essa interação possa ter início, as moléculas dispersas no ar devem apresentar algumas propriedades para que sejam identificadas pelos receptores sensoriais, tais como: as substâncias odorantes devem apresentar alguma solubilidade em água; pressão de vapor de alta grandeza, isto é, alta volatilidade, o que tem como consequência pontos de ebulição menores em se tratando de líquidos; lipofilicidade; e massa molar não muito elevada. Não há nenhuma molécula odorante com massa molar maior do que 294 g/mol (Guyton, 2001).

Dessa forma, a camada de muco presente no tecido do epitélio olfativo dissolverá as substâncias odorantes ao entrarem na cavidade nasal e, assim, interagirão com os receptores.

Essa interação, ou estímulo das células olfatórias, é feita por meio da ativação da enzima *adenilil ciclase*, que está presa no interior da membrana ciliar próximo ao receptor, que catalisa a conversão de ATP (Adenosina Trifosfato) ao AMP cíclico (cAMP – Adenosina Monofostato cíclico). O cAMP ativa um canal de Na^+ , gerando um potencial de despolarização ao longo da membrana. Esse impulso é transmitido pelos nervos olfatórios até o cérebro que, computando outros estímulos sensoriais, interpreta o impulso como um odor – muitas vezes acionando áreas da memória que relacionam o particular odor com algo já experimentado antes (Guyton e Hall, 1998).

A Figura 1 ilustra a interação olfativa.

O funcionamento do sistema olfativo

O processo de sentir cheiro e odores inicia-se com a sensibilização do sistema olfatório por substâncias odoríferas dispersas no ar atmosféri-

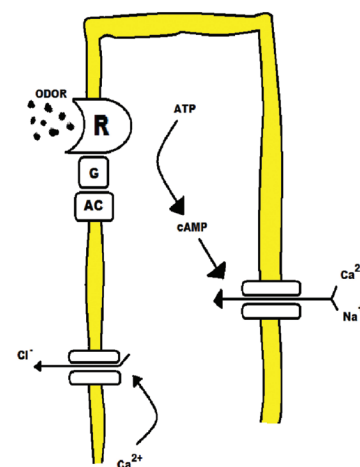


Figura 1.

co. Essas substâncias, que se encontram geralmente no estado gasoso, apresentam uma pressão de vapor considerável.

Primeiro, a pressão de vapor corresponde à pressão desenvolvida entre o equilíbrio de um líquido e seu vapor em um recipiente hermeticamente fechado. Assim, em uma dada temperatura, um líquido com maior energia de coesão (isto é, um grande calor de vaporização molar Q_{vap}) terá menor pressão de vapor que um líquido com uma pequena energia de coesão (Castellan, 2001).

Dessa forma, podemos dizer que para as substâncias que apresentarem os maiores calores de vaporização molar terão uma maior força intermolecular entre as moléculas, o que explica a necessidade de as moléculas odoríferas apresentarem pressão de vapor considerável. Nesse caso, as substâncias que proporcionam certo odor apresentarão pressão de vapor alta, para que se encontre no estado gasoso, com baixa interação intermolecular.

Segundo, a volatilidade das substâncias odoríferas é essencial para que o sistema olfativo seja sensibilizado, pois é necessário que tenhamos uma interação entre as substâncias odoríferas e as células receptoras. Essa interação é feita pela dissolução dessas substâncias nas camadas mucosas do sistema olfatório das cavidades nasais.

Sendo assim, podemos dizer que a substância odorífera entra na cavi-

dade nasal – quando em contato com as células receptoras – gera um sinal elétrico, e este é transmitido para as regiões olfatórias do cérebro.

Esse contato entre as células receptoras e as moléculas odoríferas ocorre por meio de ligações intermoleculares entre ambas. Tais ligações dependem de cada molécula, podendo ser ligações de hidrogênio, dipolo ou de van der Waals.

A porção extracelular da proteína receptora tem uma organização tridimensional específica para uma determinada molécula odorante (Loureço e Furlan, 2007). Quando há uma interação entre a substância odorante e a proteína receptora, haverá uma mudança de conformação na proteína receptora, o que ativará uma proteína intracelular chamada de proteína G acoplada à proteína receptora.

A conformação de uma proteína, ou seja, sua estrutura tridimensional é única, sendo que sua função depende exclusivamente dessa estrutura específica. A estabilização da conformação de uma proteína é feita pelas interações não covalentes. Pode-se dizer que a conformação da proteína mais estável é aquela com o maior número de interações fracas (Lehninger et al., 1995).

Proteínas G são heterotrímeros (ou seja, formadas por três subunidades diferentes, daí os termos *tri* e *hetero*) e suas três subunidades são denominadas de α ($G\alpha$), β ($G\beta$) e γ ($G\gamma$). As subunidades $G\gamma$ e $G\beta$ apresentam-se fortemente associadas de forma não covalente. Um mesmo dímero $G\beta\gamma$ pode se associar a diferentes subunidades $G\alpha$. Por esse motivo, a identidade de uma proteína G é dada por sua subunidade $G\alpha$ (KERR, 2008).

Algumas das características mais fascinantes da fisiologia do cheiro foram descobertas pelos vencedores do Prêmio Nobel de 2004, Linda Buck e Richard Axel. Em contraste com o modelo simples, mas específico da chave-fechadura que governa o sabor, o cheiro é governado por uma série de células sensoriais. Um tipo de molécula de fragrância interage com mais que um tipo de receptor, portanto, a sensação global é criada

por uma combinação de receptores ativados. Quando testaram uma série de alcoóis n-alifáticos em neurônios de ratos, Buck e os seus colaboradores descobriram que grupos de neurônios olfatórios eram ativados. Por exemplo, o pentanol estimula fracamente um receptor chamado S3; o hexanol ativa fortemente os receptores S3 e S25; o heptanol ativa o S3, S19 e S25; o octanol ativa o S18, S19, S41 e S51; e o nonanol ativa o S18, S19, S51 e S83. Assim uma única molécula é reconhecida especificamente por múltiplos receptores odoríferos que trabalham em conjunto (Malnic et al., 1999).

A proteína G encontra-se ligada a

um receptor. Quando uma substância odorífera se liga ao receptor acoplado à proteína G, ativando-o, ele promove uma mudança na conformação molecular. A mudança conformacional faz com que o receptor altere a subunidade $G\alpha$ da proteína G. Essa alteração da subunidade da proteína ativa canais de sinalização por meio de íons metálicos, geralmente íons Ca^{2+} e Na^+ .

Ao ativar esses canais de sinalização iônico, há a formação de canais de ação, fazendo com que a molécula envie sinais elétricos a regiões específicas do cérebro e identificando o tipo de molécula que causa seu odor característico. Devemos levar em consideração

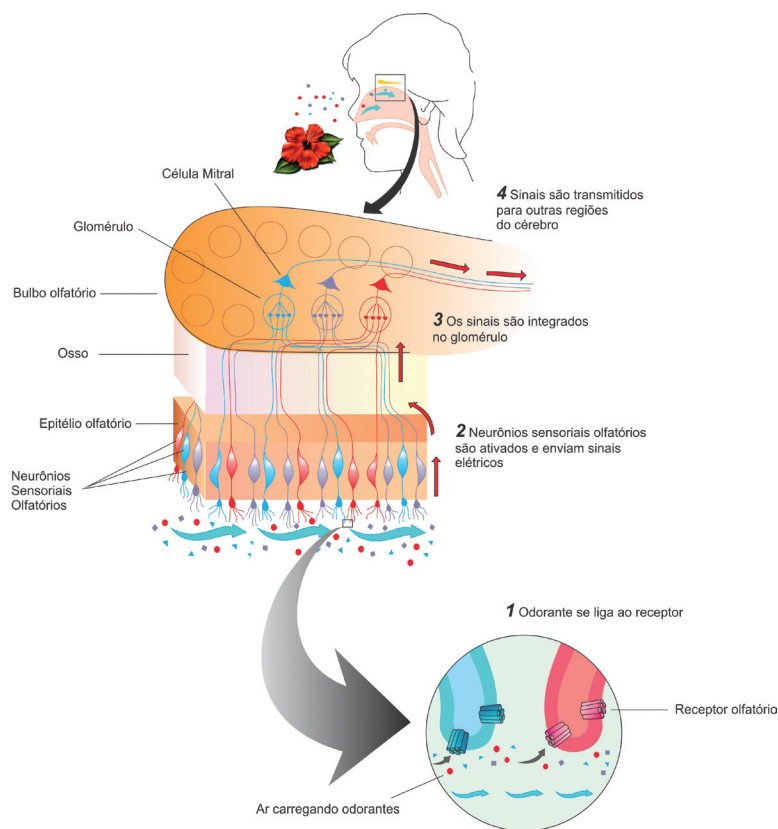


Figura 2.

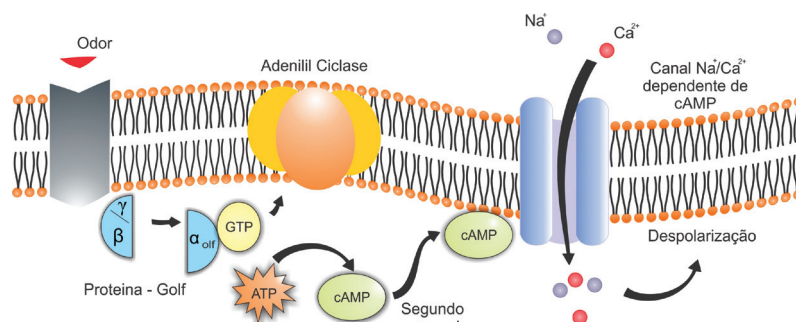


Figura 3.

que, ao entrarem na cavidade nasal, as substâncias odoríferas passam por um processo de dissolução para que, em concentrações adequadas, interajam com as moléculas receptoras localizadas nos cílios do tecido epitelial olfatório. Um esquema geral do que acontece é mostrado nas Figuras 2 e 3:

Se o cérebro identifica aromas e odores quimicamente e os memoriza, como conhecer essas substâncias que provocam essas sensações agradáveis e desagradáveis?

Geralmente as substâncias que são caracterizadas pelo aroma agradável, ou pelo seu odor desagradável, apresentam estruturas semelhantes com baixo peso molecular, abaixo de 294 g/mol. Possuem funções orgânicas distintas: tióis, éteres, ésteres, compostos aromáticos nitrogenados etc. Tais substâncias possuem certa solubilidade em água e, dessa forma, são facilmente dissolvidas no muco do tecido epitelial para que esteja em uma concentração relevante para ser detectada e identificada pelos quimiorreceptores.

A interpretação fisiológica de um odor implica em julgar o quão forte, agradável ou desagradável ele é. Odores desagradáveis estão em geral associados a coisas desagradáveis. Os odores provenientes de

uma estação de tratamento de esgotos estão geralmente associados à decomposição biológica da matéria orgânica. Embora um odor possa ser não tóxico, sua associação à decomposição biológica pode indicar algo a se evitar ou um eventual risco à saúde. A presença de um mau odor em geral é um sinal para que se evite sua fonte (De Melo Lisboa et al., 2009).

É por essa interpretação fisiológica que registramos com maior propriedade os cheiros que nos causam essas sensações desagradáveis. Algumas substâncias – como a piridina (cheiro de peixe podre), o metanotiol (cheiro do gás de cozinha), escatol (cheiro de fezes), entre outras – remetem-nos a situações que lembram perigo ou um ambiente não muito saudável. Essas são características psicoculturais que nos fazem agir de maneira repulsiva ao mau cheiro. No Quadro 1, apresentamos algumas substâncias que são responsáveis pela geração de alguns maus cheiros.

O mau cheiro: ferramenta para o ensino de química

Por meio das lembranças de fenômenos que causam o mau cheiro, identificadas quase que imediata-

mente pelo sistema olfativo, nós, professores de ciências, podemos utilizar o olfato para nos auxiliar nas aulas de ciências. Se culturalmente podemos vincular situações de perigo e de alerta ao identificarmos um mau cheiro característico, por que não utilizar esse mesmo artifício para

O nariz humano contém mais de 100 milhões de receptores especializados.

incrementar as aulas de ciências? A utilização de experimentos de características exclusivamente “odoríficas” pode vincular o mau cheiro ao en-

sino de conteúdos desgastantes aos alunos de modo que a percepção sensorial possa se tornar um fator de aprendizagem, pois seria marcada por uma situação não comum em sala de aula.

Podemos ser que essa experiência não apresente a mesma beleza visual de uma explosão controlada de uma reação, mas seria a detecção de um fenômeno com a evidência olfatória e a construção de modelos mentais a partir de uma percepção fisiológica pouco explorada.

Deve-se salientar que nossa estrutura cognitiva tem facilidade de guardar lembranças relacionadas ao mau cheiro. Por mais que os cheiros agradáveis nos façam melhores e nos extasiem mais, é o mau cheiro que efetivamente desperta caminhos

Quadro 1: Algumas substâncias que causam mau cheiro.

Nome usual	Estrutura química	Massa molar (g mol ⁻¹)	Fórmula molecular	Ponto de fusão	Ponto de ebulição	Odor característico
Ácido caproico	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH	116,158	C ₆ H ₁₂ O ₂	-3 °C	202-203 °C	Cheiro de cabra
Ácido butírico	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	88,105	C ₄ H ₈ O ₂	-7,9° C	163,5 °C	Cheiro de vômito
Ácido valérico	CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH	102,13	C ₅ H ₁₀ O ₂	-34,5°C	186-187 °C	Cheiro de chulé
Escatol		131,172	C ₉ H ₉ N	93-95 °C	265 °C	Cheiro de fezes
Gás sulfídrico		34,100	H ₂ S	-86 °C	-60 °C	Ovo podre
Dimetil sulfeto		62,130	C ₂ H ₆ S	-98 °C	37 °C	Ovo podre
Piridina		79,101	C ₅ H ₅ N	-41,6 °C	115,2 °C	Peixe podre
Geraniol		166,010	C ₁₁ H ₂₀ O ₂	-15 °C	230 °C	Fezes animais

Quadro 2: Por que os cães cheiram embaixo da cauda uns dos outros?

Olhando a Tabela 1, podemos ver a substância responsável pelo cheiro de fezes animais. No entanto, o que poucos sabem é que essa mesma substância é responsável pela agradável (para alguns) essência de Jasmim. Em baixa concentração, nossos caminhos neuronais interpretam o sinal da interação dessa molécula com aqueles receptores nos cílios do nariz como algo agradável. Já em alta concentração, interpretamos tal interação como um mau cheiro. Assim, como o sistema olfativo do cão é muito mais sensível do que o nosso, exatamente por conter uma quantidade muito maior de cílios e de caminhos neurológicos, ele consegue detectar as moléculas responsáveis pelo odor do jasmim, sentido por humanos a uma distância muito grande, já que tal composto, diluído no ambiente, pressupõe baixa concentração. Daí, o cão segue tal cheiro até sua origem, que geralmente estará logo abaixo da calda de outro cachorro após ter evacuado. Logicamente não podemos dizer que o cão sente o agradável odor do jasmim, considerando que sua interpretação e integração dos sinais do sistema nervoso é diferente da do ser humano, bem como a quantidade e combinação de receptores olfativos, mas seria no mínimo relevante se assim o fosse e que ele se sentisse atraído por um odor tão agradável.

neuronais mais rápidos, ativando memórias mais antigas ou recentes.

Exemplo disso é o fato de lembrarmos com muito mais ênfase de experimentos laboratoriais durante a graduação que produziam sulfeto, do que experimentos que produziam odores agradáveis. Assim, nesse quesito, os odores desagradáveis, isto é, o mau cheiro, só perdem para os estímulos visuais em termos de recuperação de memória.

Apesar de soar estranho, fica fácil nos lembrarmos dos perfumes que nossos pares utilizam em determinados ambientes. No entanto, alta concentração desses mesmos perfumes dará origem a uma alta concentração das substâncias destes na mucosa do nariz e também nos tecidos epiteliais que promovem a ligação entre as substâncias odoríferas e as células receptoras. Essa alta concentração de ligações nos dará a sensação de mau cheiro, e sabemos: essa sensação marca mais do que o cheiro agradável de uma situação anterior (Quadro 2).

Por outro lado, é o mau cheiro que nos protege de situações de perigo. É ele que nos avisa da insalubridade ou da periculosidade dos ambientes. Podemos afirmar, com certeza, que não ficaremos tentados a sair ou fugir de um lugar que tenha um cheiro agradável e inebriante.

Em relação às substâncias presentes no Quadro 01, pode-se ter uma ideia de como trabalhar alguns aspectos em sala de aula por meio de algumas questões/sugestões:

A) Qual a influência da massa molar na atribuição do mau cheiro?

B) A partir do item A, pedir aos alunos uma relação de substâncias que causam o mau cheiro e solicitar que diferenciem tais substâncias em relação à massa molar e função química.

C) Tais aspectos também têm relação com o ponto de fusão e com o ponto de ebulição? Ou seja, a massa molar da substância ou sua função química específica

tem relação com seus pontos de fusão e ebulição?

D) Outra questão importante é a volatilidade e a pressão de vapor dessas substâncias. Quais são mais voláteis e por quê? Como o mau cheiro pode se relacionar com a pressão de vapor e com a solubilidade?

E) Que experimentos simples podem ser realizados que tenham relação com o mau cheiro? Dentre vários experimentos, o professor pode utilizar um ovo podre e um ovo normal, sadio. Ao colocar os dois em um recipiente com água, o ovo podre boia, pois o apodrecimento produz gás sulfídrico. Com essa quantidade de gás e sendo este menos denso do que a água, o ovo podre tende a subir para a superfície. Podem-se discutir conceitos de reação química na produção do gás sulfídrico, densidade em relação ao ovo boiar e pressão exercida pelo gás.

F) Além disso, os Quadros 3 e 4 apresentam algumas curiosidades e dicas que podem ser utilizadas pelo professor em sala de aula, como tema gerador.

Quadro 3: Como evitar o Chulé – A ação do antisséptico para os pés.

O chulé – ou bromidrose – é causado pela proliferação de bactérias que se alimentam de pedaços de pele em nossos pés e também do suor acumulado, já que elas gostam de ambientes quentes e úmidos. Depois de se alimentarem, liberam o ácido valérico (Quadro 1), que dá aquele cheirinho que conhecemos. Para evitar o chulé, basta lavar bem os pés, secá-los adequadamente, sempre variar um pouco os sapatos, além de selecionar meias de algodão, que permitem maior ventilação, reduzindo a ação das bactérias. Por outro lado, podemos usar talcos antissépticos. E como age um talco desses? O antisséptico presente nos talcos – tais como estearato de zinco (matam fungos) e ácido bórico e benzoico (deterioram bactérias) – agem degradando e inibindo a proliferação das bactérias e fungos. Tais compostos reagem quimicamente, produzindo outras substâncias não odoríferas.

Quadro 4: Vinagre, o todo poderoso contra vários odores.

Grande quantidade de maus odores está relacionada a compostos alcalinos, isto é, com características de base. O cheiro do mofo em guarda roupas, a mão com cheiro de peixe, a gordura fétida, entre outros são exemplos de maus odores. Assim, em vários desses casos, podemos utilizar o vinagre para diminuir ou eliminar o mau cheiro. Isso é possível, pois o vinagre tem uma concentração de ácido acético que varia de 3,5 a 5%. Logo, o ácido presente no vinagre reage com os compostos que dão origem ao mau cheiro em uma reação de neutralização, resultando em outros compostos que não têm como característica o mau odor. Uma bacia com água e vinagre diminui bastante o cheiro de mofo em roupas. Lavar as mãos com vinagre e depois enxaguar com água elimina o odor de peixe. Será que o vinagre elimina outros tipos de maus odores?

Podemos ainda discutir algumas características dessas substâncias em termos de solubilidade em água, pressão de vapor e massa molar não muito elevada.

Solubilidade em água – Solubilidade corresponde à capacidade que uma substância tem de se dissolver em outra. Para que isso aconteça, é necessário que tanto o soluto quanto o solvente, que formarão a solução, apresentem a mesma grandeza em relação à polaridade para que haja a solubilidade. A solubilidade em água corresponde à capacidade que uma substância tem de interagir com a água, tal interação fará com que a substância se dissolva na água, pois ela apresentará a mesma polaridade que as moléculas de água. Assim, uma substância odorante, especificamente aquela do mau cheiro, considerando-se a umidade do nariz, interagirá mais facilmente com as moléculas dos cílios do nariz.

Pressão de vapor – Quando um líquido é concentrado em um recipiente na presença do vácuo, uma porção do

líquido evaporará de modo a preencher o volume vazio do recipiente. A pressão exercida pelo vapor do líquido corresponde à pressão de vapor do líquido naquela temperatura de equilíbrio (Castellan, 2001). Assim, se o mau cheiro tiver uma pressão de vapor baixa, sua evaporação ou volatilidade será prejudicada, o que dificulta a chegada da molécula até as substâncias receptoras nos cílios do nariz.

Massa molar não muito elevada – Massa molar de um composto é a soma das massas molares dos elementos que constituem a molécula ou fórmula unitária. No caso das substâncias odoríficas, uma substância com massa molar não muito elevada seria aquela que após o somatório das massas molares dos elementos que a constituem não fosse superior à massa molar de 294,00 g/mol. Massas molares elevadas dificultam a interação entre as moléculas do mau cheiro com as moléculas receptoras nos cílios do nariz, seja por questões de pressão de vapor ou solubilidade, seja pelo impedimento estérico.

Assim, nosso intuito não é mistificar a química como a ciência do mau cheiro ou induzir o estudante à mistificação que é muito combatida pelos educadores químicos. A ideia é mostrar as várias facetas do conhecimento químico. Além disso, exploramos como aspectos relacionados a um elemento que consideramos ruim podem ser positivamente usados em nosso cotidiano e inclusive utilizados para termos uma melhor compreensão dos aspectos relacionados às substâncias.

Vitor de Almeida Silva (victorsa18@hotmail.com), licenciado em Química pela Universidade Federal de Goiás (UFG), mestrando em Educação em Ensino de Ciências e Matemática da UFG, é professor da secretaria estadual de educação do estado de Goiás. **Anna Maria Canavarro Benite** (anna@quimica.ufg.br), doutora em Ciências, mestre em Ciências (Química Inorgânica), licenciada em Química e graduada em Química Habilitação Tecnológica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), é professora adjunta da UFG. **Márlon Herbert Flora Barbosa Soares** (marlon@quimica.ufg.br), doutor em Ciências (Química), mestre em Química pela Universidade Federal de São Carlos, licenciado em Química pela Universidade Federal de Uberlândia, é professor adjunto III no Instituto de Química da UFG.

Referências

CASTELLAN, G. *Fundamentos de físico-química*. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

CZERESNIA, D. Do contágio à transmissão: uma mudança na estrutura perceptiva de apreensão da epidemia. *História, Ciências e Saúde*, v. IV (1), p. 75-94, 1997.

DE MELO LISBOA, H.; PAGE, T. e GUY, C. Gestão de odores: fundamentos do nariz eletrônico. *Eng Sanit Ambient*, v. 14, n. 1, p. 9-18, 2009.

GUYTON, A.C. *Fisiologia humana*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

GUYTON, A.C. e HALL, J.E. *Fisiologia humana e mecanismo das doenças*. Rio

de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

JACOB, T.J.C.; FRASER, C.; WANG, L.; WALKER, V. e O'CONNOR, S. Psychophysical evaluation of responses to pleasant and mal-odour stimulation in human subjects; adaptation, dose response and gender differences. *International Journal of Psychophysiology*, v. 48, p. 67-80, 2003.

KERR, S.D. *RIC-8B*: uma GEF putativa do sistema olfatório, interage com G α olf, G β 1 e G γ 13. Tese de doutorado (Bioquímica). Instituto de Ciências Biológicas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L. e COX, M.M. *Princípios de bioquímica*. 2.

ed. Trad. A.A. Simões e W.R.N. Lodi. São Paulo: Sarvier, 1995.

LOURENÇO, F.D. e FURLAN, M.M.D.P. Olfato em homens e cães. *Arq Mudi*, v. 11, n. 2, p. 9-14, 2007.

MALNIC, B.; HIRONO, J.; SATO, T. e BUCK, L.B. Combinatorial receptor codes for odors. *Cell*, n. 96, p. 713-723, 1999.

ROSA, M.I.P. e RAMOS, T.A. Memórias e odores: experiências curriculares na formação docente. *Revista Brasileira de Educação*, v. 13, n. 39, p. 565-599, 2008.

SANTOS-GRANERO, F. Modos não corpóreos de sentir e conhecer na Amazônia indígena. *Revista de Antropologia*, v. 49, n. 1, p. 93-131, 2006.

Abstract: *Something fishy here ... the chemistry of malodorous* - This work presents for science teachers a alternative way to contextualize some themes of chemistry by exploiting the universe of smells. Culturally, we associate the bad smell a danger situations or phenomena that require caution. Typically, a feeling of psychological stress causes the brain to associate the smell with these situations. Recalling the smell remember of the lived moment and try to avoid it again. We present a discussion about this process assign meaning to the smell at a stress or danger moment for assist in class of science. Through the smell, we have contributed intent to develop further the field of mental models and demystifying the idea that visual experiences has greater significance to science experiments.

Keywords: malodorous; olfactory system; chemistry teaching.