

## ÓRGÃOS DO SENTIDO: uma metodologia alternativa de ensino

Antônio Carlos R. de Amorim\*  
Graça Aparecida Ciccilini\*\*  
Jorge Megid Neto\*\*\*

### INTRODUÇÃO

Dentro da diversidade de assuntos que podem ser discutidos nas aulas de Biologia no primeiro, segundo e terceiro graus, há alguns que têm sido privilegiados como objetos de pesquisas acadêmicas e/ou de metodologias alternativas para sua abordagem. Dentre esses, destacam-se **Meio Ambiente e Educação Ambiental, Sexualidade Humana, Saúde**, bem como **Evolução, Genética e Citologia**.

Há, entretanto, carência de uma discussão sobre temas que estão presentes, em grande parte, nos planejamentos de ensino dos professores, como é o caso de assuntos complexos relacionados ao estudo do **corpo humano e seus diversos sistemas**. A busca de novas propostas para a discussão dos mesmos é essencial para o redimensionamento da abordagem que tem sido desenvolvida em sala de aula. Reflexões sobre tais aspectos poderiam possibilitar uma visão mais abrangente e integrada da Biologia, mostrando a perspectiva dinâmica e interativa de produção de seu conhecimento.

Para este artigo, nossa atenção está centrada no assunto Órgãos dos Sentidos, particularmente, na **olfacção**. A iniciativa de se pensar em uma metodologia de trabalho para tal tema se justifica diante da grande importância que o sentido do olfato tem para os seres humanos, bem como para outros animais, na sua relação

de comunicação com o meio ambiente, em termos de defesa e em mecanismos de alerta. Também se faz crescente o número de pessoas que sofrem de distúrbios olfativos, quer sejam por disfunção na passagem do ar (devido a rinites, pólipos, desvio de septo ou processos inflamatórios) ou por afecção direta do sistema olfativo. Em relação à segunda disfunção, geralmente são decorrentes de alterações do epitélio olfativo por substâncias químicas (amônia, remédios de desobstrução nasal em excesso, etc), por trauma craniano, por indução viral pós-gripe, por tumores cranianos, entre outros. Esse tema apresenta, pois, uma relevância social e científica que torna importante o repensar de sua abordagem no currículo escolar.

Partindo-se da premissa de que, na grande maioria dos casos, o conteúdo e a metodologia de ensino presentes nos livros didáticos podem nos fornecer um retrato da situação de como o referido assunto se desenvolve em sala de aula, há condições de se inferir que, em alguns casos, inexistem abordagens específicas sobre órgãos dos sentidos; normalmente o conteúdo sobre tais órgãos está vinculado ao capítulo sobre Sistema Nervoso. Após a explicação detalhada sobre a estrutura e funcionamento de todos os órgãos desse sistema, passa-se ao estudo dos órgãos dos sentidos; no referente à olfacção em específico, pouca ou nenhuma atenção é dada. Quando existe, a descrição da anatomofisiologia do sistema olfativo e a explicação do

---

\* Professor de Biologia da rede estadual de 2º grau; Mestrando da Faculdade de Educação da UNICAMP.

\*\* Professora de Metodologia de Ensino do Departamento de Princípios e Organização da Prática Pedagógica - Universidade Federal de Uberlândia; Doutoranda da Faculdade de Educação da UNICAMP.

\*\*\* Professor de Física da Escola Técnica Estadual "Conselheiro Antônio Prado" do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza/Campinas; Doutorando da faculdade de Educação da UNICAMP

funcionamento do órgão sensorial são bem mais superficiais do que a visão e audição. Dessa forma, fica evidente uma visão fragmentada e hierarquizada do corpo humano, pois, em nenhum momento, há possibilidade de se vislumbrar uma integração, principalmente funcional, entre as suas diferentes partes.

Diante desse quadro, algumas considerações se fazem necessárias.

A constatação de o olfato ser preterido, na discussão sobre órgãos dos sentidos, à audição e visão, pode encontrar uma justificativa possível dentro da própria produção de conhecimento biológico. Até certo período, a Biologia pouco se dedicou à pesquisa sobre a sensação química do olfato, justificando que este sentido pouca importância tem para o ser humano, apesar de serem intensos os estudos sobre o papel da olfação na comunicação entre outros animais. Ultimamente, porém, este conceito está se modificando, o que é percebido pelo número de trabalhos que vêm sendo desenvolvidos e apresentados em encontros e simpósios sobre olfato, bem como pelo aumento do número de centros de pesquisa dedicados a essa área de estudo. É importante destacar, também, que o interesse crescente por essa área e as descobertas recentes vêm levando revistas, predominantemente não-científicas, a publicarem reportagens sobre a olfação e sua relação com a sociedade, como é o caso da *National Geographic*, publicada em Washington/EUA.

Um outro aspecto a destacar diante do evidenciado nos livros didáticos é a nossa crença em um ensino mais significativo que partiria de

situações mais próximas, vivenciadas e percebidas pelo estudante em sua interação com o meio ambiente, para daí, numa tentativa de entendimento globalizante e aprofundado, tratar de questões mais abstratas. Dentro desta concepção, é questionável que o estudo dos órgãos dos sentidos - estruturas que possibilitam a compreensão da vida de relação, ou seja, meio interno-meio externo ao organismo - venha, após toda minuciosa abordagem sobre sistema nervoso. Em tal abordagem, geralmente predominam as descrições morfológicas, com um excesso de nomenclaturas, centradas na morfologia do neurônio e na transmissão do impulso nervoso. Os aspectos fisiológicos são superficialmente abordados, o que restringe, dessa forma, o entendimento do fenômeno como um todo, além de não oferecer elementos significativos para o entendimento do funcionamento dos órgãos dos sentidos, o que justificaria sua abordagem posterior à do sistema nervoso.

É certo que, no desenvolvimento do conteúdo sobre órgãos dos sentidos nas aulas de Biologia, há predomínio dos aspectos biológicos, sendo feitas algumas poucas relações com as explicações originárias do conhecimento de Química e de Física. Gostaríamos de explicitar que não só na área de Ciências Exatas e Biológicas são encontradas informações para o estudo do olfato.<sup>1</sup> Há possibilidades de discussão de aspectos sócio-econômicos (indústria de desinfetantes, perfumes, mascaramento de odores humanos, os odores e as classes sociais, dentre outros), que certamente exigiriam um intercâmbio de idéias com as áreas de Geografia, História e Sociologia.<sup>2</sup> Vemos claramente, aqui, que nenhuma consideração do meio, nas áreas

---

1. Na área de Língua Portuguesa, encontramos obras literárias que fornecem interessantes informações sobre este assunto, como é o caso de *O Perfume. História de um assassino*, de Patrik Süskind. Há possibilidade, na leitura dessa obra, de uma integração com a área de química, pois são trabalhadas as diferentes técnicas de produção de essências e perfumes.

2. O livro *Saberes e odores: o olfato e o imaginário social nos séculos XVIII e XIX* de Alain Corbin representa uma ótima fonte para obtermos informações que auxiliem na discussão sobre aspectos sócio-histórico-culturais da olfação. Neste livro encontramos temas como a desodorização e purificação dos espaços urbanos, além da discussão sobre as representações presentes na sociedade sobre os diversos odores, abordados em itens como o "fedor do pobre", o "hálito da casa" e "os perfumes da intimidade".

das atividades de tomada de consciência bem compreendidas, pode deixar de desembocar em uma interdisciplinaridade efetiva.

Tais considerações levam nos a pensar em como abordar um tema tão árido, e ainda desvalorizado tanto no âmbito da pesquisa científica como no ensino com os alunos de 1º e 2º graus. Assim propomos que temas, como órgãos dos sentidos, sejam metodologicamente desenvolvidos em três momentos: considerações a partir do cotidiano; aspectos fisiológicos e anatômicos; compreensão dos fenômenos físico-químicos relacionados a esses órgãos.

A seguir, apresentamos uma sugestão dessa forma de tratamento através do sentido olfação

### **CONSIDERAÇÕES SOBRE O OLFATO A PARTIR DO COTIDIANO**

O estudo sobre olfação em sala de aula, dentro de uma metodologia que leve em conta as experiências e impressões dos indivíduos com respeito ao tema, pode-se iniciar, a partir de considerações sobre os odores característicos de cada pessoa, para os diferentes sexos, e também sobre os diferentes níveis de percepção de odores de uma pessoa para outra.

Buscando resgatar experiências próprias dos sujeitos com relação aos odores, podem-se discutir questões relativas à diferença de odores entre o sexo masculino e o feminino, algo que decorre dos chamados feromônios, que são substâncias secretadas por glândulas de alguns animais e que influenciam o comportamento, ou o desenvolvimento morfológico, ou ambos, de outros animais da mesma espécie. Tais substâncias caracterizam o cheiro do macho ou fêmea e são utilizadas em processos de comunicação entre espécies para reconhecimento entre indivíduos, atração sexual, demarcação de território, etc. .

Na espécie humana, os feromônios manifestam-se nas regiões sexuais, axilas e nuca.

Por exemplo, o ato de a mãe aconchegar o recém-nascido de 5 a 6 dias de vida sobre seus ombros para acalmá-lo, numa atitude muitas vezes instintiva, se explica por ser esta uma região onde o cheiro característico da mãe se manifesta com muita intensidade, ocorrendo, assim, o reconhecimento, por parte do bebê, de sua própria mãe através do odor da mesma. Em outras situações, verifica-se ser fundamental essa comunicação entre bebê e mãe, principalmente quando, nos primeiros meses, o sentido da visão ainda não está completamente desenvolvido.

O desenvolvimento de experiências com feromônios humanos pode ser realizado em sala de aula. É possível reconhecer o sexo masculino ou feminino, utilizando-se da sensação do odor de homens e mulheres. Por exemplo, apresentam-se aos alunos quatro camisetas brancas em caixas numeradas de 1 a 4, usadas em um período de 24 horas por pessoas de diferentes sexos, não identificadas. As pessoas devem ser instruídas para usarem camisetas novas, lavadas apenas com água; que não se utilizem de perfumes ou desodorantes durante esse período, bem como não devem tomar banho durante o mesmo.

Através do ato de cheirar as referidas camisetas, previamente identificadas por um membro do grupo (ou pelo dirigente da atividade) em sigilo, os alunos devem reconhecer o sexo da pessoa que utilizou cada uma delas. Registram-se os dados obtidos, para uma posterior discussão, através da qual se verificará a porcentagem de acerto e erro na referida identificação. Quanto maior o número de participantes no processo de identificação, maior probabilidade haverá de reconhecimento correto do sexo dos usuários de cada camiseta. Há fatores limitadores do experimento, como, por exemplo, o fato de algumas camisetas ainda apresentarem o cheiro característico de malha nova.

Um outro exemplo presente na literatura científica que registra o reconhecimento através do cheiro, é a capacidade de indivíduos reconhecerem o seu próprio cheiro entre outros odores a eles apresentados.

Outro aspecto levantado com relação aos feromônios, diz respeito à sincronização dos ciclos menstruais em mulheres que moram em uma mesma casa (moças em uma república, mãe e filhas, etc.). Pesquisas apontam que os odores característicos das mulheres durante o período menstrual são percebidos pelas mesmas quando convivem diariamente no mesmo ambiente, o que estimula a sincronização de seus ciclos menstruais.

Salienta-se, ainda, o fato de algumas hipóteses apontarem para a possibilidade de a compatibilidade entre feromônios ser responsável pela agregação social entre indivíduos. O ser humano, por exemplo, é capaz de reconhecer cheiros de outros indivíduos próximos ao seu ou muito distintos. Assim, um indivíduo aproxima-se mais de, ou convive melhor com, pessoas que possuam um cheiro próximo ao seu, chegando a se afastar, ou até mesmo sentir certa repugnância, de outras que possuam cheiros muito distintos do seu.

Fatores biológicos, tais como sexo, idade e cegueira, bem como fatores sociais (fumo) e também doenças e gravidez interferem na percepção de odores. O sexo feminino, por exemplo, é mais sensível aos odores que o sexo masculino. A revista *National Geographic* (v. 172, nº 4, out. 1987) descreve uma pesquisa realizada para seis odores diferentes numa população de 1 milhão e meio de pessoas, nas quais este dado é confirmado. A maior sensibilidade feminina explica-se através de mudanças no quadro hormonal das mulheres; elas se tornam mais sensíveis aos odores no meio do ciclo menstrual (14º dia) e, também, 8 dias antes da menstruação, quando há ação maior do hormônio luteinizante.

A idade é outro fator que interfere na sensibilidade química. Dependendo da metodologia utilizada, os seres humanos são capazes de identificar odores com muito pouca dificuldade.

Por exemplo, em experimentos onde se utilizaram substâncias odoríferas "familiares", e com possibilidade de correção, a porcentagem de acertos na identificação foi de 32 em 32 odorantes em um experimento, e 60 em 64, em outros. Há uma nítida diminuição na capacidade de percepção de odores, à medida que as pessoas se tornam mais velhas. Porém, há grandes diferenças individuais na habilidade de identificação de odores, por exemplo, entre jovens e velhos: onde os primeiros se sobressaem em relação aos últimos. O mesmo acontece entre cegos e não cegos; os cegos são mais habilitados na identificação de odores.

Com relação ao ato de fumar, bem como em relação ao "aumento compensatório" do olfato em detrimento de outro sentido, como, por exemplo, a visão, nada ficou demonstrado sob o ponto de vista fisiológico. O que se verifica é um aumento na habilidade (acuidade) de perceber odores em pessoas cegas, ou diminuição dessa habilidade em fumantes, não se observando, entretanto, mudanças anatômicas ou fisiológicas em tais situações. O que se nota é uma redução dos níveis de iritabilidade nasal em fumantes, bem como uma branda resposta à qualidade odorífera. Em geral, os fumantes acham desagradáveis odores pouco desagradáveis e consideram agradáveis aqueles que podem não sê-lo.

É interessante registrar, ainda, que o sentido do olfato possibilita evocar a memória das pessoas. Uma frequente observação sobre o cheiro é que ele pode trazer à memória fatos de épocas passadas. Pesquisas demonstram que cheiros fortes, agradáveis ou não, são mais comumente citados como evocadores de lembranças. Por exemplo: a amostra de perfume "floral", em pesquisas realizadas, representou para uma pessoa não apenas o cheiro de flores, mas o perfume de uma rosa vermelha sentido no jardim da casa de seu pai, há dezenove anos, num país longínquo.<sup>3</sup>

---

3. Fenômenos desse gênero também acontecem envolvendo a audição e a gustação, que podem ser percebidos quando algumas músicas e comidas nos fazem lembrar de fatos passados, associando-as a específicas lembranças e emoções.

Atualmente, temos conhecimento que pesquisadores da área de Ciências Humanas - História e/ou Sociologia, por exemplo, têm utilizado a abordagem do olfato e do gosto (perfumes ou pratos regionais), ao realizar entrevistas, na coleta de dados para suas pesquisas, e que podem despertar lembranças desagradáveis como, por exemplo, o holocausto ocorrido durante a 2ª guerra mundial.

### **ASPECTOS FISIOLÓGICOS E ANATÔMICOS DO PROCESSO OLFATIVO**

Nesta seção, procuramos discutir alguns aspectos relativos à forma como são abordadas a fisiologia e a anatomia da olfação, visando a apontar possíveis alternativas de abordagem que superem as restrições que conseguimos detectar e que estejam dentro da nossa perspectiva metodológica já explicitada.

Geralmente, ao se tratar de conhecimentos científicos sobre o funcionamento de órgãos do corpo humano, muito devido à especificidade e ao nível de profundidade das discussões vigentes nas diferentes áreas de pesquisa, faz-se uma abordagem até certo ponto fragmentada, perdendo-se a visão da totalidade. Vejamos, por exemplo, o caso particular da olfação.

O olfato é um sistema sensorial extremamente delicado: uma disfunção muito pequena em qualquer parte do corpo pode causar efeitos variados no nosso órgão olfativo. Medicamentos prescritos para tratamento de problemas em outras regiões do corpo, por exemplo, podem alterar a percepção de cheiros e gostos. Já em algumas situações, a mudança na capacidade olfatória é o único sintoma que permite aos médicos diagnosticar um estado de saúde debilitado devido a distúrbios do funcionamento de algum órgão interno, apesar de o paciente se apresentar saudável em diversos outros aspectos de seu quadro clínico. Tais exemplos são importantes para situarmos a inter-relação, estabelecida pelo conjunto de estruturas do corpo

humano, responsáveis mais diretamente pela olfação com o restante do mesmo.

Como o órgão estreitamente relacionado à recepção dos estímulos odoríferos é o nariz, muitas vezes o estudo da olfação atém-se no detalhamento da anatomia desse órgão, aprofundando-se na discussão sobre os seus componentes macros e microscópicos, envolvidos na recepção e percepção dos odores. Não se discorda que, uma vez tenham ocorrido avanços significativos nessa área de investigação científica, essa abordagem seja importante. Porém, o privilégio dos aspectos morfológicos no estudo desse órgão sensorial e a desvinculação dessa estrutura com o seu funcionamento impossibilitam enxergar o corpo humano numa perspectiva dinâmica, "em ação".

Nosso ponto de vista, nesse aspecto, vai de encontro às idéias de Hannoun (1977) quando afirma não parecer correto que a observação e o estudo do ser vivo se efetue, em princípio, a partir dos órgãos essenciais: a anatomia não precede a fisiologia. Uma vez descoberta a função, o aluno é capaz de captar como a estrutura anatômica possibilita a execução de tais funções.

Como exemplo, para esse nosso posicionamento, podemos utilizar a histologia da mucosa olfatória, cujo epitélio é formado por diversas camadas. Essas várias camadas são constituídas por células olfatórias, células de sustentação e células basais (células sensoriais imaturas, que podem originar células olfatórias). A explicação dessa morfologia só se justifica à medida que tal estrutura relaciona-se à execução de uma função definida, que é a recepção dos estímulos químicos dos odores, para a qual está adaptada. Uma outra perspectiva, que merece destaque, é a abordagem sobre as características que as moléculas odoríferas devem ter para poderem atingir o órgão olfativo (devem ser voláteis) e para desencadear impulsos nervosos (as moléculas devem ser solúveis no muco que recobre as células olfativas). Podemos perceber que essa estrutura, aparentemente estática, requer

uma dinamicidade para o funcionamento do órgão sensorial.

Dependendo da série com a qual se esteja trabalhando, como é o caso do primeiro grau, a predominância de abordagem nesse assunto deve ser dada para a compreensão do fenômeno da olfação. Quando for necessário, poderá ser feita a explicitação de uma nomenclatura detalhada, além do tratamento de conceitos mais abstratos.

Um outro ponto a ser analisado é que, tradicionalmente, procura-se estabelecer um vínculo entre os órgãos do sentido e o sistema nervoso, de modo que os primeiros comunicam ao sistema nervoso as modificações surgidas no meio ambiente e no próprio organismo. Porém, numa tentativa de simplificação, acaba-se passando a idéia de que os órgãos dos sentidos funcionam independentes uns dos outros. Bem como, pode ser passada a impressão de que cada um é individualmente responsável pela recepção de estímulos específicos e que, por si sós, levam à formação de impressões sobre aspectos (sonoros, odoríferos, gustativos, dentre outros) do ambiente. É interessante ressaltar que a sensação de certo odor, por exemplo, não é função exclusiva dos estímulos recebidos pelo nariz, mas sim da ação conjunta de outros receptores, tais como os da gustação, da visão e, até mesmo, da audição e do tato. Interferências sociais e culturais também atuam na percepção de um certo odor, imprimindo-lhe, por exemplo, qualidades como agradável ou não, estar ligado à falta de higiene, pobreza, bem-estar, saudosismo, etc. Essas questões levantadas justificam o fato de que, ao perceber um odor, você, além de identificá-lo, muitas vezes, associa-o a outras lembranças.

Além dos aspectos já citados, gostaríamos de ressaltar a necessidade de uma visão integrada do funcionamento dos órgãos e sistemas do corpo humano, desmistificando os graus hierárquicos em cujo pico estaria o sistema nervoso. É óbvio que o funcionamento do nariz - enquanto órgãos de recepção de odores - relaciona-se ao funcionamento do sistema nervoso, haja vista que a percepção e tradução

da mensagem recebida no nariz são feitas em órgãos deste sistema. Mas, por sua vez, todos os órgãos relacionados à olfação, são irrigados por vasos sanguíneos e, especificamente, órgãos do sistema nervoso estão protegidos por uma série de membranas conjuntivas, além de ossos. A nutrição e respiração das células sensoriais olfativas, como todas as outras, são diretamente dependentes do funcionamento dos outros sistemas do corpo humano. Além disso, as condições a que o indivíduo está submetido influenciam diretamente o funcionamento interno de seu organismo. Em contrapartida, não nos devemos esquecer de que nervos são encontrados espalhados por todo o corpo, sendo primordiais para o adequado funcionamento do corpo humano.

Neste caso, sempre que se trabalhar com modelos didáticos, figuras de livros, slides ou material fixado, é fundamental situar o órgão ou sistema que se está estudando como constituinte do corpo humano como um todo, mostrando as inter-relações possíveis e viáveis que o material utilizado possibilita. As inúmeras funções, desempenhadas no corpo humano, não são desarticuladas umas às outras, apresentando uma interdependência bem como uma cooperação mútua.

### **COMPREENSÃO DOS FENÔMENOS FÍSICO-QUÍMICOS RELACIONADOS À OLFAÇÃO**

Os processos químicos e físicos envolvidos na olfação ocorrem durante a recepção das substâncias odoríferas pela mucosa olfatória e na transformação dos efeitos dessa recepção em impulsos elétricos enviados ao cérebro. Esse processo de recepção-codificação-transmissão é conhecido como transdução olfativa, sendo pouco trabalhado em situações de ensino-aprendizagem. Quase nenhuma importância é dada ao entendimento desses mecanismos físico-químicos, embora sejam muito similares a outros processos de recepção e transmissão de outros tipos de estímulos sensoriais tais como gustação, visão, e cuja importância é fundamental no funcionamento de todo o sistema sensorial.

O início do processo de transdução olfativa se dá quando as substâncias odoríferas chegam à mucosa olfatória, dissolvendo-se nessa região e originando impulsos elétricos. Duas teorias explicativas dessa dissolução são encontradas na literatura - a "teoria química" e a "teoria física" - não havendo, entretanto, prevalência de uma sobre a outra. A coexistência dessas teorias é importante ao processo de ensino-aprendizagem, pois dá oportunidade de se discutir a provisoriedade do conhecimento científico, demonstrando que esse decorre de um processo contínuo de elaborações/reelaborações, não podendo nunca ser encarado como algo definitivo e imutável. Permite, ao mesmo tempo, perceber que os vários campos abrangidos pela ciência estão em permanente estudo e desenvolvimento, uns mais avançados, outros menos.

De acordo com a "teoria química", a substância odorífera, em função da sua composição molecular, reage com outras substâncias presentes nas membranas dos cílios olfativos, modificando a permeabilidade iônica dessas membranas e desencadeando o estímulo nervoso. Desse modo, por exemplo, as pessoas poderiam sentir odores um tanto quanto diferentes para uma mesma substância, desde que as moléculas odoríferas reajam com a mucosa de forma diferenciada de uma pessoa para outra.

Para os defensores da "teoria física", admite-se que existam, na membrana dos cílios olfativos, receptores específicos para os diferentes formatos geométricos das moléculas odoríferas. Ou mesmo, que a membrana ciliar possui poros que funcionam como "vagas" para essas moléculas. Dependendo do formato das mesmas, elas se encaixariam nesses poros, alterando localmente a permeabilidade da membrana e gerando o impulso elétrico. Essa teoria explica, por exemplo, o fato de substâncias com propriedades químicas bastante diversas, porém

com forma geométrica similar, apresentarem o mesmo odor; ou ainda, o caso de substâncias sintéticas, cujas formas geométricas são conhecidas, terem seus odores previstos com boa margem de segurança.

Seja de um modo ou de outro, as substâncias odoríferas, ao chegarem, à mucosa olfatória modificam o potencial de repouso da membrana, que recobre os cílios olfativos. Esse potencial de repouso - característico de todas as células nervosas e musculares - consiste em uma polarização da membrana em virtude das diferentes concentrações iônicas entre o meio intra e extra celular. Tal polarização é causada pela permeabilidade diferenciada da membrana aos íons existentes no interior e exterior da célula. Assim, no seu estado normal (não estimulado), a superfície externa da membrana encontra-se carregada positivamente, enquanto a superfície interna encontra-se negativamente carregada. Isto provoca uma diferença de potencial elétrico entre essas duas superfícies, o chamado "potencial de repouso", da ordem de 100 milivolts (mV).

Quando uma substância odorífera atinge certa região da membrana da mucosa olfatória, ela provoca uma inversão local na polarização da membrana. Isto é causado pela mudança da permeabilidade iônica da membrana devido a reações químicas entre os íons da mesma e as substâncias odoríferas (teoria química), ou relaciona-se ao "encaixe" das moléculas odoríferas nos poros da membrana (teoria física). Essa alteração de permeabilidade modifica, naquele local, o sentido de entrada e saída de íons pela membrana, configurando um arranjo inverso na polaridade interna e externa da membrana, conforme pode ser observado na figura a seguir. A inversão local no potencial de repouso da membrana origina o chamado "potencial de ação", responsável pelo início do impulso elétrico a ser enviado ao córtex cerebral.

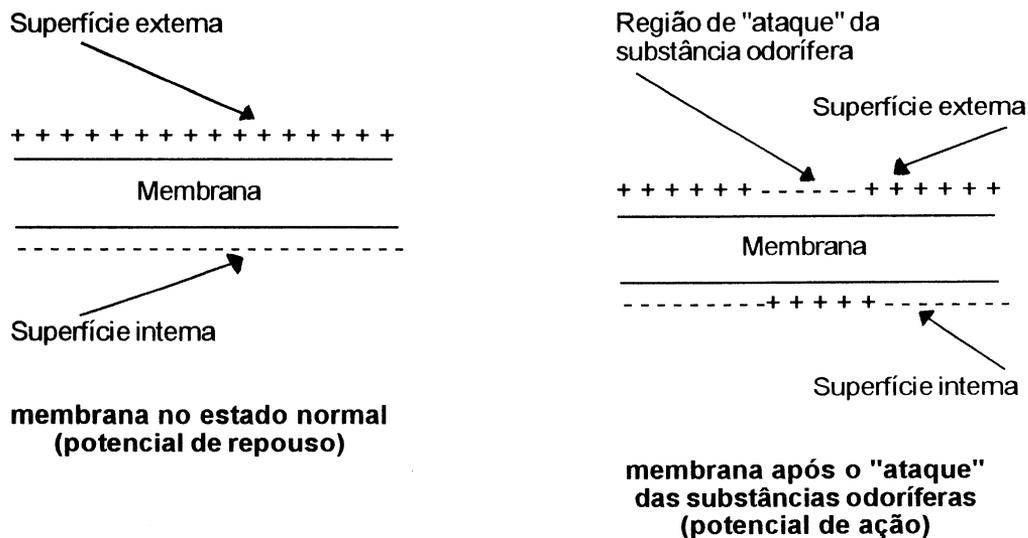


Figura 1 - Processo de despolarização da membrana olfativa

Através de sucessivas inversões de polaridade da membrana, o potencial de ação propaga-se até a extremidade do neurônio, com velocidades que variam de 0,5 m/s a 130 m/s (em média, da ordem de 25 m/s ou 90 Km/h). Ao atingir a extremidade do neurônio, o potencial de ação estimula a liberação de neurotransmissores, acetilcolina, por exemplo, responsáveis pela transmissão do impulso elétrico aos dendritos do próximo neurônio, processo que se repete até o impulso atingir o córtex olfativo. Todo o processo, desde a recepção da substância odorífera até a chegada do impulso ao córtex, dura cerca de 1 milésimo de segundo. Tais informações, que chegam à região cerebral via impulsos nervosos, desencadeiam uma resposta, uma reação do indivíduo, geralmente executada por músculos ou glândulas.

Também vale ressaltar que a chamada "fadiga odorífera", ou seja o fato de ocorrer certa insensibilidade temporária aos odores de algumas substâncias, porque se permaneceu cheirando-as continuamente durante certo tempo, tem a ver com esse processo de passagem do potencial

de ação de um neurônio para outro nas sinapses. Se o neurônio for estimulado a liberar continuamente acetilcolina, chega um momento em que cessa a reserva da substância naquela região, não ocorrendo a transmissão do potencial de ação para outro neurônio.

Os aspectos físicos e químicos, aqui apresentados, reforçam o caráter interdisciplinar do tema olfação. A concorrência da Física e da Química, além de outras áreas do conhecimento, para um entendimento global do mecanismo da olfação - tema tradicionalmente tratado no campo da Biologia - demonstram a importância de se escolher, no processo educacional, temáticas de natureza interdisciplinar. No caso em questão, não apenas a compreensão do aspecto biológico da olfação é privilegiada com a contribuição de outras áreas, como também assuntos convencionalmente nela tratados podem ser melhor compreendidos. Assim, por exemplo, assuntos e conceitos abordados comumente no campo específico da Física ou da Química - como soluções eletrolíticas, estrutura molecular, reações químicas, concentração iônica, processo de

eletrização, transporte de cargas elétricas, velocidade, transmissão de pulsos elétricos, entre outros - terão sua compreensão ampliada a partir de sua utilização com vista ao entendimento do mecanismo da olfação.

Pode-se, ainda, vislumbrar uma situação de ensino-aprendizagem em que o tratamento inicial dos assuntos e conceitos relativos, por exemplo, à Física e à Química parta da necessidade de compreensão de um fenômeno geralmente discutido em outra área específica - como a olfação, no caso da Biologia. Dessa forma, não haveria fragmentação do conhecimento científico em situações educacionais, como não há, no seio da pesquisa, com vistas à produção desse conhecimento.

## BIBLIOGRAFIA

- BOCHNIAK, R. O questionamento da interdisciplinaridade e a produção do conhecimento na escola. In : FAZENDA, I. *Prática interdisciplinares na escola*. São Paulo: Cortez, 1991.
- CORBIN, A. *Saberes e Odores: o olfato e o imaginário social nos séculos XVIII E XIX*. São Paulo: Companhia das Letras, 1987.
- CURTIS, H. *Biologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977.
- FINGER, T.E & SILVER, W.L. *Neurobiology of taste and smell*. New York: John Wiley & Sons, 1987.

FREITAS, L.C. A questão da interdisciplinaridade: notas para a reformulação dos cursos de pedagogia. *Educação e Sociedade*. Campinas, p. 105-31, ago. 1989

GIBBONS, B. The intimate sense of smell. *National Geographic*, v. 170, n.3, set. 1986. p. 324-60.

GILBERT, A.N. & WYSOCKI, C.J. The smell results survey. *National Geographic*, v. 172, n.4, out. 1987. p. 514-25.

GUYTON, A.C. *Tratado de Fisiologia Médica*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1984.

HANNOUN, H. *El niño conquista el medio*. Buenos Aires: Kapeluz, 1977.

HOUSSAY, B. *Fisiologia Humana*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1984.

OKUNO, E. e outros. *Física para Ciências Biológicas e Biomédicas*. São Paulo: Harper & Row, 1982.

SCHMIDT, R.F. *Fisiologia Sensorial*. São Paulo: EPU/Springer/EDUSP, 1980.

SÜSKIND, P. *O Perfume*. História de um assassino. Trad. F.R. Kothe. Rio de Janeiro: Record, 1985.

