

ALINE CERQUEIRA BERÇOT SALVIETE

**PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA COM A TEMÁTICA DOS
SENTIDOS: PALADAR E OLFATO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Professora Mayura Marques Magalhães Rubinger

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa – Campus**

T	Salviète, Aline Cerqueira Berçot, 1989-
S184p 2023	Proposta para o ensino de química com a temática dos sentidos: paladar e olfato / Aline Cerqueira Berçot Salviète. - Viçosa, MG, 2023. 1 dissertação eletrônica (101 f.): il. (algumas color.). Inclui apêndice. Orientador: Mayura Marques Magalhães Rubinger Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Química, 2023. Inclui bibliografia. DOI: https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.358 Modo de acesso: World Wide Web.
	1. Química - Estudo e ensino; 2. Abordagem interdisciplinar do conhecimento na educação; 3. Paladar; 4. Olfato; 5. Didática; I. Rubinger, Mayura Marques Magalhães II. Universidade Federal de Viçosa.. Departamento de Química. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional III. Título
	CDD 22. ed. 540.7

Bibliotecário(a) responsável: Alice Regina Pinto Pires CRB-6/2523


ALINE CERQUEIRA BERÇOT SALVIETE

**PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA COM A TEMÁTICA DOS
SENTIDOS: PALADAR E OLFATO**


Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional para obtenção do título de *Magister Scientiae*

APROVADA: 06 de dezembro de 2023.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 **ALINE CERQUEIRA BERÇOT SALVIETE**
Data: 19/07/2024 14:29:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Aline Cerqueira Berçot Salviete
Autora

Documento assinado digitalmente
 **MAYURA MARQUES MAGALHÃES RUBINGER**
Data: 19/07/2024 15:00:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Mayura Marques Magalhães Rubinger
Orientadora

Dedico este trabalho a Deus, que em todos os momentos segurou minhas mãos, por ter me dado confiança frente aos desafios e adversidades rumo à realização desse sonho. Sem Deus, nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por cuidar de mim e por ter me dado a força necessária para a conclusão deste trabalho.

Aos meus pais Francisco (*in memoriam*) e Luci Léa, meus maiores incentivadores. Pela educação que me deram e por sempre acreditarem no meu potencial. Em especial, à minha mãe, a maior gratidão do mundo. Ninguém mais do que ela poderia ter me dado tanta força para chegar até aqui.

Ao meu esposo Felipe, pela ajuda, incentivo e por ter compreendido minhas ausências. À minha filha, Júlia, razão da minha vida e pela qual eu luto para ser melhor a cada dia. Quem é mãe sabe o quão difícil é abrir mão de momentos com um filho pequeno.

Aos meus irmãos, parentes e amigos, agradeço pelas palavras que me encorajaram nesse período e pelas orações que me fortaleceram.

À professora Mayura, pela paciência e orientação precisa, compartilhando tantas ideias e conhecimento para desenvolvimento deste trabalho. Gratidão.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional da Universidade Federal de Viçosa – PROFQUI, pela contribuição na minha formação, pelo conhecimento compartilhado e carinho.

Às minhas queridas amigas de curso e de trabalhos que levarei para a vida toda: Elaine, Giane e Tatiane. Sou imensamente grata pela amizade que construímos. E aos colegas desta turma maravilhosa do PROFQUI-2020, passar os sábados online com vocês era leve e divertido. Obrigada pelos bons momentos.

Aos meus alunos que foram minha motivação para ingressar no programa e que fazem com que eu busque aprender mais para ensiná-los a ser cidadãos críticos e conscientes.

À Universidade Federal de Viçosa que foi essencial na minha formação profissional de graduação e mestrado. Agradeço por todas as oportunidades ofertadas.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

"Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre."

Paulo Freire

RESUMO

SALVIETE, Aline Cerqueira Berçot, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2023. **Proposta para o ensino de Química com a temática dos sentidos: paladar e olfato.** Orientadora: Mayura Marques Magalhães Rubinger.

A Química é uma disciplina difícil para muitos estudantes do ciclo básico, que a consideram demasiadamente abstrata e fora de seu cotidiano. Assim, não conseguem perceber plenamente a utilidade dessa ciência e não se sentem motivados ao seu estudo. A não compreensão dos conteúdos se deve também, em parte, à forma como estes são apresentados pelos professores em sala de aula. Para melhorar o ensino de Química, mudanças e atualizações nas metodologias de trabalho são necessárias e uma alternativa é utilizar temáticas que façam parte da realidade dos alunos. O presente trabalho teve como foco elaborar uma proposta contextualizada e interdisciplinar para professores utilizarem em suas aulas envolvendo a temática dos sentidos paladar e olfato. Para explicar como sentimos os gostos, odores e aromas dos alimentos, podemos utilizar conceitos relacionados às propriedades físico-químicas das moléculas presentes nos alimentos como a solubilidade, volatilidade e interações intermoleculares relacionadas às estruturas químicas que apresentam. Esta abordagem pode apoiar o ensino de Química Orgânica, tanto no que se refere às funções orgânicas, quanto as propriedades das substâncias em geral. As metodologias sugeridas para favorecer e avaliar a aprendizagem incluem atividades experimentais, confecção de cards e gamificação. São metodologias fáceis de serem desenvolvidas, pois não dependem de infraestrutura complexa nas escolas e os materiais são de baixo custo. Acredita-se que essa proposta pode contribuir para a aprendizagem significativa dos alunos por ser interessante e estar presente no cotidiano, como também tem muito a contribuir com o professor em sua prática docente, elaboração de aulas contextualizadas e como inspiração para o uso de outras temáticas.

Palavras-chave: Ensino de Química; Contextualização; Interdisciplinaridade; Paladar e olfato; Sequência didática.

ABSTRACT

SALVIETE, Aline Cerqueira Berçot, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2023. **Proposal for teaching Chemistry with the theme of the senses: taste and smell.** Adviser: Mayura Marques Magalhães Rubinger.

Chemistry is a difficult subject for many high school students, who consider it too abstract and outside their daily lives. Therefore, they cannot fully understand the usefulness of this science and do not feel motivated to study it. The lack of understanding of the content is also partly due to the way it is taught by teachers in the classroom. In order to improve Chemistry Teaching, changes and updates to teaching methodologies are necessary and an alternative is the use of themes that are part of the students' reality. The present work is focused on developing a contextualized and interdisciplinary proposal for teachers use in their classes involving the theme of the senses of taste and smell. To better explain how we feel the tastes, odors and aromas of food, we can use concepts related to the physical-chemical properties of food molecules such as solubility, volatility, intermolecular interactions and the intermolecular interactions related to the chemical structures they present. This approach can support the teaching of Organic Chemistry, both with regard to organic functions and the properties of the substances. Suggested methodologies to promote and evaluate learning include experimental activities, card making and gamification. Such methodologies are easy to develop, as they do not depend on school structures and the materials are low cost. It is believed that this proposal can contribute to students' meaningful learning because it is interesting and present in everyday life, as it also has a lot to contribute to teachers in their teaching practice, elaboration of contextualized classes and even as inspiration for the use of other themes.

Keywords: Chemistry Teaching; Contextualization; Interdisciplinarity; Taste and smell; Didactic sequence.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Relação entre olfato e paladar	25
Figura 2 – Estruturas químicas do ácido glutâmico, guanosinosina-5'- monofosfato (GMP) e inosina-5'-monofosfato (IMP)	26
Figura 3 – Detecção dos gostos nas regiões da língua.....	27
Figura 4 – Percepção do odor (via ortonasal) e do aroma (via retronasal)	29
Figura 5 - Estruturas da piperina, capsaicina, zingerona e mentol	30
Figura 6 - Interação íon-dipolo.....	32
Figura 7 - Ligação de hidrogênio entre moléculas de água.....	34
Figura 8 - Exemplos de flavorizantes semelhantes ao aroma de baunilha.....	37
Figura 9 – Estruturas químicas do ácido acético, ácido cítrico, ácido málico e tartárico.....	39
Figura 10 – Estruturas químicas do cinamaldeído e da butano-2,3-diona.....	39
Figura 11 – Estruturas químicas do mentol, linalol e bisabolol.....	40
Figura 12 – Estruturas químicas do limoneno e mirceno.....	40
Figura 13 – Divisão dos tópicos do guia didático.....	43
Figura 14 – Modelo de card.....	45
Figura 15 – Tela do jogo.....	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ésteres e seus aromas característicos.....	38
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
NEMA	Núcleo de Estudos em Metodologias Ativas
Ocem	Orientações Curriculares para o Ensino Médio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL E JUSTIFICATIVA	13
2. OBJETIVOS	19
2.1 Geral.....	19
2.2 Específicos	19
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
3.1 O ensino de Química na educação básica.....	20
3.2 As dificuldades dos alunos em aprender Química	21
3.3 Práticas Pedagógicas: as dificuldades e possibilidades dos professores .	22
3.4 A contextualização com a temática dos sentidos	23
3.4.1 Os sentidos químicos: Paladar e Olfato	24
3.4.2 O gosto.....	25
3.4.3 As sensações de odores e aromas	28
3.4.4 Outras sensações	30
3.4.5 A diferença de gosto e sabor.....	31
3.4.6 Características das moléculas que interagem com os receptores químicos.....	31
3.4.7 Aromas naturais e artificiais	36
4. METODOLOGIA.....	41
4.1 Caracterização da pesquisa	41
4.2 Público alvo	41
4.3Elaboração do guia didático.....	42
4.3.1 Atividades sugeridas no guia didático	44
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1. Breve discussão da escolha da temática e do produto da pesquisa.....	47

5.2. A utilização do produto nas séries do Ensino Médio.....	48
5.3. Sugestões para trabalhos futuros.....	49
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE – Produto Educacional	58

1. INTRODUÇÃO GERAL E JUSTIFICATIVA

Nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio, é comum que os professores observem certo desinteresse dos alunos pela disciplina de Química, usualmente devido à dificuldade em compreender os temas abordados e relacioná-los à realidade que os cerca (Gown, 2013; Vázquez e Manassero, 2008).

Enquanto ciência, a Química estuda a matéria, a composição dos sistemas materiais bem como a energia envolvida nos processos de transformações aos quais se submetem. De posse dos conhecimentos químicos, podemos entender melhor o ambiente no qual vivemos e fazer melhores escolhas que irão contribuir para a qualidade de vida, mas sem prejudicar nem destruir o meio ambiente (Alves, 1999).

Nas aulas de Química é normal os alunos perguntarem ao professor o motivo de estudarem essa ciência e o professor, então, explica que a Química está envolvida em situações do cotidiano de todas as pessoas, que seu conhecimento e sua aplicação são imprescindíveis, que sem ela não haveria vida na Terra. Sendo assim fica o questionamento: Porque os alunos relatam tanta dificuldade em aprender algo que está presente em suas vidas?

Conforme Carvalho (2007) a Química, por diversas vezes não é bem compreendida pelos alunos, por considerarem esta ciência abstrata e fora do seu cotidiano e, portanto, inútil. Isto vai em direção contrária ao que pensa o professor, como mencionado no parágrafo anterior. Então, o que causa essa disparidade de percepções?

Para explicar a ocorrência dos fenômenos, o professor utiliza-se de modelos, conceitos, gráficos, leis e equações matemáticas. Dependendo de como esses aspectos são apresentados nas aulas, pode parecer aos alunos que a Química está em um patamar inalcançável, ou que esta ciência descreve uma realidade paralela. Isto ocorre principalmente quando se tomam os modelos como objetos reais.

Mesmo após a publicação de um grande volume de trabalhos em Educação Científica sugerindo metodologias ativas e contextualizadas, boa parte dos professores mantém métodos tradicionais, que se baseiam na informação, privilegiando conceitos e fórmulas para memorização. Segundo Pérez (2000), o ensino tradicional tem como metodologia a transmissão de conteúdos e considera muito pouco os interesses e os saberes dos alunos. As atividades são baseadas na

exposição do professor com apoio do livro didático e dos exercícios de revisão (Pérez, 2000).

O ensino pautado no que se entende por transmissão-recepção reflete negativamente no processo de ensino e aprendizagem, pois valoriza em excesso a memorização e a transmissão de conhecimentos, sem promover o desenvolvimento cognitivo ou desenvolver o interesse pela aprendizagem. Nesse modelo de ensino, o aluno é apenas um ouvinte, um sujeito passivo e o professor é quem está no centro do processo.

Os alunos do século XXI estão acostumados a interações mais dinâmicas e tecnológicas. Portanto, essa forma de ensino tradicional e conteudista nos leva a entender, em parte, o desinteresse e o baixo aproveitamento dos educandos em Química na Educação Básica em todo o país.

A Química é ensinada com objetivo de formar sujeitos críticos e participativos nas questões da sociedade. Para Chassot (1990, p. 30) “A Química é também uma linguagem. Assim, o ensino da Química deve ser um facilitador da leitura do mundo. Ensina-se Química, então, para permitir que o cidadão possa interagir melhor com o mundo”. Nesse viés, o papel do professor torna-se ainda mais importante como mediador no processo de construção do conhecimento.

Os professores podem tornar o ensino de Química mais interessante fazendo conexões entre os conteúdos abordados nas aulas e o que os estudantes esperam aprender sobre o mundo. A contextualização dos conteúdos é defendida pelos principais documentos norteadores da educação. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para Ensino Médio – PCNEM – destacam que “conteúdos de ensino devem ser tratados de modo contextualizado, aproveitando sempre as relações entre conteúdos e contexto para dar significado ao aprendido, estimular o protagonismo do aluno e estimulá-lo a ter autonomia intelectual” (Brasil, 2000, p. 75).

Os PCN+ Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, apontam que:

A Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica,

relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade (Brasil, 2002, p. 87).

Os PCN+ ressaltam que o ensino deve estar fundamentado na “contextualização, que dê significado aos conteúdos e que facilite o estabelecimento de ligações com outros campos de conhecimento” (Brasil, 2002, p.87).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Currículos se complementam no sentido de que sugerem a conexão entre os conteúdos e a realidade:

[...] contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas (Brasil, 2018, p.16).

A contextualização influencia a motivação do aluno, dá sentido ao que aprende, facilitando a percepção de que a Química se relaciona à sua experiência cotidiana.

Luckesi (1994) resalta que:

“o conhecimento escolar só poderá vir a ser um conhecimento significativo[...]se ele chegar a ser incorporado pela compreensão, exercitação e utilização criativa” (Luckesi, 1994, p.131)

A Química está presente de forma efetiva no cotidiano podendo ser relacionada a estudos sobre o corpo humano, alimentos, medicamentos, cosméticos, produtos de higiene, roupas, energia, transportes, entre outros. Assim, as possibilidades de contextualização são múltiplas e podem ser usadas para aumentar o interesse dos jovens por essa ciência. Uma das alternativas para contextualizar os conteúdos de Química e associá-los ao cotidiano é utilizando temáticas em sequências didáticas.

Segundo Almeida e Amaral (2005), para escolhermos um tema de contextualização, é preciso verificar se tem conexões importantes com os conteúdos específicos que se quer trabalhar. Por isso, é desejável que o tema escolhido faça parte do cotidiano dos alunos para que eles possam associar o que é ensinado na sala de aula com o seu dia-a-dia.

Visto que adotar diferentes metodologias é uma necessidade para uma boa prática de ensino, surgem as questões de pesquisa deste trabalho: A temática dos sentidos paladar e olfato é interessante para o ensino de algum conteúdo de Química no ensino médio? Como utilizar essa temática nas aulas e contribuir para melhorias no ensino de Química?

A motivação para a escolha dessa temática surgiu devido à minha formação inicial: Engenharia de Alimentos. Como a Química está totalmente relacionada com os alimentos e também apoia a compreensão dos sentidos paladar e olfato, acreditamos que explorando o funcionamento desses sentidos podemos entender como ocorre a percepção de gostos, odores e aromas dos alimentos, e ligar essa temática ao ensino de Química.

Outro ponto importante na definição do tema foi minha participação no Núcleo de Estudos em Metodologias Ativas (NEMA) em uma das instituições de ensino em que trabalho. Um grupo de professores de diferentes áreas se reunia quinzenalmente e um professor coordenador apresentava uma metodologia ativa e orientava sobre a forma de utilizá-la. Em encontros posteriores os professores que haviam aplicado em sala contavam suas experiências e resultados obtidos. Esse grupo de estudos foi muito importante para que eu conhecesse e aprendesse sobre metodologias ativas, pois sabe-se que elas auxiliam muito o trabalho do professor e trazem diversos benefícios para os estudantes, que desenvolvem autonomia, confiança, engajamento, motivação, entre outras habilidades.

A justificativa para a escolha da temática dos sentidos paladar e olfato se baseou na quantidade de conteúdos de Química, sobretudo de Química Orgânica que podem ser trabalhados. Essa escolha permite uma maior atenção ao estudo de hidrocarbonetos, funções oxigenadas e propriedades físico-químicas dos compostos orgânicos. A possibilidade de conectar as aprendizagens por meio da interdisciplinaridade é uma vantagem adicional, uma vez que a temática dos sentidos se relaciona com a Biologia e os aromas permitem também uma conexão com a História.

O uso da temática envolvendo os sentidos paladar e olfato no ensino de Química não é algo novo. Isso foi verificado na realização das pesquisas iniciais feitas na plataforma Google Acadêmico e no portal de periódicos da Capes para o desenvolvimento deste trabalho. As pesquisas foram feitas usando os termos sentidos químicos, paladar e olfato, aromas e ensino de química e assim foram selecionados

os trabalhos e artigos que apresentaram diferentes formas de incluir a temática no ensino.

No trabalho intitulado “Química das sensações: Desenvolvimento de um material didático interdisciplinar para o ensino superior” (Retondo, 2004), a autora defende a importância da interdisciplinaridade em todas as áreas. O material, apesar de ser voltado para o ensino superior, pode ser adaptado para o ensino médio, desde que seja feita a transposição didática adequada.

Outra proposta de uso dessa temática está no trabalho intitulado “Sequências de Ensino-Aprendizagem: o olfato a partir do estudo das funções orgânicas e seus efeitos na motivação e aprendizagem dos alunos” em que o autor, Kazmierczak (2019) utilizou diferentes metodologias em sua sequência de ensino-aprendizagem: práticas experimentais, uso de filmes, atividades demonstrativas, trabalhos em grupo e individuais.

No trabalho com o título “Aromas: Contextualizando o ensino de Química através do olfato e paladar” (Oliveira, 2014) o autor fez a contextualização por meio de oficina temática e a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas. Oliveira elaborou um Guia paradidático destinado aos estudantes para auxiliá-los no estudo das funções orgânicas, propriedades dos compostos e aplicações no cotidiano.

Os artigos selecionados foram publicados na revista Química Nova na Escola. Só para citar alguns: A Química dos Sentidos – Uma Proposta Metodológica (Vidal; Melo, 2013); O uso dos sentidos, olfato e paladar, na percepção dos aromas: uma oficina temática para o Ensino de Química (Oliveira, Candito e Braibante, 2022); Algo Aqui Não Cheira Bem... A Química do Mau Cheiro (Silva, Benite e Soares, 2010); Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais (Felipe e Bicas, 2016). Esses artigos trazem ideias para abordagem dos temas de forma contextualizada com intuito de facilitar a compreensão dos conceitos químicos no ensino médio.

O diferencial deste trabalho em relação aos que foram citados é a elaboração do material didático para auxiliar os professores de Química, pois conhecendo a realidade que muitos enfrentam, lecionando em muitas turmas, cargos ou escolas diferentes e as demandas da profissão cada vez maiores, fazer associação dos conteúdos ensinados com o contexto vivenciado pelos estudantes é uma dificuldade encontrada por muitos docentes.

A proposta da temática é interessante, pois se contrapõe ao tradicional método expositivo, de regras de nomenclaturas, fórmulas e memorizações, atende às

recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN's em relação à contextualização por ser um tema presente na vida do aluno e atenta-se a promover seu protagonismo na aprendizagem, retirando-o da condição de espectador passivo e tornando-o mais consciente e ativo na construção do seu conhecimento.

O material servirá como um guia para o professor com a temática do paladar e olfato e suas relações com a Química. No material, o professor encontrará sugestões de como discutir com os alunos o tema e explicar como sentimos os gostos, odores, aromas, os conceitos químicos e sugestões de metodologias que poderão ser utilizadas, como: confecção de cards, jogos, experimentação com materiais de fácil acesso e produtos presentes no cotidiano dos alunos, como frutas, temperos e especiarias.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Elaborar um material paradidático com a temática dos sentidos paladar e olfato para o ensino de Química em aulas no Ensino Médio.

2.2. Objetivos específicos

I. Apresentar uma proposta de ensino que atenda às recomendações das diretrizes curriculares, de forma contextualizada e interdisciplinar, para contribuir com o aprendizado e interesse dos alunos pela Química.

II. Auxiliar e motivar professores no planejamento de aulas diferenciadas utilizando temáticas relevantes, metodologias que acompanhem a evolução no ensino e romper com os paradigmas do ensino tradicional.

III. Promover a divulgação do material devido à sua aplicabilidade no ensino de Química.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. O ensino de Química na educação básica

As dificuldades no ensino dos conhecimentos químicos não são atuais. Fazendo um questionamento simples aos alunos, a Química é citada por grande parte deles como um dos componentes curriculares mais difíceis de estudar. Um dos motivos que a torna complicada é por conta de ser abstrata e outro é pelo modo como é apresentada em sala. Isso proporciona visões deformadas sobre a ciência.

Segundo Chassot (2003) a concepção de ciência se transforma ao longo da história. No passado mais distante, as ciências estavam mais ou menos desenvolvidas conforme a região ou a área científica. Hoje concebe-se a ciência de forma mais homogênea, universal.

O conhecimento na área da Química, é importante para o aluno, pois proporciona o entendimento das mudanças que ocorrem no meio físico, as quais se tratam do estudo científico da constituição da matéria, suas propriedades e as leis que as regem. A partir daí, quanto mais significativo for o conteúdo de Química incorporado, o aluno vai conseguir tomar decisões mais embasadas na ciência e, dessa forma, interagir melhor com o mundo enquanto indivíduo e cidadão (Brasil, 1999).

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (Ocem) destacam que o aprendizado de Química:

[...] deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (Brasil, 2006, p. 109).

No entanto, sabe-se que existe uma boa distância entre o ensino de Química praticado na maioria das escolas e aquele proposto pelo PCNEM e demais diretrizes nacionais quanto a um ensino voltado à formação cidadã. Cher *et al.* (2018) e Assai *et al.* (2018), ponderam que o ensino da Química ainda se faz baseado em torno de atividades que buscam a memorização de informações, levando a um aprendizado bem limitado, além de desmotivar o aluno em relação à aprendizagem de Química.

Os currículos tradicionais enfatizam os aspectos conceituais da Química. Isto gera a percepção equivocada de que a Química não tem vínculos com a realidade, um conteúdo que requer mais memória do que raciocínio lógico (Mortimer, Machado e Romanelli, 2000).

Para que mudanças nessa forma de ensino tradicional e desarticulada ocorram é importante o papel do professor como mediador no processo de aprendizagem. Conforme Piletti (2010), o professor deve desenvolver metodologias que motivem o aluno a estudar Química. Se o professor constrói instrumentos capazes de gerar entusiasmo pelo conteúdo, além de estimular o aluno a expressar-se auxiliará para que ele participe ativamente das atividades em sala de aula.

Para Arroio e colaboradores (2006), metodologias alternativas que tornem o estudo da Química mais prazeroso poderão fazer com que os discentes se interessem mais pela disciplina. Assim, esses autores propõem a inovação dos métodos de ensino e da prática pedagógica.

Mas mesmo que os professores busquem novas metodologias para suas aulas, é preciso destacar que há outros aspectos de relevância que refletem em dificuldades para o ensino de Química. É de conhecimento que a maioria das escolas do país, não fazem uso de recursos didáticos externos à sala de aula, não possuem sala de informática, multimídia, laboratório de ciências, jogos didáticos, materiais básicos que poderiam auxiliar nas aulas e na assimilação do conteúdo.

3.2.As dificuldades dos alunos em aprender Química

Há muito tempo que o problema da dificuldade de aprendizagem de Química vem sendo estudada. Segundo Lindemann (2010), pela observação do cotidiano escolar constata-se que os alunos apresentam muitas dificuldades no aprendizado da Química.

Para professores que trabalham na educação básica, é possível observar certo descaso e desinteresse de alguns alunos quanto à própria formação. Há ainda, questões da falta de conhecimentos prévios essenciais. Lima e Leite (2012) apontam que conhecimentos pré-requisitos em Língua Portuguesa e Matemática, que deveriam ter sido aprendidos no Ensino Fundamental, estão entre as causas das dificuldades de aprendizagem de Química. Esses autores observaram que a maior parte dos alunos no Ensino Médio apresentam dificuldades de leitura, escrita e em realizar

operações básicas da matemática. Isto interfere no aprendizado dos conteúdos de Química e de várias outras disciplinas.

Muitas das vezes, os estudantes afirmam não gostar do conteúdo de Química, porque não conseguem compreender o assunto explorado na sala de aula. Não são capazes de associar o conteúdo estudado a seu cotidiano, o que os leva a se tornarem desinteressados pelos assuntos abordados (Lima e Leite, 2012).

Além da falta de contexto nas aulas de Química e dos problemas com conhecimentos prévios, a metodologia tradicional não colabora para a aprendizagem significativa nos tempos atuais. Segundo Santos, Kiouranis e Silveira (2008), na era da informática, da internet, dos celulares, o ensino tradicional não faz mais sentido.

O uso de diferentes metodologias são necessárias e podem melhorar a aprendizagem. Na concepção de Bernardelli (2004), quanto mais integradas estiverem a prática, a teoria e a contextualização, mais significativa e motivadora poderá se tornar a aprendizagem de Química.

3.3. Práticas pedagógicas: as dificuldades e possibilidades dos professores

Quais seriam as dificuldades dos professores em adotar práticas de ensino contextualizadas e mais ativas? O que poderia ser feito para melhorar a atuação dos docentes em sala de aula?

De acordo com Souza (2015):

A pedagogia fundamentada na transmissão para memorização e reprodução é o modelo de ensino mais comum na maior parte das escolas e universidades. Mesmo muito questionada, pouco se faz para modificar esta metodologia. Apesar da difusão de novas tecnologias de ensino, os professores permanecem insensíveis à necessidade de modificar a sua aula centralizada na pedagogia da transmissão (Souza, 2015, p. 27).

Para Freire (1996) ensinar não é apenas transferir conhecimentos, mas possibilitar a própria construção de conhecimento pelo aluno. Por isso, é necessário que os professores reflitam e atualizem constantemente as práticas pedagógicas de forma a tornar o aluno protagonista no seu processo de aprendizagem.

A aula expositiva é um modo de se ministrar conteúdos, mas não é e não pode ser a única maneira (Souza, 2015). Contudo, essa metodologia ainda é a mais

usada por ser a que eles mais dominam. Toda metodologia que foge da aula expositiva exige um preparo maior, materiais de apoio ou recursos tecnológicos, que nem sempre estão disponíveis na escola. Também requer tempo disponível para pesquisar, estudar e planejar as aulas.

No processo de ensino e aprendizagem, por mais que se usem metodologias inovadoras, de nada adianta, se estas não estiverem vinculadas às experiências vividas pelos estudantes e também pelos docentes (Oliveira, Bizarria e Cunha, 2019). Às vezes, os professores se deparam com tantas propostas de metodologias de ensino, que sentem dificuldades na seleção das mais adequadas.

A contextualização é um ótimo ponto de partida para iniciar uma mudança positiva no trabalho do professor acostumado ao ensino tradicional. Também é um ponto importante para compor o trabalho daqueles que já se dedicam a práticas pedagógicas mais ativas.

A ideia de contextualizar é dar sentido ao aprender, fazer a ligação entre teoria e prática, aproximar o conhecimento científico do conhecimento trazido pelo aluno, então, para contextualizar, é fundamental a participação do aluno.

Para contextualizar os conteúdos de Química e relacioná-los com o cotidiano pode-se fazê-lo por meio de temáticas. O uso de temáticas também possibilita uma abordagem interdisciplinar dos conteúdos. A interdisciplinaridade possibilita o estabelecimento de vínculos entre as disciplinas, na busca da aprendizagem mais completa e efetiva tomando como via de acesso a compreensão do ambiente como um todo. “A contextualização significa um método de ensino que aumenta a motivação e facilita a aprendizagem” (Santos, 2007).

3.4. A contextualização com a temática dos sentidos

Entender o funcionamento do corpo humano é um assunto instigante. Desenvolver o estudo dos sentidos nas aulas de Química tem bom potencial para despertar o interesse pois faz parte do cotidiano dos estudantes e, assim, pode contribuir para a aprendizagem efetiva.

Quando se fala em sentidos, imediatamente é feita a associação aos órgãos especializados em detectar informações do meio, por exemplo: o olho, a orelha, o nariz, a língua e a pele. Esses órgãos especializados possuem células sensoriais que detectam informações que serão organizadas e decodificadas como uma percepção

significativa. Mas como isso tudo acontece? E como a Química está relacionada às sensações e percepções?

Ao realizar as atividades diárias, o cérebro humano recebe uma série de estímulos do ambiente. De acordo com Feldman (2015) os estímulos são tudo aquilo que provocam uma resposta ou alguma reação no organismo. Eles variam de tipo e intensidade. São estímulos sensoriais: os auditivos, visuais, táteis, olfativos e gustativos. Diversas sensações são geradas a partir desses estímulos. A percepção é a interpretação dos estímulos, quando o indivíduo sabe o que aquele estímulo significa e, assim, percebe o que está ocorrendo à sua volta.

Os estímulos recebidos podem ser de vários tipos. Os fotorreceptores detectam a luz, relacionando-se à visão. Os mecanorreceptores fornecem sensação de tato e audição. Os quimiorreceptores detectam moléculas na boca e nariz, relacionadas aos sentidos químicos paladar e olfato que nos levam às percepções dos gostos, odores, aromas e sabores (Cavalcante, Cavalcante e Lichston, 2011).

O conteúdo que envolve os sentidos é muito amplo, por isso optou-se por restringir esse trabalho ao paladar e olfato, abordando os conceitos de Química de maneira dinâmica e associando às situações cotidianas dos alunos.

3.4.1. Os sentidos químicos: Paladar e Olfato

O paladar e o olfato são sentidos químicos. Os sistemas neurais gustativo e olfativo estão entre aqueles filogeneticamente mais antigos do encéfalo. Funcionam conjuntamente ao perceberem substâncias químicas nas cavidades oral e nasal (Pellegrini, Veleiro e Gomes, 2005).

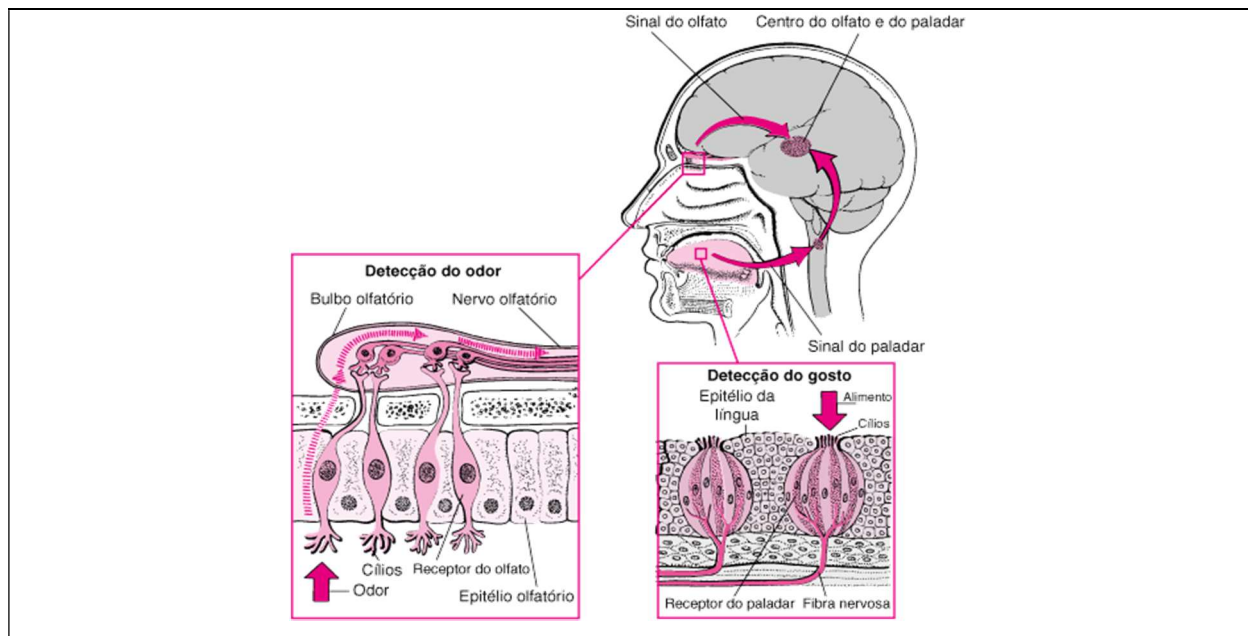
De fato, os animais utilizam-se destes sentidos para encontrar parceiros, para escolher alimentos, para perceber a presença de predadores, etc.

O paladar e o olfato são sentidos químicos, pois os receptores presentes no nariz e na língua detectam substâncias. As células sensoriais gustativas proporcionam a percepção dos gostos e as olfatórias sobre o cheiro das coisas (Nishida, 2007).

Quando se ingere um alimento, as substâncias químicas presentes interagem com receptores localizados nas papilas gustativas onde se detecta o gosto: doce, amargo, salgado, azedo ou umami. Os alimentos possuem, ainda, substâncias químicas voláteis que interagem com os receptores localizados no epitélio olfativo, gerando a percepção de odor. Os dois sentidos se complementam na definição do

sabor do alimento (Oliveira, 2014). A Figura 1, ilustra a relação entre olfato e paladar para detecção do odor e do gosto.

Figura 1– Relação entre olfato e paladar.



Fonte: <https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/multimedia/figure/como-as-pessoas-sentem-os-sabores>.

As sensações percebidas por esses sentidos dependem das estruturas e das propriedades físico-químicas das moléculas que ativam os receptores. No caso do paladar, as principais propriedades envolvidas são a solubilidade em água e as interações intermoleculares entre as moléculas do alimento e os receptores. Para o olfato, a propriedade principal a ser estudada é a volatilidade, ou seja, apenas as substâncias mais voláteis contribuem para as sensações de odor e aroma. A volatilidade é a capacidade da substância em passar do estado líquido para o gasoso, ou seja, a facilidade dessa transição. Essa propriedade está relacionada com as interações intermoleculares entre as moléculas do alimento. Substâncias mais voláteis, apresentam interações intermoleculares mais fracas.

A percepção do gosto será detalhada a seguir.

3.4.2. O gosto

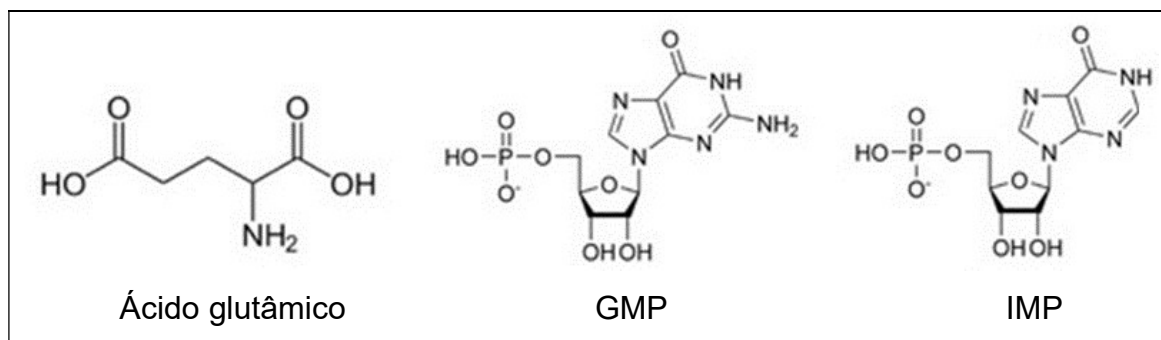
A língua é o órgão sensorial responsável pela detecção do gosto, da textura e da temperatura do alimento. A língua concentra a maior parte das papilas gustativas.

A bochecha, o palato, o nariz, a epiglote e a parte superior do esôfago também contêm papilas, em menor quantidade. Receptores sensoriais presentes nas papilas interagem com as moléculas presentes no alimento que se dissolvem na saliva ou em líquidos presentes na boca. Impulsos gerados nessas interações são levados, via sistema nervoso, até o encéfalo (Nishida, 2007).

Os receptores sensoriais apresentam uma resposta mais intensa para um determinado estímulo, em outras palavras, respondem a certas categorias de substâncias, que se traduzem em um dos cinco gostos que podem ser reconhecidos pelo cérebro humano. A saliva tem um papel importante na percepção desses gostos, pois solubiliza o alimento e, assim, facilita o contato das moléculas com os receptores gustativos (Nishida, 2007).

Os gostos básicos doce, salgado, ácido ou amargo são muito conhecidos. Muitos estudantes talvez não tenham ouvido falar do gosto umami (em japonês, significa saboroso ou gostoso). Isto porque, em comparação com os demais gostos, este foi reconhecido bem mais tarde pela comunidade científica. Embora tenha sido proposto em 1908 que certas substâncias como os sais de L-glutamato tinham um gosto próprio, o gosto umami ficou definido mais no final do século XX, a partir de 1985 (Yamaguchi e Ninomiya, 2000). Além do ácido glutâmico, outras substâncias têm o gosto umami, como os 5'-ribonucleotídeos guanossina-5'-monofosfato (GMP) e inosina-5'-monofosfato (IMP). Essas substâncias são encontradas em carnes, peixes, vegetais e laticínios e também o sal glutamato monossódico (Reyes, 2011). A Figura 2, mostra as estruturas químicas de substâncias relacionadas ao gosto umami.

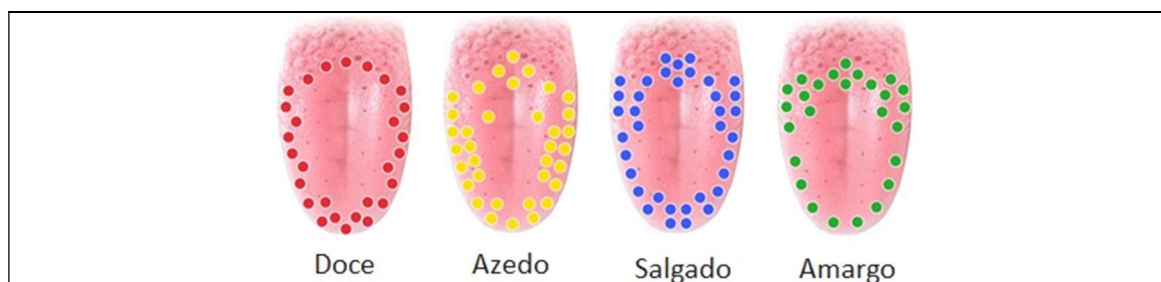
Figura 2– Estruturas químicas do ácido glutâmico, guanossina-5'-monofosfato (GMP) e inosina-5'-monofosfato (IMP).



Fonte: <https://elrincondeclaisen.wordpress.com/2014/01/06/umami-el-quinto-sabor/>

A localização na língua onde cada gosto é predominantemente reconhecido é amplamente disseminada como mapa da língua. Nele os diferentes gostos seriam detectados em diferentes áreas: o doce seria percebido principalmente na ponta da língua, o azedo e o salgado nas laterais e o amargo na parte posterior da língua. No entanto, estudos mais recentes como o conduzido por pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), mostraram que todas as regiões da língua com papilas gustativas têm capacidade de sentir todos os gostos, conforme mostrado na Figura 3. No caso do gosto amargo existe uma significativa diferença de sensibilidade na parte de trás da língua, mas as outras áreas de paladar desse órgão também conseguem sentir bem esse gosto (Costa, Santana e Almeida, 2010). A parte posterior também parece ser mais sensível ao umami que o restante da língua (Spence, 2022).

Figura 3– Detecção dos gostos nas regiões da língua.



Fonte: <https://www.saberatualizado.com.br/2018/02/a-lingua-possui-um-mapa-de-gostos.html>

O gosto salgado deve-se à presença de sais inorgânicos, especialmente o cloreto de sódio. A percepção desse gosto ocorre através de canais de íons e depende principalmente da concentração de cátions sódio. Seres humanos conseguem perceber o gosto salgado do cloreto de sódio a partir de uma concentração aproximada de $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ de NaCl (Purves, 2001). Mas, a presença de cátions lítio e potássio também é percebida nesses canais, embora com menor sensibilidade. Assim, o cloreto de potássio, um dos componentes do comercial sal light, é um pouco menos salgado que o cloreto de sódio. Na verdade, o cloreto de potássio puro apresenta também uma percepção de sabor metálico-amargo (Ben Abu, 2018).

O gosto azedo é caracterizado pela presença de íons H_3O^+ proveniente da ionização de ácidos orgânicos e inorgânicos na saliva ou líquidos presentes na boca. A sensibilidade para esse gosto é maior que para o gosto salgado e há canais específicos na língua para a percepção desse gosto. Podemos perceber a acidez de

soluções de ácido clorídrico com concentrações a partir de $0,001 \text{ mol.L}^{-1}$. Essa percepção varia entre os ácidos. Por exemplo, para o ácido cítrico, o limite de percepção é de aproximadamente $0,002 \text{ mol.L}^{-1}$ (Purves, 2001).

A percepção do gosto doce é causada por diversas classes de substâncias, entre elas alguns açúcares, álcoois, aldeídos, cetonas, amidas, ésteres, aminoácidos, proteínas, ácidos sulfônicos, ácidos halogenados e até sais inorgânicos de chumbo e berílio. Para a percepção do sabor doce da sacarose, é necessária uma concentração igual ou maior que $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$ (Purves, 2001). É interessante destacar que pequenas alterações na estrutura química das moléculas percebidas como doces, como a mudança de um grupo substituinte, podem mudar essa percepção (Reyes, 2011).

O gosto amargo também não é causado por um tipo particular de agente químico, mas sim por muitas substâncias de diferentes funções orgânicas e inorgânicas. O que determina a percepção de um gosto amargo são as interações intermoleculares que a estrutura da substância pode realizar com os receptores específicos. A maioria dos alcalóides, metabólitos secundários de plantas contendo átomos de nitrogênio, têm sabor amargo. Um exemplo é a quinina, extraída da *Chinchona*, um arbusto também conhecido como Quina. O gosto amargo da quinina já é percebido a partir da concentração de $0,00008 \text{ mol.L}^{-1}$ (Purves, 2001). Essa percepção é muito importante para nossa sobrevivência, uma vez que a maioria das toxinas provenientes de plantas tem sabor amargo. Um sabor amargo intenso, normalmente causa a rejeição ao alimento, prevenindo-nos assim, da intoxicação (Margolskee, 2002).

Seres humanos percebem o gosto umami para o L-glutamato e o L-aspartato, mas nem tanto para outros aminoácidos (Zhao, 2003). O limite de detecção do glutamato monossódico é de aproximadamente $0,001 \text{ mol.L}^{-1}$ (Lim, 2022).

Tanto o gosto doce quanto o amargo e o umami podem ser percebidos em sensores específicos, por interações intermoleculares (ligações de hidrogênio, interações dipolo-dipolo e/ou forças de dispersão).

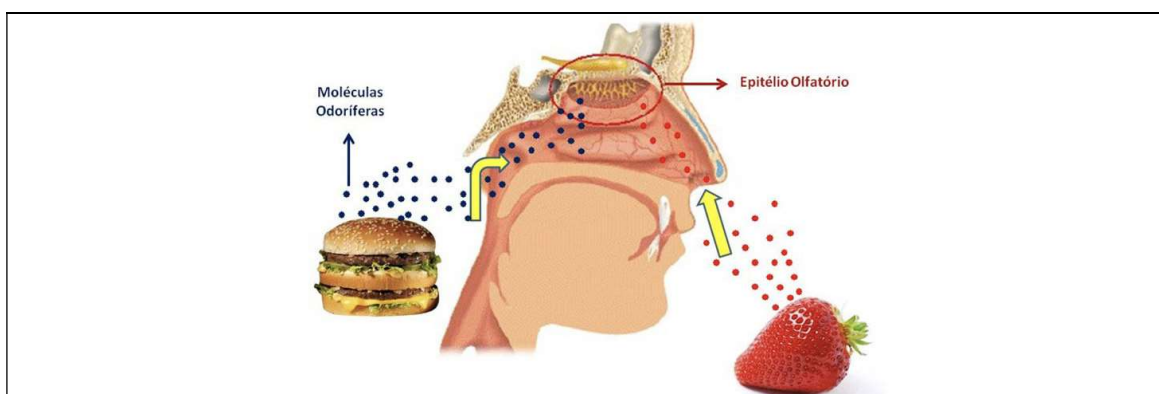
3.4.3. As sensações de odores e aromas

O olfato é um sentido imprescindível para muitas espécies de animais. Esse sentido nos seres humanos está ligado a uma área do cérebro chamada sistema límbico. Essa região é a sede da memória e controla as emoções. Os cheiros de

experiências positivas são fixados na memória e trazem aconchego, afetividade, como o cheiro de comida da casa de vó, o perfume de flores. Em contrapartida, o comportamento de afastamento a cheiros desagradáveis é uma resposta adaptativa extremamente importante para a sobrevivência. Cheiros de gás, fumaça, poluentes, comida estragada, substâncias tóxicas e forte odor corporal podem provocar repulsa, medo ou nojo, por exemplo (Gonçalves, 2021).

Esse sentido é despertado quando moléculas voláteis de alguma substância entram pelo nariz ou pela boca e se aderem ao epitélio olfatório, como ilustra a Figura 4. Esse epitélio possui células olfatórias ciliadas e uma camada de muco. As moléculas odoríferas se deslocam através do muco até os cílios das células olfatórias que possuem receptores específicos e, quando ambos se encaixam, as células sensoriais geram impulsos nervosos. Os impulsos são enviados para o cérebro, onde, finalmente, a interpretação ocorre (Nishida, 2007). As respostas dessas interpretações são chamadas odores, quando as substâncias voláteis entram pela cavidade ortonasal (nariz). Mas o olfato também é ativado quando as substâncias voláteis chegam pela via retronasal, pela boca através da mastigação, sendo feita a comunicação entre a garganta e as fossas nasais. Essa percepção é chamada de aroma.

Figura 4– Percepção do odor (via ortonasal) e do aroma (via retronasal)



Fonte: <https://clinicaolfact.com.br/olfact/olfato-e-paladar-qual-a-relacao-entre-esses-dois-sentidos.html>

O sabor de um alimento é a combinação do gosto e do odor ou aroma, ou seja, as sensações geradas a partir do paladar e do olfato se completam nessa percepção. Ao provar um alimento, a sensação mais imediata é a do gosto detectado pelo paladar. Mas o cheiro do alimento é percebido também. Se dois alimentos possuem a mesma característica, por exemplo, chocolate e doce de leite possuem o

gosto doce, a distinção entre os dois se dá principalmente pelo aroma (Oliveira, 2016). De forma análoga, fica fácil distinguir uma laranja de um limão, frutas com gosto ácido, porque seus aromas são diferentes.

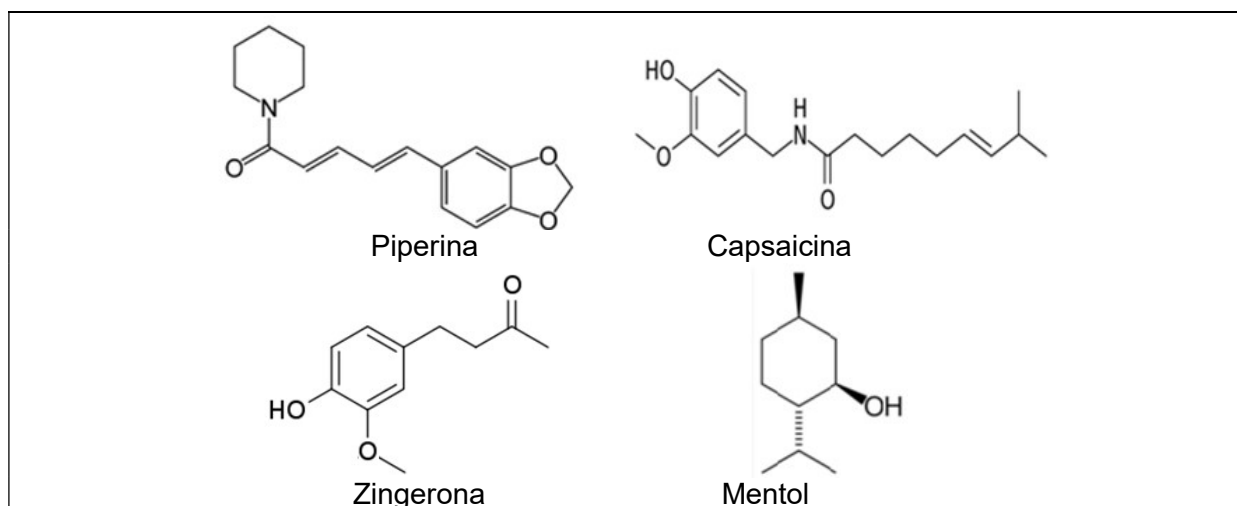
Uma situação que impacta diretamente na percepção do aroma é quando a pessoa fica resfriada ou está com o nariz obstruído. O alimento fica “sem sabor” porque as vias nasais congestionadas dificultam a percepção do odor e, praticamente, apenas o gosto é detectado.

3.4.4. Outras sensações

Além das sensações de gosto e aroma, os alimentos ainda podem estimular outros receptores presentes na língua: os mecanorreceptores, termorreceptores e nociceptores (os receptores da dor) responsáveis pelas percepções da textura, temperatura, adstringência e dor (Fani, 2021).

Por exemplo, a piperina presente na pimenta do reino, a capsaicina presente nas pimentas vermelhas, e a zingerona, componente do gengibre, estimulam os receptores sensíveis à dor (Mello, 2020). O mentol utilizado para dar sabor a balas, chicletes, estimula os receptores que provocam a sensação de frescor (Mello, 2020). As estruturas dessas substâncias estão ilustradas na Figura 5.

Figura 5– Estruturas da piperina, capsaicina, zingerona e mentol



Fonte: A autora

3.4.5. A diferença de gosto e sabor

As definições de gosto e sabor são diferentes, apesar de normalmente serem usadas como sinônimos. Como mencionado anteriormente, os gostos que o paladar humano consegue identificar são cinco: o doce, o salgado, o amargo, o azedo e o umami. A identificação deles ocorre nas papilas gustativas e a informação é enviada ao cérebro para gerar a percepção.

O sabor é mais complexo e é definido como uma experiência mista, mas unitária de sensações olfativas, gustativas e táteis percebidas durante a degustação (ABNT, 1993). O sabor é influenciado pelos efeitos táteis, térmicos, dolorosos e/ou sinestésicos. Portanto, a percepção do sabor, trata-se da interpretação que o cérebro faz de todas essas sensações ao mesmo tempo.

Quando se decide provar um alimento, um dos primeiros sentidos ativados é o da visão (Barrett, Beaulieu e Shewfelt, 2010). Aparência, tamanho, cor, embalagem e outras características visuais do alimento também são consideradas ao se escolher um alimento. Assim, a visão pode influenciar essas sensações e interpretações cerebrais sobre o sabor, através de expectativas criadas sobre o alimento.

3.4.6. Características das moléculas que interagem com os receptores químicos

As espécies químicas que evocam os gostos devem atender a um critério importante para que interajam com os quimiorreceptores presentes nas papilas gustativas: a solubilidade em água. A saliva deixa a língua constantemente úmida e vários alimentos também possuem água líquida. Dessa forma, as substâncias solúveis presentes nos alimentos podem interagir com os receptores, estimulando-os (Retondo, 2010).

Com relação ao odor e aroma, outra característica necessária para que a substância provoque as sensações é a volatilidade. Mas, uma vez que as moléculas das substâncias voláteis chegam aos receptores nasais, é o tipo de estrutura da molécula que definirá as interações possíveis e se a substância terá um odor característico, ou não.

Assim, é importante o conhecimento sobre interações intermoleculares pois as forças das interações influenciam diretamente nas propriedades de solubilidade e

volatilidade das substâncias. Na sequência, tem-se uma breve descrição das interações intermoleculares e das propriedades físicas solubilidade e volatilidade.

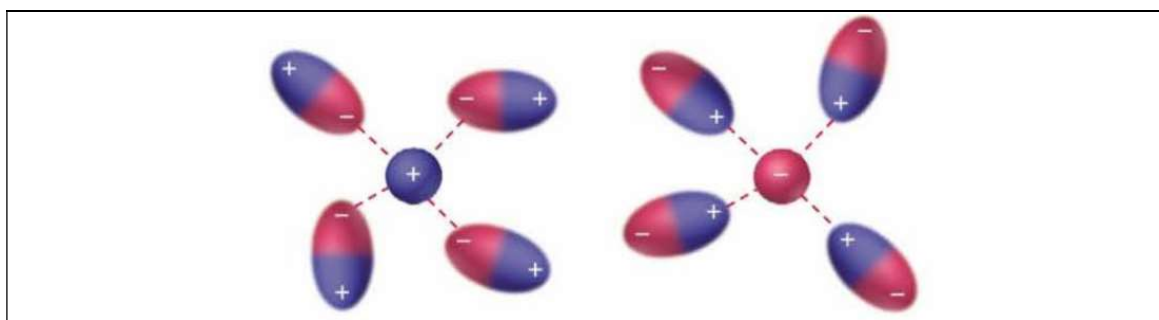
- **Interações intermoleculares**

Interações intermoleculares são as forças que ocorrem entre uma molécula e a molécula vizinha. Existem três tipos de forças atrativas entre moléculas neutras: forças dipolo-dipolo, de dispersão de London e de ligação de hidrogênio. O conjunto dessas forças é chamado de forças de Van der Waals em homenagem a Johannes van der Waals, que desenvolveu a equação para determinar o desvio de gases do comportamento ideal (Brown, 2002). Outro tipo de força atrativa, as atrações íon-dipolo, é importante em soluções contendo íons. Todas as quatro forças são eletrostáticas por natureza, envolvendo atrações entre espécies positivas e negativas.

- **Forças íon-dipolo**

Uma força íon-dipolo existe em interações entre um íon e a carga parcial oposta em certa região de uma molécula polar. As moléculas polares são aquelas que apresentam dipolos permanentes, com uma região de menor densidade eletrônica (polo positivo) e outra de maior densidade eletrônica (polo negativo). Os cátions (íons positivos) são atraídos pelo lado negativo de um dipolo, enquanto os ânions (íons negativos) são atraídos pelo lado positivo, conforme indicado na Figura 6. A magnitude da atração aumenta conforme a carga do íon ou a magnitude do dipolo. As forças íon-dipolo são especialmente importantes em soluções de substâncias iônicas em líquidos polares, como uma solução de NaCl em água ou na dissolução de ácidos, que liberam cátions hidrônio (H_3O^+) e os ânions correspondentes em reação com a água.

Figura 6– Interação íon-dipolo



Fonte: Brown, 2002

- **Forças dipolo-dipolo**

Por fatores como diferença de eletronegatividade e arranjo espacial (geometria), moléculas neutras podem apresentar dipolo elétrico permanente. Isso significa que certas regiões da molécula têm a densidade eletrônica aumentada, provocando uma carga parcial negativa (ou polo negativo). Em contrapartida, outra região terá uma carga parcial positiva (ou polo positivo). Com isso, o polo positivo de uma molécula atrai o polo negativo da molécula vizinha, e assim sucessivamente (Feltre, 2004). Essas forças, denominadas dipolo-dipolo, são importantes somente quando moléculas polares estão muito próximas, como no estado líquido ou sólido.

- **Forças de dispersão de London**

Moléculas eletricamente neutras que não apresentam dipolos permanentes são ditas apolares. Na verdade, essas moléculas são apolares em média. Como os elétrons estão em constante movimento, em um determinado instante, a nuvem eletrônica pode não estar uniforme. Os elétrons podem se concentrar mais em alguma região da molécula ou do átomo. Como resultado, uma região da molécula adquire uma carga parcial negativa instantânea, e a outra região uma carga parcial positiva instantânea (Atkins,2011).

O momento de dipolo instantâneo varia o tempo todo, tanto em intensidade, quanto em sentido. Entretanto, quando uma molécula se aproxima de outra, seu momento de dipolo instantâneo induz um dipolo contrário, também instantâneo, na outra molécula. Assim, elas se atraem. Essas influências são constantes entre as moléculas apolares, embora não haja um sentido permanente, fixo, dos dipolos. Essa interação é chamada forças de dispersão de London, em homenagem ao cientista alemão Fritz London, que as estudou.

Na verdade, as forças de dispersão ocorrem entre todas as moléculas, independentemente de serem polares ou apolares. As moléculas polares sofrem interações dipolo-dipolo, mas elas também sofrem forças de dispersão ao mesmo tempo, devido a flutuações na distribuição dos elétrons ao longo da estrutura. Assim, quando se fala em momento de dipolo, normalmente se refere a um valor médio. A diferença é que para as moléculas polares o momento de dipolo varia em torno de um valor maior que zero, e o dipolo tem sempre o mesmo sentido. Ou seja, a região rica

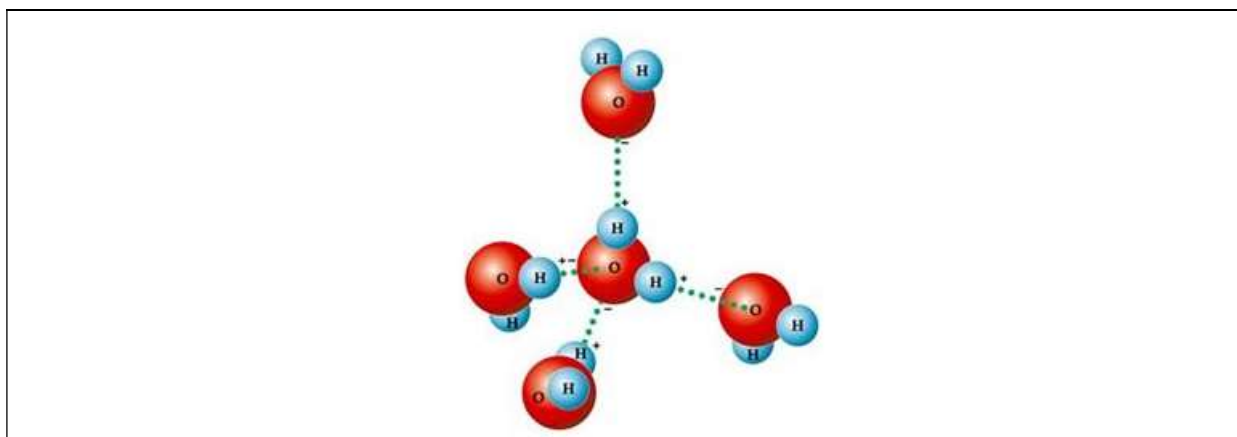
em elétrons e a região pobre em elétrons são sempre as mesmas. Já as moléculas apolares, têm momento de dipolo médio zero e as flutuações no valor desse momento de dipolo ocorrem em diferentes direções e sentidos, o tempo todo.

▪ **Ligação de hidrogênio**

A ligação de hidrogênio é um tipo especial de interação dipolo-dipolo, porém, com uma intensidade maior que a usual. Ocorre entre moléculas que apresentam ligações muito polares como H–F, H–O ou H–N. Nestes casos, o átomo de hidrogênio de uma molécula se atrai fortemente a um átomo de F, O ou N da outra molécula.

Para entender como se forma a ligação de hidrogênio, imaginemos o que acontece quando uma molécula de água se aproxima de outra. As ligações O–H são muito polares. O átomo de O, que é mais eletronegativo, atrai fortemente os elétrons dessa ligação, deixando o átomo de hidrogênio quase que completamente desprotegido. Como este último é muito pequeno, ele pode se aproximar bastante, com sua carga parcial positiva, de um dos pares isolados de elétrons do átomo de O de outra molécula de água. O par isolado de elétrons do oxigênio em uma molécula de água e a carga parcial positiva do hidrogênio da outra molécula de água atraem-se fortemente. Essa interação dipolo-dipolo intensa é chamada de ligação de hidrogênio (Atkins, 2011), como está apresentado na Figura 7.

Figura 7– Ligação de hidrogênio (tracejada em azul) entre moléculas de água.



Fonte: <https://www.infoescola.com/quimica/ligacao-de-hidrogenio/>

A ligação de hidrogênio é responsável pelo fato de o álcool etílico ter uma temperatura de ebulição muito mais elevada (+78,5°C) que a do éter dimetílico (-

25°C), apesar de ambos possuírem o mesmo número de elétrons e superfícies moleculares de tamanhos semelhantes. As moléculas do álcool etílico podem formar ligações de hidrogênio muito fortes entre si, já que cada molécula apresenta um grupo O-H. As moléculas do éter dimetílico não podem formar ligações de hidrogênio umas com as outras apresentando forças intermoleculares do tipo dipolo-dipolo mais fracas (Solomons e Fryhle, 2005).

- **Solubilidade**

A solubilidade é a principal propriedade associada ao paladar, pois o processo só se inicia após a solubilização das moléculas que evocam os gostos em água que então, irão interagir com os receptores químicos.

Quantitativamente, a solubilidade indica a quantidade de soluto que pode ser dissolvido em uma determinada quantidade de solvente a dada temperatura. Essa propriedade está relacionada com a polaridade das moléculas, forças intermoleculares e com o tamanho da cadeia carbônica.

A polaridade influi na solubilidade. Substâncias polares tendem a se dissolver em líquidos polares e substâncias apolares, em líquidos apolares.

Quando as forças estabelecidas entre soluto e solvente são mais fortes ou iguais às estabelecidas entre as moléculas do próprio solvente e entre as do próprio soluto, a tendência de dissolução aumenta. Quanto maior essa diferença de força, menor a solubilidade.

Quanto ao tamanho da cadeia, o aumento da cadeia carbônica diminui a solubilidade do composto em água. São vários os motivos, sendo os principais o aumento da atração soluto-soluto devido a forças de dispersão (tipo London) e à pequena atração entre a cadeia carbônica pouco polar e as moléculas de água, o que não compensa a quebra das ligações de hidrogênio entre moléculas do solvente para a solvatação.

- **Volatilidade**

As substâncias odorantes e aromatizantes que estimulam os quimiorreceptores precisam ser voláteis, para alcançarem o nariz, mas também precisam ser solúveis no muco que reveste a região olfativa. O muco é uma solução

aquosa de proteínas e carboidratos. As moléculas devem ter ao menos uma parte hidrossolúvel, para se dissolver no muco, mas também uma parte lipossolúvel, pois os quimiorreceptores têm características lipídicas (Kazmierczac, 2019).

A volatilidade é a capacidade que as moléculas possuem de passar do estado líquido para o estado gasoso e a facilidade dessa transição. Portanto, é também uma função das interações intermoleculares. Quanto mais forte a interação entre as moléculas, menos volátil será aquela substância. Isso ocorre porque as moléculas são tão atraídas umas pelas outras, o que torna mais difícil afastá-las e passar a substância para o estado gasoso. Por outro lado, os compostos muito voláteis, que passam do estado líquido para vapor facilmente, apresentam interações intermoleculares fracas.

3.4.7. Aromas naturais e artificiais

Grande parte do sabor de um alimento é diretamente influenciado pelo seu aroma. Sem a adição de aromatizantes, produtos da indústria alimentícia como os enlatados, congelados, empacotados e desidratados seriam pouco atrativos, já que o processamento e o armazenamento destroem parte do sabor original.

Os aromatizantes estão entre os aditivos mais utilizados pela indústria e apresentam importância comercial por conferirem propriedades organolépticas que caracterizam sabores e aromas dos produtos (Branco, 2015). No entanto, deve-se salientar que o uso deles normalmente não agrega valor nutricional para o alimento.

Os aromas podem ser misturas de muitos componentes. Um exemplo é o aroma natural de café. O café torrado apresenta um aroma tão complexo que já foram identificados mais de mil componentes na sua constituição. Outros aromas podem ser constituídos de um componente principal, que é reconhecido mesmo na ausência de outros minoritários, como a vanilina, que é o principal constituinte do aroma de baunilha (Branco, 2015).

Os aromatizantes aumentam a aceitabilidade dos alimentos, e por isso a indústria de alimentos investe na síntese desses produtos. Os aromas estão situados no mesmo nível de importância que os macronutrientes (proteínas, gorduras e carboidratos) e micronutrientes (vitaminas e minerais), devendo ser considerados como componentes essenciais da alimentação humana (Branco, 2015). Mesmo que

um alimento seja rico em nutrientes, para que seu consumo ocorra por períodos prolongados de tempo, o sabor deve ser agradável.

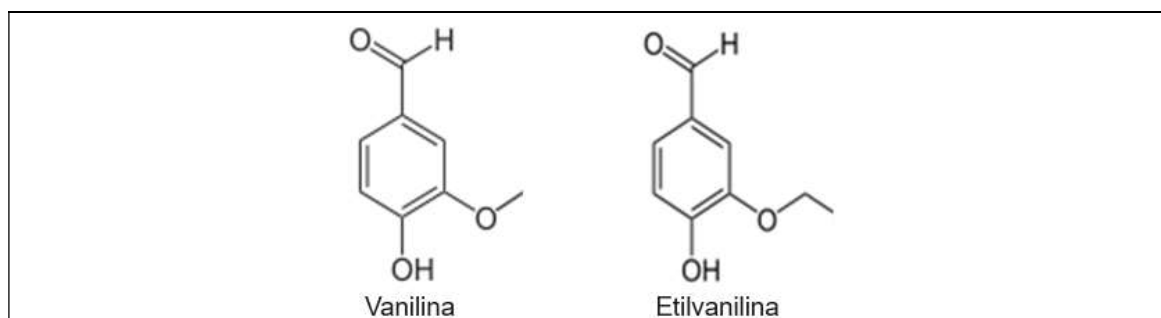
A Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA - possui uma Resolução (RDC n° 725, de 2022) que dispõe sobre definições e classificações dos aromatizantes.

Os aromas classificados como naturais são obtidos exclusivamente mediante métodos físicos, microbiológicos ou enzimáticos, a partir de matérias-primas aromatizantes naturais. Estas são produtos de origem animal ou vegetal normalmente utilizados na alimentação humana, que contenham substâncias odoríferas e/ou sápidas, seja em seu estado natural ou após um tratamento adequado como torrefação, cocção, fermentação, enriquecimento, tratamento enzimático ou outros (Brasil, 2022). São exemplos de aromas naturais óleos essenciais, extratos, bálsamos, oleoresinas e substâncias aromatizantes naturais isolados.

Os aromas sintéticos são obtidos por processos químicos. Podem ser classificados como aromas idênticos aos naturais ou como aromas artificiais. Os primeiros são as substâncias que apresentam estrutura química idêntica à da substância presente nas referidas matérias-primas naturais (Brasil, 2022). Por exemplo, a vanilina sintética tem a mesma estrutura da vanilina presente no extrato de baunilha. Já os aromas artificiais são compostos químicos sintéticos que ainda não tenham sido identificados em produtos de origem animal ou vegetal utilizados para o consumo humano (Brasil, 2022).

Um exemplo de aroma artificial é a etilvanilina, que também tem aroma de baunilha, mas não está presente no extrato natural de baunilha. Seu uso é bem econômico pois é um flavorizante de “baunilha” três vezes mais potente que a vanilina (Morlock, 2021). A Figura 8 mostra as estruturas da vanilina e da etilvanilina.

Figura 8– Exemplos de flavorizantes semelhantes ao aroma de baunilha.

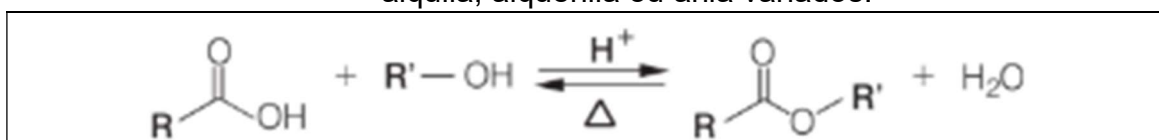


Fonte: A autora

Os aromas podem ter as funções orgânicas éster, ácido carboxílico, cetona, aldeído, álcool, entre outras, mas podem também ser hidrocarbonetos insaturados (terpenos).

Ésteres são muito utilizados em produtos industrializados. Eles podem ser obtidos por uma reação química, denominada esterificação de Fisher, esquema 1, entre um álcool e um ácido carboxílico na presença de catalisador ácido. Alguns exemplos de ésteres usados como aromatizantes artificiais pela indústria alimentícia estão no Quadro 1.

Esquema 1– Reação de esterificação catalisada por ácido onde R e R' são grupos alquila, alquênica ou arila variados.



Fonte: Costa, Ornelas, Guimarães e Merçon, 2004

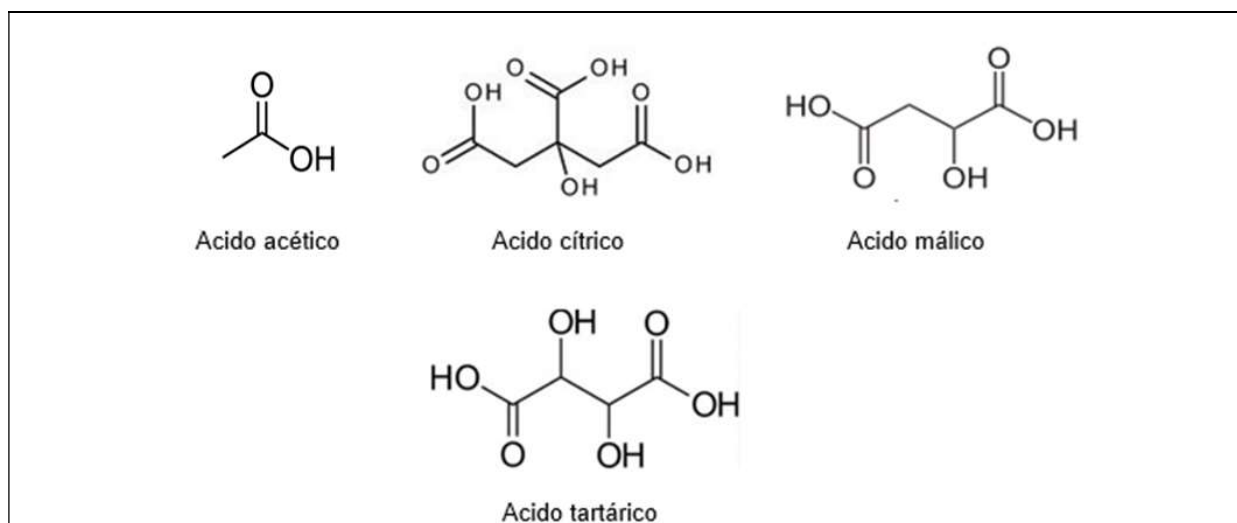
Quadro 1– Ésteres e seus aromas característicos.

Éster	Aroma característico
Etanoato de etila	Maçã
Etanoato de octila	Laranja
Butanoato de etila	Abacaxi
Etanoatato de 3-metilbutila	Banana

Fonte: Costa, Ornelas, Guimarães e Merçon, 2004

Os ácidos alimentícios desempenham várias funções como a de realçar o gosto ácido e a de aromatizantes. O ácido cítrico, encontrado naturalmente em frutas cítricas como a laranja e o limão, o ácido málico presente na maçã e outros frutos como a pêra, o ácido tartárico, encontrados nas uvas, são adicionados a doces, sucos e refrigerantes. O ácido acético é largamente utilizado na forma de vinagre (Fani, 2021). As estruturas químicas dos ácidos são apresentadas na Figura 9.

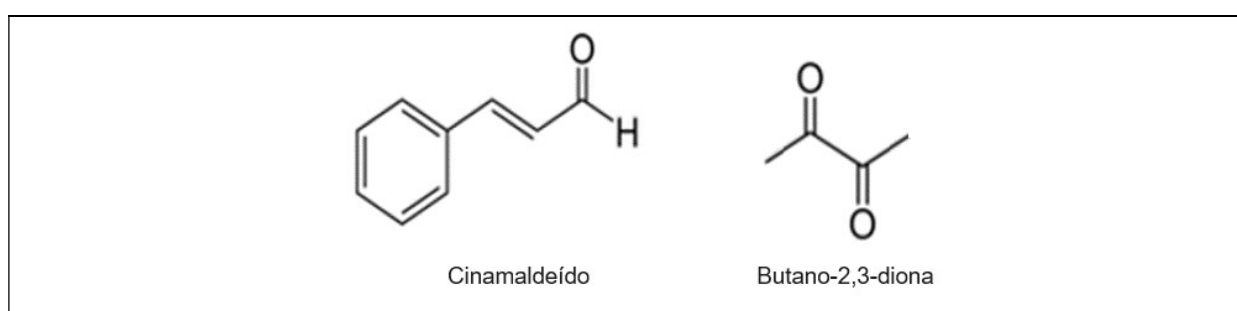
Figura 9– Estruturas químicas dos ácidos acético, cítrico, málico e tartárico.



Fonte: A autora

Alguns aldeídos e cetonas como o cinamaldeído e o diacetil, Figura 10, são substâncias de aroma agradável usadas pela indústria alimentícia. O cinamaldeído é usado por seu odor e sabor de canela. A butano-2,3-diona, conhecida como diacetil, está presente naturalmente na composição de cafés, cervejas, chocolates, leites e iogurtes e na indústria é flavorizante responsável por dar o aroma e o gosto amanteigado a algumas pipocas de micro-ondas (Araújo, Carrilho e Assunção, 2022).

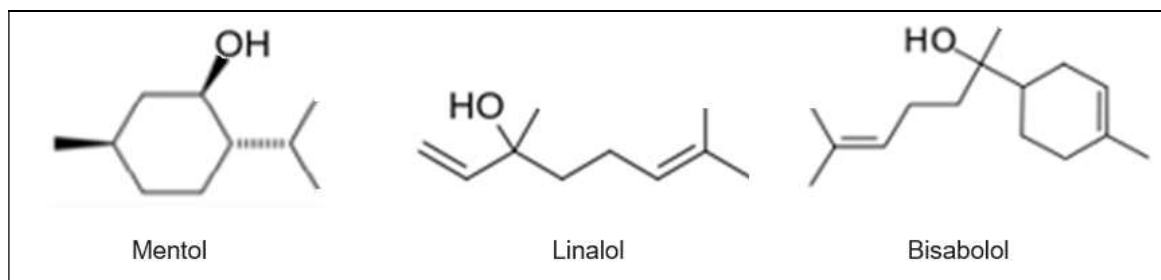
Figura 10– Estruturas químicas do cinamaldeído e da butano-2,3-diona



Fonte: A autora

Dentre as substâncias pertencentes à função orgânica álcool, o mentol, encontrado na hortelã é utilizado na produção de balas e chicletes; o linalol está presente em muitas espécies de plantas, como o manjeriço e o bisabolol que é o constituinte primário do óleo essencial da camomila. As estruturas desses compostos são mostradas na Figura 11.

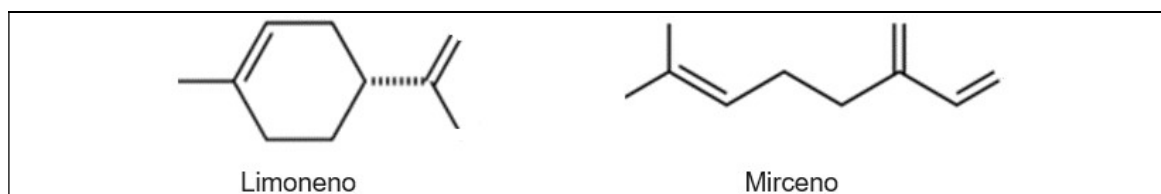
Figura 11– Estruturas químicas do mentol, linalol e bisabolol



Fonte: A autora

Os terpenos são compostos majoritários dos vários óleos essenciais e são muito usados em perfumaria. Alguns terpenos são usados na indústria alimentícia, Figura 12, por contribuir no reforço ou na melhora da qualidade sensorial dos alimentos (Ravindra e Kulkarni, 2015). Como exemplos podemos citar o limoneno (aroma de frutas cítricas) e o mirceno, presente no capim-limão.

Figura 12– Estruturas químicas do limoneno e mirceno



Fonte: A autora

4. METODOLOGIA

4.1. Caracterização da pesquisa

A natureza metodológica dessa pesquisa é qualitativa. Segundo Bogdan e Biklen apud Lüdke e André (1986, p. 13) “A pesquisa qualitativa ou naturalista [...] envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes”.

Quanto aos objetivos, a pesquisa classifica-se como exploratória, uma vez que neste tipo de pesquisa busca-se aprofundar o conhecimento em um tema já estudado por outros pesquisadores, porém pouco explorado e propor ações para solucionar o problema. Para Gil (1991, p.45) as pesquisas exploratórias “têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema”.

A pesquisa exploratória enquadrou-se para o projeto, pois com o aprimoramento de conhecimentos acerca do tema foi proposta uma ação interventiva, o guia didático, que poderá auxiliar os professores quanto ao uso de metodologias de ensino que tornem as aulas de Química contextualizadas e mais prazerosas e conseqüentemente irá beneficiar o aluno, que ficará motivado para exercer o papel de protagonista na construção do seu conhecimento.

4.2. Público alvo

Desde o início da minha caminhada na docência, procuro sempre ouvir os alunos sobre o que esperam aprender e sobre suas dificuldades. As queixas comuns são da falta de aulas diferentes, pois afirmam que o foco nas aulas é conteúdo, que precisam decorar fórmulas, nomes, reclamam da falta de materiais, de aulas práticas, etc. Vejo também as dificuldades dos professores no exercício da profissão, e mesmo diante de tantas questões que foram mencionadas anteriormente, se desdobram, estudam, fazem o melhor que podem para oferecer um ensino de qualidade.

Diante dessas questões, foi pensado como produto para essa pesquisa um guia didático com a temática dos sentidos olfato e paladar para os professores de Química. O professor poderá utilizar esse material como referência para suas aulas, adaptando as atividades de acordo com a realidade do seu alunado.

4.3. Elaboração do guia didático

Para desenvolvimento do trabalho e elaboração do guia didático foi feito um levantamento bibliográfico na plataforma Google Acadêmico e no portal de periódicos da Capes de publicações com temática semelhante. Na busca, foram usados os termos sentidos químicos, paladar e olfato, aromas e ensino de Química.

Foram encontrados e selecionados trabalhos e artigos muito interessantes. Para exemplificar, alguns foram: “Aromas: Contextualizando o ensino de Química através do olfato e paladar” (Oliveira, 2014); “Sequências de Ensino-Aprendizagem: o olfato a partir do estudo das funções orgânicas e seus efeitos na motivação e aprendizagem dos alunos” (Kazmierczak, 2019); “A Química dos Sentidos – Uma Proposta Metodológica” (Vidal e Melo, 2013); “O uso dos sentidos, olfato e paladar, na percepção dos aromas: uma oficina temática para o Ensino de Química” (Oliveira, Candito e Braibante, 2022).

Após a organização e leitura dos materiais selecionados, foi possível perceber a relevância da temática dos sentidos para o ensino de Química e as possibilidades de utilizá-la com diferentes metodologias. Com a junção dessas informações, iniciou-se a construção de um guia didático para professores.

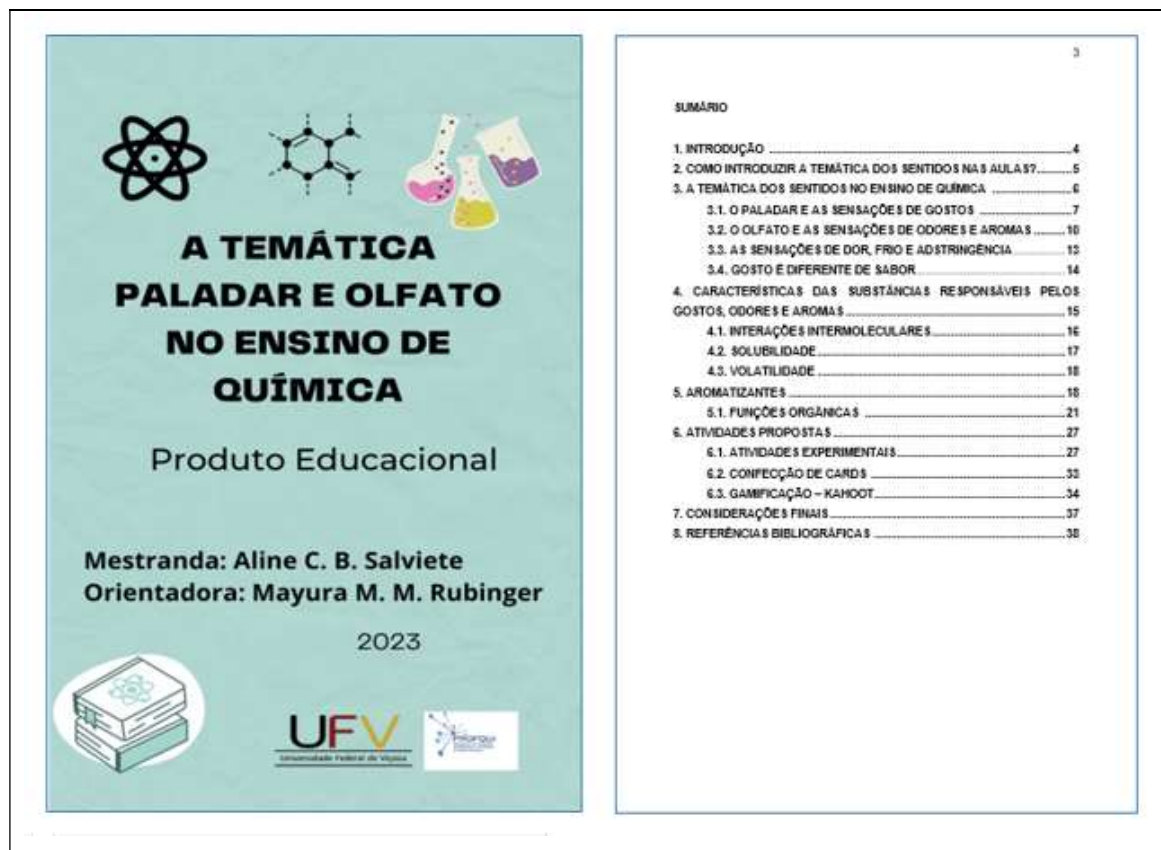
O texto do guia foi escrito com uma linguagem simples e objetiva. O intuito foi apresentar uma forma mais dinâmica e interessante de ensinar os conceitos de Química, buscando as situações em que ela se aplica no dia a dia, como a relação da Química com nossos sentidos e com os alimentos.

O material está dividido em tópicos que explicam como introduzir a temática dos sentidos nas aulas; como se dá o funcionamento dos sentidos e as sensações de gostos, odores e aromas; as sensações de dor, frio, adstringência; diferença entre gosto e sabor. Contém também as explicações das principais características físico-químicas das moléculas responsáveis pelas sensações, como a solubilidade, volatilidade e os tipos de interações intermoleculares que as moléculas realizam com os receptores sensoriais.

O guia contempla um tópico sobre os aromatizantes e por isso foi dada atenção maior ao conteúdo de Química Orgânica, uma vez que as substâncias responsáveis pelos aromas característicos de muitos produtos do cotidiano pertencem às funções orgânicas. Então, o leitor encontrará um breve resumo de hidrocarbonetos

e das funções oxigenadas seguidos de exemplos de substâncias para cada grupo. A Figura 13, mostra a divisão dos tópicos do guia.

Figura 13– Divisão dos tópicos do guia didático



Fonte: A autora

Alguns tópicos do guia foram acrescidos com os boxes “*Saiba mais*” e “*Dicas*”. Os *Saiba mais* trazem curiosidades e informações adicionais envolvendo os sentidos e as sensações. São informações interessantes que podem direcionar pesquisas para os alunos, rodas de conversas. As *Dicas* servem, por exemplo, para lembrar o professor de revisar algum conteúdo das séries anteriores que foi apresentado no tópico.

A parte final do guia traz sugestões de atividades que podem ser realizadas para complementar e verificar o aprendizado dos alunos. As sugestões incluem atividades experimentais (Teste do paladar e do olfato), confecção de cards e gamificação.

Com relação às metodologias escolhidas para as atividades, são todas fáceis de serem preparadas e aplicadas, pois sabe-se que a maioria das escolas não têm

condições de fornecer materiais e nem estrutura física sofisticada. As atividades experimentais não requerem um laboratório, podem ser realizadas na sala de aula, no pátio ou outro espaço da escola e os materiais selecionados são de baixo custo. Os cards são feitos em fichas de papel e o *Kahoot* pode ser jogado nos smartphones dos alunos, caso a escola não disponha de sala de informática. Assim, o professor que desejar aplicar as atividades irá planejar de acordo com seu ambiente escolar.

O guia traz conteúdos que são trabalhados em todas as séries do Ensino Médio. No entanto, têm aplicabilidade maior para a 3ª série já que nessa etapa espera-se que os estudantes tenham pré-requisitos importantes em conteúdos da 1ª e 2ª séries e estão no processo de aprendizagem de Química Orgânica.

4.3.1. Atividades sugeridas no guia didático

- **Atividades experimentais**

A atividade experimental é um recurso pedagógico muito importante para o ensino de Química, porém, pouco utilizado. A experimentação é capaz de fazer essa articulação entre teoria e prática, além de promover a interdisciplinaridade, a contextualização, levando os alunos ao conhecimento prático e à formação de conceitos.

Muitas escolas públicas não possuem laboratório de ciências ou, quando têm, estes são precários e pouco utilizados. No entanto, muitos experimentos não precisam ser realizados em laboratórios ou em ambientes especiais, e não estão obrigatoriamente vinculados a materiais sofisticados, podendo ser realizados com materiais alternativos e de baixo custo em sala de aula.

O guia didático propõe duas atividades experimentais: o teste do paladar e o teste do olfato. Os procedimentos são provar e identificar os gostos básicos na primeira atividade (doce, salgado, amargo, azedo e umami) e, na segunda, os alunos devem descobrir quais produtos estão dispostos nas amostras pelo cheiro e aroma. São atividades dinâmicas, que criam expectativas nos estudantes para descobrirem as substâncias, uma vez que ao realizarem os testes eles devem estar com os olhos vendados.

Os materiais são de baixo custo e fáceis de serem encontrados: copinhos descartáveis, material para tapar os olhos, condimentos, ervas, frutas e algumas essências alimentícias.

- **Cards**

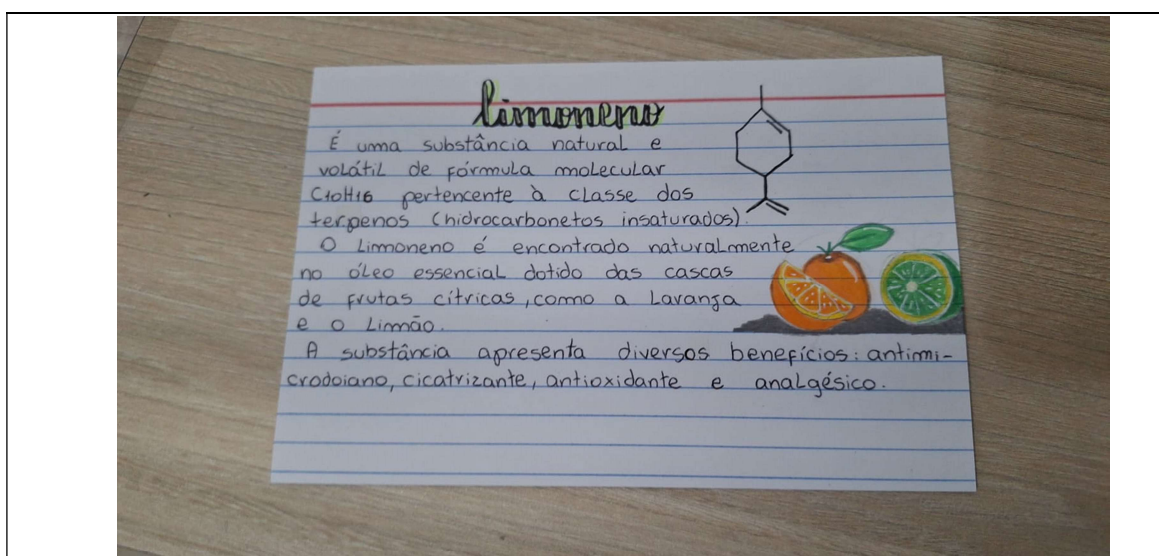
Cards são pequenos cartões elaborados e que podem ser utilizados em qualquer sala de aula. Há muitas formas de utilização dessa metodologia e a mais simples que foi sugerida no guia é a confecção de cards em formato de fichas. Neles, o aluno coloca as informações importantes sobre o conteúdo estudado proporcionando uma aprendizagem significativa.

É muito comum, os alunos estudarem fazendo pequenos resumos em pedaços de papéis coloridos, os chamados *post-its*. Seguindo essa ideia de resumos para os cards, os alunos podem utilizar os papéis em formato de fichas, canetas coloridas, imagens e palavras-chave.

A metodologia tem como pontos positivos melhorar a memória, a concentração. Os cards são versáteis, então, o aluno pode estudar em qualquer lugar e pode compartilhar com os colegas.

Na Figura 14, observa-se um exemplo de um card feito por uma aluna.

Figura 14– Modelo de card.



Fonte: A autora - Card confeccionado por uma aluna.

- **Gamificação - Kahoot**

A gamificação é uma estratégia de aprendizagem ativa que ganhou maior destaque no período pandêmico de aulas online. A metodologia utiliza elementos de jogos no processo de aprendizagem com o objetivo de aumentar o engajamento e autonomia dos estudantes, uma vez que cria um ambiente competitivo de conquista de pontos, resolução de desafios e recompensas.

Diversas plataformas e aplicativos foram desenvolvidos para criação dos jogos sendo um dos preferidos dos alunos, o *Kahoot*.

O *Kahoot* é uma plataforma de aprendizado baseada em jogos de diferentes modalidades, incluído um quiz game no qual podem ser adicionadas perguntas pelo professor e, essas são convertidas em um jogo com pontuação, interação e ranqueamento (Dellos, 2015).

Para criar um jogo é necessário ter conta na plataforma que oferece recursos básicos e avançados para a criação de atividades. Os recursos básicos são da conta gratuita, que atendem bem às necessidades dos professores.

O professor poderá ter acesso ao jogo criado para essa temática por meio do link: <https://create.kahoot.it/share/a-quimicas-dos-gostos-cheiros-e-aromas/c6b5921c-daf4-4bbb-8bba-c409dd1a2859> e irá visualizar a tela, conforme a Figura 15. O jogo pode ser utilizado durante a aula ou compartilhado com os alunos, para que façam em casa.

Figura 15– Tela do jogo.

The screenshot shows the Kahoot! interface for a quiz titled "A químicas dos gostos, cheiros e aromas". The interface includes a sidebar with navigation options (Início, Descobrir, Biblioteca, Relatórios, Grupos, Marketplace), a search bar, and a list of four quiz questions. The first question asks about the correct statement regarding citral, with its chemical structure shown. The second question asks about the functions of gingerone in ginger, with its chemical structure shown. The third question asks about the chemical functions of vanillin, with its chemical structure shown. The fourth question asks for a characteristic of molecules that allow us to taste, with a 30-second timer.

Fonte: A autora

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Breve discussão da escolha da temática e do produto da pesquisa

Muito já foi discutido sobre as dificuldades de professores e alunos no ensino e aprendizagem de Química. O modelo educacional da maioria das escolas brasileiras continua pautado na transmissão-recepção de conteúdos e sabe-se que esse modelo não motiva o aluno e não promove um aprendizado eficaz.

A BNCC, os PCNEM e PCN+ apontam que a contextualização torna a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana ou com os conhecimentos adquiridos. Assim, o uso de temáticas pode ajudar nessa contextualização se o tema escolhido for de interesse do aluno e relevante para sua vida.

A Química está presente em tudo que fazemos, por isso, escolhi relacionar o que foi o principal objeto de estudo da minha graduação – alimentos – com a Química. Só conseguimos sentir o gosto, o odor e o aroma dos alimentos se os nossos sentidos paladar e olfato funcionam bem. Os receptores presentes na língua e no nariz detectam as substâncias químicas presentes nos alimentos e rapidamente nosso cérebro traduz as informações nas sensações. Logo, tudo está conectado: Química, alimentos, paladar, olfato e as sensações.

Como temos muita curiosidade em saber sobre o funcionamento das coisas, acredito que utilizar essa temática nas aulas poderá despertar o interesse dos alunos e, como consequência, melhorar o aprendizado. Na literatura, existem autores que já utilizaram a temática dos sentidos no ensino de Química, por ser muito rica em conceitos e que tiveram resultados satisfatórios em suas turmas.

Mesmo sendo um tema existente na literatura, não é repetitivo e pode ser trabalhado por diferentes estratégias pedagógicas.

Com tudo o que foi apresentado, sabemos que mudanças no modelo de ensino são necessárias e incontestáveis, mas exigem muito mais dos professores, que precisam se dedicar mais aos estudos, a formação continuada, ao planejamento das aulas, em meio a tantas outras demandas. Por refletir sobre todas essas questões que o produto gerado nesta pesquisa é voltado para auxiliar o professor em seu trabalho.

5.2. A utilização do produto nas séries do Ensino Médio

O produto educacional com o título: A temática paladar e olfato no Ensino de Química apresenta conteúdos e sugestões que podem ser trabalhados nas três séries do Ensino Médio.

A grade curricular de Química é muito extensa e com a implantação do Novo Ensino Médio, houve redução da carga horária das disciplinas da BNCC para inclusão dos Itinerários Formativos e Eletivas. Com isso, a disciplina de Química que até então tinha duas aulas por semana, passou a ter uma. No ano de 2024, as mudanças serão implantadas na 3ª série, fechando o ciclo no Ensino Médio.

Devido à redução da carga horária, o professor tem menos tempo ainda para ensinar Química e acaba tendo que selecionar os assuntos que são mais relevantes.

A Secretaria de Educação de Minas Gerais desenvolveu os Planos de Curso, um documento que serve de base para a organização do currículo do estado. Os conteúdos presentes no guia que estão de acordo com os Planos de Curso trabalhados na 1ª série são: Solubilidade, Polaridade, Interações Intermoleculares e Volatilidade. Na 2ª série tem os conteúdos referentes às Funções Inorgânicas, Introdução à Química Orgânica e Hidrocarbonetos. Na 3ª série novamente Introdução à Química Orgânica, Hidrocarbonetos e Funções Oxigenadas.

Como o material traz as sugestões, o professor é quem irá decidir como encaixar a temática, em cada série com as adaptações necessárias ou apenas na 3ª série. Acredito que o aproveitamento será melhor, se utilizada na 3ª série do Ensino Médio, pois é esperado que nessa etapa os estudantes já tenham estudado os conteúdos citados da 1ª e 2ª série e estão no processo de aprendizagem de Química Orgânica. Assim, muitos tópicos podem ser dados como revisão.

Com relação às metodologias de ensino sugeridas no guia, as atividades experimentais de teste do paladar e do olfato podem dinamizar muito as aulas despertando a curiosidade e fazendo com que os alunos participem ativamente. Os cards e a gamificação pela plataforma *Kahoot* já foram utilizados por mim em outros contextos de aulas e o engajamento e aprendizado dos alunos foram considerados satisfatórios.

Na atividade de confecção dos cards, os alunos trouxeram os materiais de casa e pesquisaram os assuntos previamente. Durante a aula, na elaboração, foi observado que eles estavam mais concentrados, fizeram com capricho e trocaram os

cards entre eles no final. Alguns alunos fizeram grupos para trocar as informações dos cards e estudaram. Então, houve também uma colaboração entre eles, o que é positivo para a aprendizagem.

O *Kahoot* é uma metodologia ativa que utilizo há bastante tempo para revisar conteúdos das avaliações ou mesmo para consolidar a aprendizagem de um assunto importante, antes de iniciar um novo. Os alunos gostam de jogar o *Kahoot*, pois como o jogo tem uma pontuação, eles ficam empolgados para acertar as questões no menor tempo e terminar a atividade no pódio. Como a plataforma é bem completa, ela traz a opção para o professor visualizar o relatório da turma e nesse momento é possível verificar o rendimento ajudando na retomada dos pontos que precisam de mais atenção.

O material desenvolvido com a temática dos sentidos não foi utilizado com os alunos para uma análise da contribuição ao ensino, mas está previsto para ser todo aplicado em 2024 com a turma do 3º ano na escola na qual me tornei efetiva nesse ano de 2023.

5.3. Sugestões para trabalhos futuros

O guia didático foi elaborado para ser uma ferramenta facilitadora para o professor no planejamento de aulas dinâmicas utilizando uma temática com abordagem bem diferente das que normalmente estamos acostumados.

No material são apresentadas dicas e sugestões para realização da sequência, mas está explícito que adaptações devem ser feitas se necessário. Assim, ao ler o material o professor pode ter novas ideias que poderão fazer mais sentido para sua turma.

As atividades sugeridas no guia são simples de serem aplicadas, pois são poucas as escolas que possuem infraestrutura e materiais para aulas mais elaboradas. Entretanto, em uma escola que tenha laboratório de ciências e materiais, a sugestão é realizar uma aula experimental de extração de óleo essencial da casca da laranja.

Os conteúdos químicos que estão descritos não são os únicos que se encaixam na temática dos sentidos. Pode-se também trabalhar com ela ao ensinar cálculos estequiométricos, concentração, em orgânica dar sequência ao estudo das funções com as funções nitrogenadas, isomeria, enfim, há muitas possibilidades.

Deve-se ter o cuidado para não deixar o assunto muito extenso, pois assim o resultado pode ser diferente do esperado e levar ao desinteresse dos alunos.

Outra alternativa muito viável é trabalhar de maneira interdisciplinar. Com uma aula de Química por semana é muito difícil atingir todos os objetivos traçados para o uso da temática. Como foram sugeridas aulas interdisciplinares com a Biologia e História, as disciplinas dos itinerários formativos Práticas Experimentais, Estudos Orientados e Práticas Criativas e Comunicativas também podem ser incluídas para que nesse trabalho conjunto toda a sequência de aulas seja realizada.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de apresentar aos professores uma proposta para o ensino com a temática dos sentidos paladar e olfato que possa contribuir com a aprendizagem significativa.

Segundo Chassot (1990), “o ensino da Química deve ser um facilitador da leitura do mundo”. Então, não queremos que os métodos continuem os mesmos, mecanizados e baseados na transmissão-recepção de conteúdos com professores e alunos cada vez mais desmotivados. Na busca por mudanças para esse cenário, o guia didático trouxe uma temática presente na vida dos alunos e que quase não é discutida em sala. Explicar como sentimos os gostos, odores e aromas e explicar a Química por trás dessas sensações pode resgatar no aluno o encantamento pela ciência, uma vez que ele verá sentido no que aprende e irá relacionar com suas vivências.

Na temática, conteúdos como Propriedades Físico-Químicas, Interações Intermoleculares e Funções Orgânicas podem ser trabalhados de maneira contextualizada e prazerosa, relacionando ainda conhecimentos de outras áreas e favorecendo o desenvolvimento das habilidades necessárias para a formação de cidadãos críticos, reflexivos e atuantes na sociedade.

A expectativa é que o material seja mesmo o guia do professor e também seja fonte de inspiração para criação de outros materiais que utilizem temas que sejam do interesse e relevantes para a vida do aluno.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, N. P. G.; AMARAL, E. M. R. Projetos temáticos como alternativa para um en-sino contextualizado de ciências: análise de um caso. **Ensenanza de las Ciencias**, n. extra, 2005.
- ALVES, O. L. Por que química nova na escola? **Química Nova na Escola**. v. 2, p.74- 77, 1999.
- ARAÚJO, L. X.; CARRILHO, E.; ASSUNÇÃO, N. A. **Estudo da USP reforça que comer muita pipoca de micro-ondas pode causar Alzheimer**. Portal USP São Carlos. São Carlos: Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2022. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/003070571>. Acesso em: 18 abril 2023.
- ARROIO, A. et al. O Show da Química: Motivando o Interesse Científico. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 173-178, 2006.
- ASSAI, N. D. S.; GALVÃO, J. C. R.; DELAMUTA, B. H.; BERNADELLI, M. S. Funções químicas no 9º ano: proposta de sequência didática e uno químico. **Revista Valore**, v. 3, p. 454-465, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. 8p., 1993.
- ATKINS, P.; JONES, L.; **Princípios de Química, questionando a vida moderna e o meio ambiente**; 5ª Ed, Bookman Companhia Ed., 2011
- BARRETT, D. M.; BEAULIEU, J. C.; SHEWFELT, R. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 50, n. 5, p. 369-389, 2010.
- BEN ABU, N.; HARRIES, D.; VOET, H.; NIV, M.Y. The taste of KCl - What a difference a sugar makes. **Food Chemistry**, v.30, n. 255, p. 165-173, 2018.
- BERNARDELLI, M. S. Encantar para ensinar: um procedimento alternativo para o ensino de Química. In: ENCONTRO PARANAENSE DE PSICOTERAPIAS CORPORAIS. 9., Foz do Iguaçu. **Anais eletrônicos...** Foz do Iguaçu: Centro Reichiano, 2004.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto – Portugal. Porto Editora, 1994.
- BRANCO, M. H. M. Aromas. **Food ingredientes**, v. 17, nº 33, p. 30-46, 2015. Disponível em: https://revista-fi.com/upload_arquivos/201606/2016060431780001464886938.pdf. Acesso em: 18 nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnológica. (SEMTEC). **PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Parte III: Ciências da Natureza Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC. SEMTEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Ministério da Educação, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria da Educação Básica. **Versão final da BNCC**. 2018.

BRASIL. Secretaria de educação Básica – Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Volume 2. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **RDC nº 725, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre aditivos alimentares e aromatizantes**.

BROWN, T. L.; JR, H. E. L.; BURSTEN, B. E.; BURDGE, J. R. **Química: a ciência central**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002. 952 p.

CARVALHO, H. W. P.; BATISTA, A. P. L.; RIBEIRO, C. M. **Ensino e Aprendizado de Química na Perspectiva Dinâmico-interativa**, 2007.

CAVALCANTE, J. S.; CAVALCANTE, J. C.; LICHSTON, J. E. **Percepção e Sensibilidade nos Seres Vivos**. 2. ed. Natal. EDUFRN, 2011. 214 p.

CHASSOT, A. **A educação no Ensino de Química**. Ijuí, Unijuí, p.117, 1990.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

CHER, G. G.; OLIVEIRA, T. A. L.; SCAPIN, A. L.; SILVEIRA, M. P. Estudo dos polímeros em uma perspectiva CTSA: desenvolvendo valores por meio do tema “química dos plásticos”. **Revista Valore**, v. 3, p. 14-25, 2018.

COSTA, M. M. B.; SANTANA, E.; ALMEIDA, J. Reconhecimento do paladar oral em voluntários da saúde. **Arquivos de Gastroenterologia** v. 47, no. 2, p. 152-158, 2010.

COSTA, T. S.; ORNELAS, D. L.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Confirmando a Esterificação de Fischer por Meio dos Aromas. **Química Nova na Escola**, n 19, p. 36-38, 2004.

DELLOS, R. Kahoot! A digital Game resource for learning. **International Journal of Instructional Technology and Distance Learning**, v.12, no. 4, p.49-52, 2015.

FANI, M. ADITIVOS E INGREDIENTES. **Origem e aplicação dos ácidos alimentícios**. Ed. Insumos, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://aditivosingredientes.com/artigos/052023-artigos-editoriais/origem-e-aplicacao-dos-acidos-alimenticios>. Acesso em: 15 nov. 2023.

FANI, M. FOOD INGREDIENTES BRASIL. **Percepção Multissensorial do sabor**. Ed. Insumos, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://revista-fi.com/artigos/artigos-editoriais/percepcao-multissensorial-do-sabor>. Acesso em: 17 nov. 2023.

FELDMAN, R. S. **Introdução à Psicologia**. Porto Alegre: AMGH, 2015.

FELIPE, L. O.; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 2. p. 120-130, 2017.

FELTRE, R.; **Química, Vol 1, Química Geral**, 6ª edição, Ed. Moderna, São Paulo, 2004;

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia- saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e terra,1996.

GIL, A. C.; **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo. Atlas. 1991.

GONÇALVES, P. M. R. **Identificação e caracterização de memórias olfativas em amostra da população brasileira**. Tese de Doutorado Universidade de São Paulo – USP, SP, 2021.

GOWN, A.M.S. **As opiniões, interesses e atitudes dos jovens brasileiros frente à ciência: uma avaliação em âmbito nacional**. Tese de Doutorado Universidade de São Paulo – USP, SP, 2013.

KAZMIERCZAK, E.; ROCHA, R. N.; MONTEIRO, T. S.; FREIRE, L. I. F.; SILVA, J. B. Aromas e odores: ensino de funções orgânicas em sequência de ensino aprendizagem. **ACTIO**, Curitiba, v. 3, no. 2, p. 214-236, 2019.

LINDEMANN, R. H. **Ensino de química em escolas do campo com proposta agro ecológica: contribuições do referencial freireano de educação**. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2010.

LIM, S.Y.; ROSMAWATI, D.; YATIMAN, N.H.; WONG, J.E.; HARON, H.; POH, B.K. Umami detection threshold among children of different ethnicities and its

correlation with various indices of obesity and blood pressure. **Current Research in Food Science**, v.4, n.5, p. 2204-2210, 2022.

LIMA, J. O. G.; LEITE, L. R. O processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Química: o caso das escolas do ensino médio de Crateús/Ceará/Brasil. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 7, n. 2, p. 72-85, 2012.

LUCKESI, C. C. **Filosofia da Educação**. São Paulo: Cortez, 1994.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2012.

MARGOLSKEE, R. F. Molecular mechanisms of bitter and sweet taste transduction. **Journal of Biological Chemistry**, v. 277, n.1, p. 1-4, 2002.

MELLO, P. H. A Química dos sabores. **Guia dos entusiastas da Ciência**. v.3, n.1, p.3, 2020. Disponível em: <https://gec.proec.ufabc.edu.br/o-que-que-a-ciencia-tem/a-quimica-dos-sabores/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

MORLOCK, G.E.; BUSSO, M.; TOMEBA, S.; SIGHICELLI, A. Effect-directed profiling of 32 vanilla products, characterization of multi-potent compounds and quantification of vanillin and ethylvanillin. **Journal of Chromatography A**, v.1652, 462377, 2021.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**. v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

NISHIDA, S.M. **Sentidos químicos: olfação e gustação**. Unesp, Botucatu, 2007.

OLIVEIRA, F. V. **Aromas: contextualizando o ensino de Química através do olfato e paladar**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

OLIVEIRA, F.V.; CANDITO, V.; BRAIBANTE, M. E. F. O uso dos sentidos, olfato e paladar, na percepção dos aromas: uma oficina temática para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n 1, v. 44, p. 57-64, 2022.

OLIVEIRA, K. J. V.; BIZARRIA, P. J. N.; CUNHA, K. Prática docente: dificuldades encontradas por professores de uma escola do agreste pernambucano. *In*: VI CONGRESSO INTERNACIONAL DAS LICENCIATURAS, Cointer PDVL, Recife, 2019.

OLIVEIRA, L. H. Olfato: o sentido da vida. **Superinteressante**, São Paulo, jan. n. 4, 1988, atualizado out. 2016. Disponível em: <https://super.abril.com.br/comportamento/olfato-o-sentido-da->

SOUZA, J. R. T. **Prática pedagógica em química**. Belém: EditAedi, 2015. E-book, p. 114.

SPENCE C. The tongue map and the spatial modulation of taste perception. **Current Research in Food Science**, v.18 n. 5, p. 598-610, 2022.

VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M.A. El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 5, n. 3, p. 274-292, 2008.

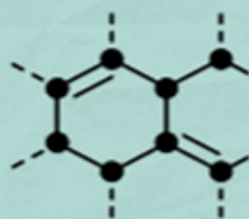
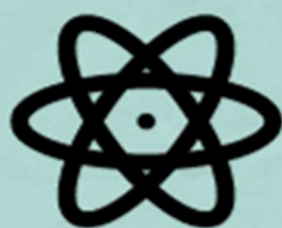
VIDAL, R.M.B.; MELO, R.C. A Química dos Sentidos – Uma Proposta Metodológica. **Química Nova na Escola**, v. 35, n.1, p. 182-188, 2013.

YAMAGUCHI, S.; NINOMIYA, K. Umami and food palatability. **The Journal of Nutrition**, v.130(4S Suppl), p.921S-926S, 2000.

ZHAO, G. Q.; ZHANG, Y.; HOON, M. A.; CHANDRASHEKAR, J.; ERLÉN BACH, I.; RYBA, N. J.P.; ZUKER, C. S. The Receptors for Mammalian Sweet and Umami Taste. **Cell**, v. 115, n. 3, p. 255-266, 2003.

APÊNDICE

PRODUTO EDUCACIONAL



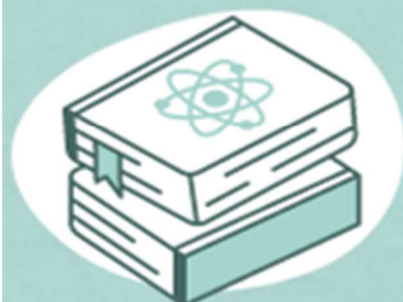
A TEMÁTICA PALADAR E OLFATO NO ENSINO DE QUÍMICA

Produto Educacional

Mestranda: Aline C. B. Salviete

Orientadora: Mayura M. M. Rubinger

2023



APRESENTAÇÃO

Caro(a) professor(a),

O material a seguir faz parte do produto educacional desenvolvido em um projeto de pesquisa do programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional da Universidade Federal de Viçosa - PROFQUI-UFV.

Aqui você encontrará uma proposta contextualizada e interdisciplinar com a temática dos sentidos paladar e olfato para ser utilizada nas aulas de Química conforme orientam as diretrizes curriculares.

O paladar e o olfato são considerados sentidos químicos, pois os receptores presentes no nariz e na língua detectam substâncias químicas e enviam informações ao cérebro que, após interpretação, proporcionam percepções de gostos, odores ou aromas.

O texto está escrito em com uma linguagem simples e objetiva. O intuito é facilitar para o professor um ensino de Química mais dinâmico e interessante. Essa proposta sai do ensino tradicional uma forma de ensino é pouco motivadora, que não se encaixa mais na atualidade. A tônica principal nesta abordagem é a contextualização com uma temática ligada ao dia-a-dia dos estudantes.

Espero que esse material o ajude e inspire com ideias para o planejamento de aulas com uso de temáticas.

Um abraço,

Aline

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	62
2. COMO INTRODUIR A TEMÁTICA DOS SENTIDOS NAS AULAS?	63
3. A TEMÁTICA DOS SENTIDOS NO ENSINO DE QUÍMICA	64
3.1. O PALADAR E AS SENSações DE GOSTOS	65
3.2. O OLFATO E AS SENSações DE ODORES E AROMAS.....	70
3.3. AS SENSações DE DOR, FRIO E ADSTRINGÊNCIA.....	73
3.4. GOSTO É DIFERENTE DE SABOR.....	75
4. CARACTERÍSTICAS DAS SUBSTÂNCIAS RESPONSÁVEIS PELOS GOSTOS, ODORES E AROMAS	75
4.1. INTERAÇÕES INTERMOLECULARES	77
4.2. SOLUBILIDADE.....	80
4.3. VOLATILIDADE	81
5. AROMATIZANTES	82
5.1. FUNÇÕES ORGÂNICAS	84
6. ATIVIDADES PROPOSTAS	91
6.1. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	91
6.2. CONFECÇÃO DE CARDS	97
6.3. GAMIFICAÇÃO – KAHOOT.....	98
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

1. INTRODUÇÃO

As dificuldades no ensino dos conhecimentos químicos não são atuais. E por isso, o assunto tem sido debatido frequentemente por pesquisadores e professores com o intuito de buscar melhorias para a aprendizagem.

Ao considerarem os conteúdos da Química muito abstratos e fora da realidade, os estudantes se desinteressam da aprendizagem, pois a consideram algo inútil¹. É claro que as dificuldades com a Química não se limitam à forma como a matéria é apresentada em sala de aula, mas uma turma motivada faz grande diferença para a aprendizagem.

Mesmo no século XXI ainda estamos muito presos ao método de ensino tradicional, pautado no que se entende por transmissão-recepção de conteúdo. Essa metodologia reflete negativamente no processo de ensino-aprendizagem, pois valoriza em excesso as informações e a memorização, com pouco trabalho no sentido de desenvolver a capacidade cognitiva do aprendiz e sem despertar seu interesse pelo conhecimento.

Portanto, a melhoria do Ensino de Química requer mudanças e atualizações nas metodologias de trabalho. Um instrumento útil é o uso de temáticas que façam parte da realidade dos alunos, de modo a motivá-los e levá-los a associarem o que se ensina na sala de aula com o seu dia-a-dia, fazendo com que percebam a Química como uma ciência necessária e interessante.

2. COMO INTRODUZIR A TEMÁTICA DOS SENTIDOS NAS AULAS?

Professor(a), com a temática dos sentidos tem-se a possibilidade de trabalhar vários conceitos da Química de maneira mais dinâmica e contextualizada. Você poderá adequar a temática da maneira que achar conveniente de acordo com a série e conteúdos ministrados.

Porém, utilizar a temática dos sentidos paladar e olfato na 3ª série do Ensino Médio pode ser mais interessante, já que nessa etapa os estudantes possuem pré-requisitos adquiridos na 1ª e 2ª séries que são importantes aqui, como propriedades da matéria, funções inorgânicas, interações intermoleculares. Dependendo da escola, na 3ª série já terão aprendido, ou estarão no processo de aprendizagem das funções orgânicas.

Ao utilizar exemplos nas aulas e apresentar estruturas de algumas substâncias que conferem gosto, odor e aroma a alimentos presentes no cotidiano, os alunos serão capazes de retomar conceitos já estudados e compreender com maior facilidade o que é necessário para que possamos ter essas percepções.

Junto ao texto que pretende nortear o trabalho com a temática, você encontrará no final de alguns tópicos o “*Saiba Mais*”, com curiosidades e informações adicionais e as “*Dicas*” para dar ênfase no que foi trabalhado no tópico ou revisar algum conteúdo das séries anteriores. Encontrará também sugestões de atividades para promover e avaliar a aprendizagem dos alunos: atividades experimentais com materiais de baixo custo, confecção de cards e um jogo feito na plataforma *Kahoot*.



Dica! Devido ao número limitado de aulas de Química, uma sugestão é iniciar a temática logo após as aulas de Química Orgânica sobre o estudo do átomo de carbono, a representação e classificação de cadeias, tipos de fórmulas.

3. A TEMÁTICA DOS SENTIDOS NO ENSINO DE QUÍMICA

Todo ser humano apresenta curiosidade em descobrir o funcionamento das coisas. A curiosidade leva as pessoas a investigar, a explorar e conseqüentemente a aprender e essas são questões que precisam ser resgatadas no ensino de Química. É preciso utilizar estratégias que estimulem os alunos para que eles tenham gosto em estudar e que compreendam a importância que os conhecimentos químicos trazem para a vida em sociedade.

Por exemplo, se perguntarmos aos nossos alunos o que eles sabem sobre os sentidos paladar e olfato, com certeza escutaremos respostas que são os sentidos importantes para sentirmos o gosto e o cheiro das coisas. Todos irão concordar que são sentidos fundamentais para nossa sobrevivência, mas provavelmente muitos não saberão que as explicações dessas percepções envolvem Química.

A temática dos sentidos é muito rica conceitualmente. Investigar as características necessárias das moléculas que entram em contato com os receptores da língua e do nariz para que dessa interação sejam produzidas as sensações de gostos, cheiros e aromas, possibilita a abordagem de muitos conteúdos de Química. Portanto, envolver o estudo dos sentidos nas aulas é uma alternativa que, além de despertar o interesse e a curiosidade, faz parte do cotidiano dos estudantes e pode contribuir para a aprendizagem significativa.

O paladar e o olfato são classificados como sentidos químicos. Os órgãos sensoriais desses sentidos, a língua e o nariz, possuem receptores, denominados quimiorreceptores que detectam substâncias químicas. As células sensoriais gustativas nos proporcionam o conhecimento sobre os gostos, as olfatórias sobre o cheiro/odor das coisas². O sabor do alimento é resultado da combinação do gosto e do odor, ou seja, a mistura das duas sensações (paladar e olfato). Assim, o paladar e o olfato atuam conjuntamente informando as características dos sabores dos alimentos ao nosso cérebro.

As sensações que são obtidas pelos dois sentidos dependem fortemente das estruturas e das propriedades físico-químicas das espécies químicas que irão ativar os quimiorreceptores. No caso do paladar, deve-se ter conhecimento sobre a propriedade de solubilidade e, para entender o olfato, a principal propriedade a ser

estudada é a volatilidade. As interações intermoleculares entre as moléculas do alimento e os quimiorreceptores influenciam diretamente nessas propriedades.



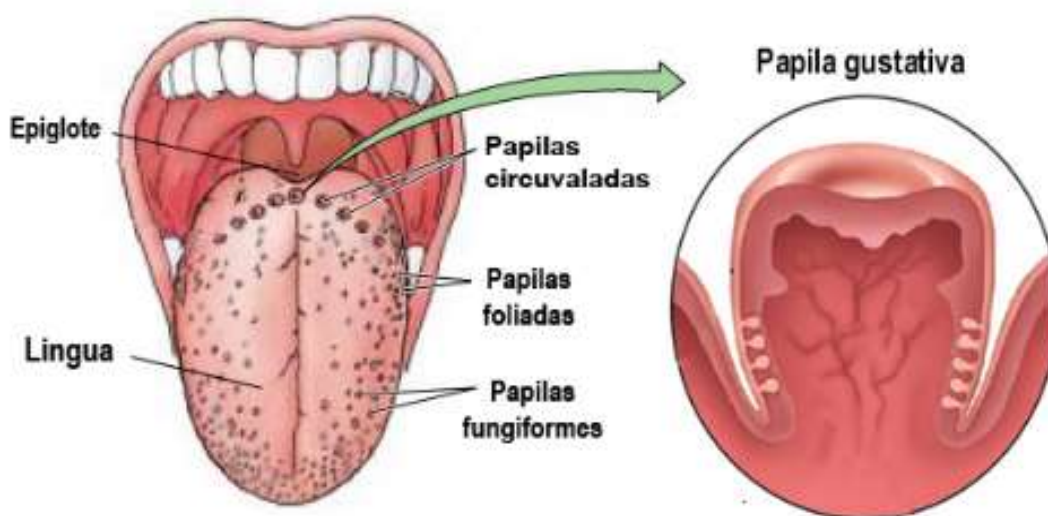
Dica! Professor(a), aqui você tem a oportunidade de trabalhar de forma interdisciplinar, uma vez que os sentidos são estudados em Biologia. Assim, junto com o(a) professor(a) da disciplina vocês poderão programar aulas bem dinâmicas sobre o funcionamento dos sentidos.

3.1. O PALADAR E AS SENSAÇÕES DE GOSTOS

O paladar é o sentido que está relacionado a percepção de vários aspectos dos alimentos sólidos e líquidos que ingerimos, como gosto, textura, temperatura.

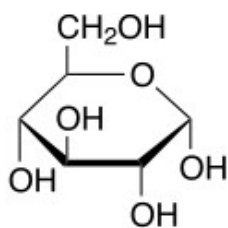
A língua é o principal órgão desse sentido e sobre sua superfície estão espalhadas quase a totalidade das papilas gustativas.

A ativação da percepção de gostos ocorre quando substâncias presentes nos alimentos se dissolvem na saliva e atingem os receptores localizados nas papilas gustativas. Essa interação entre as substâncias do alimento e as células receptoras geram impulsos nervosos que são levados a uma região específica do cérebro e traduzidos em um dos gostos que somos capazes de identificar.

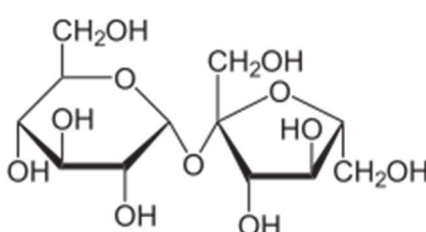


O ser humano é capaz de identificar cinco gostos básicos: o doce, o amargo, o salgado, o azedo e o umami. Cada gosto está associado a uma ou algumas classes de substâncias químicas que causam as sensações.

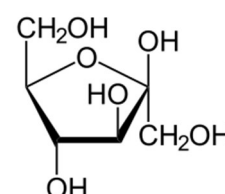
O gosto doce é causado por diversas classes de substâncias, sendo a grande maioria orgânicas. Geram o gosto doce vários carboidratos, como os açúcares sacarose, glicose e frutose. Alguns poliálcoois presentes em certas frutas também são doces, como o eritritol, o xilitol e o sorbitol. Entre os adoçantes artificiais, há moléculas com estruturas bem variadas, por exemplo o aspartame e a sucralose. Sais como o ciclamato de sódio, o acessulfame-K e a sacarina sódica são mais doces que a sacarose.



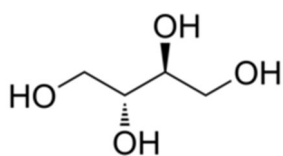
Glicose



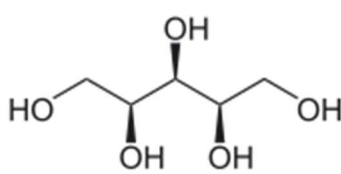
Sacarose



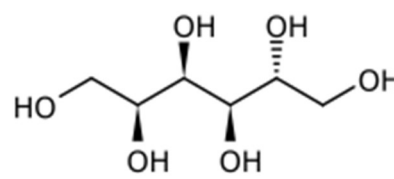
Frutose



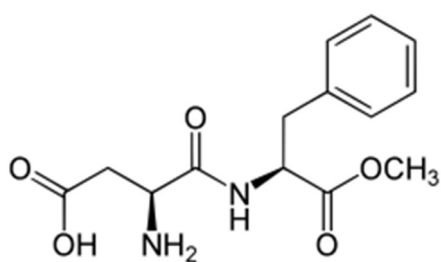
Eritritol



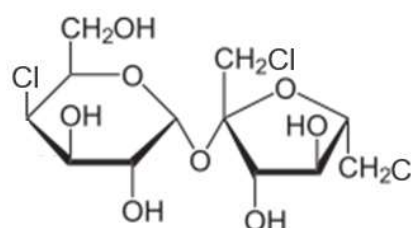
Xilitol



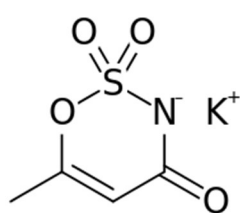
Sorbitol



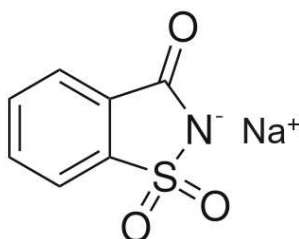
Aspartame



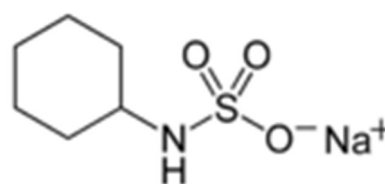
Sucralose



Acessulfame-K

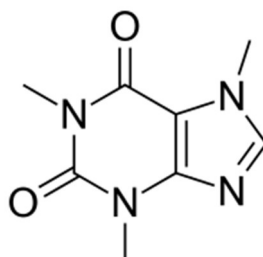


Sacarina sódica



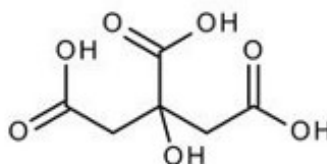
Ciclamato de sódio

O amargo está associado à percepção de substâncias potencialmente tóxicas na natureza, como a maioria dos alcalóides (compostos orgânicos que possuem um átomo de nitrogênio incorporado à cadeia heterocíclica). Nem todos os alcalóides são tóxicos para seres humanos, mas normalmente afetam uma gama de seres vivos, sendo parte da defesa de muitas plantas contra os seus possíveis consumidores. A cafeína é um exemplo de alcaloide presente em alimentos que, em doses usuais de consumo diário não causa problemas. Mas, até a cafeína tem uma dose limite a partir da qual se torna uma toxina³.



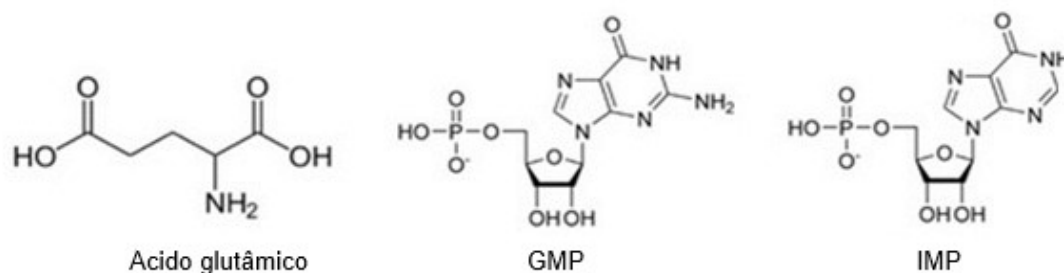
Cafeína

O gosto salgado deve-se à presença de sais inorgânicos, especialmente o cloreto de sódio. O azedo é caracterizado pela presença de íons H^+ (na verdade, H_3O^+) provenientes da ionização de ácidos orgânicos em água. Um exemplo é o ácido cítrico, presente no limão e na laranja.



Acido cítrico

Umami, em japonês, significa saboroso ou delicioso. Este gosto está relacionado principalmente a três substâncias: o ácido glutâmico (aminoácido) e os nucleotídeos monofosfato de inosina (IMP) e monofosfato de guanósina (GMP). O gosto umami é particularmente percebido em proteína animal, como carne, queijos curados e frutos do mar, mas também em alimentos de origem vegetal, como tomate e algas marinhas⁴.



Ao contrário do que se imaginava, na língua não há detecção dos gostos em regiões específicas. Pensava-se que o gosto doce seria sentido na ponta, o azedo e salgado nas laterais e o amargo no fundo da língua. Estudos atualizados, mostram que os receptores sensoriais que detectam os gostos estão em papilas gustativas espalhadas por toda a língua⁵. No entanto, é fato que no fundo da língua há mais detectores do gosto amargo, por exemplo. Assim, há regiões da língua onde a percepção de cada gosto pode ser mais ou menos intensa.



Disponível em: <https://www.saberatualizado.com.br/2018/02/a-lingua-possui-um-mapa-de-gostos.html>



Dica! Professor(a), você pode aproveitar esse tópico para revisar as funções inorgânicas, especialmente para os sabores azedo e salgado.



Saiba mais

A condição de perda de paladar é chamada de ageusia.

As papilas gustativas se renovam continuamente ao longo da vida de uma pessoa (10 a 14 dias). Mas à medida que as pessoas envelhecem, o número de papilas diminui e estas tornam-se menos sensíveis à capacidade de sentir os gostos doce e salgado em comparação ao azedo e amargo. Por isso, para os idosos, muitos alimentos, passam a ter o gosto mais amargo.

Fonte: <https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/dist%C3%BArbios-do-ouvido,-nariz-e-garganta/sintomas-de-dist%C3%BArbios-do-nariz-e-da-garganta/considera%C3%A7%C3%B5es-gerais-sobre-dist%C3%BArbios-do-olfato-e-do-paladar>

A descoberta inesperada de alguns adoçantes

Alguns adoçantes artificiais foram descobertos acidentalmente. O ciclamato, adoçante artificial usado em diversos alimentos e bebidas, foi descoberto em 1937 por Michael Sveda que trabalhava em um laboratório na síntese de medicamentos contra a febre. Sveda, teria encostado o cigarro na bancada do laboratório e ao colocar novamente na boca sentiu o sabor doce do ciclamato. O ciclamato tem poder adoçante 30 vezes maior que a sacarose. Já o aspartame foi descoberto em 1965 pelo químico James M. Schlatter, que estava pesquisando em remédio contra a úlcera e não percebeu que algumas gotas da mistura que estava manipulando haviam caído fora do frasco. Um pouco mais tarde, ao lambe o dedo para pegar uma folha de papel, percebeu um gosto muito doce. Se questionando sobre a última vez que tinha lavado as mãos, Schlatter ligou os fatos e percebeu que a origem do gosto só poderia ser do frasco utilizado no experimento. Assim foi descoberto o aspartame, que adoça 160 vezes mais do que o açúcar comum.

Fonte:

https://www1.ibb.unesp.br/Home/Graduacao/ProgramadeEducacaoTutorial-PET/Descobertas_inesperadas.pdf

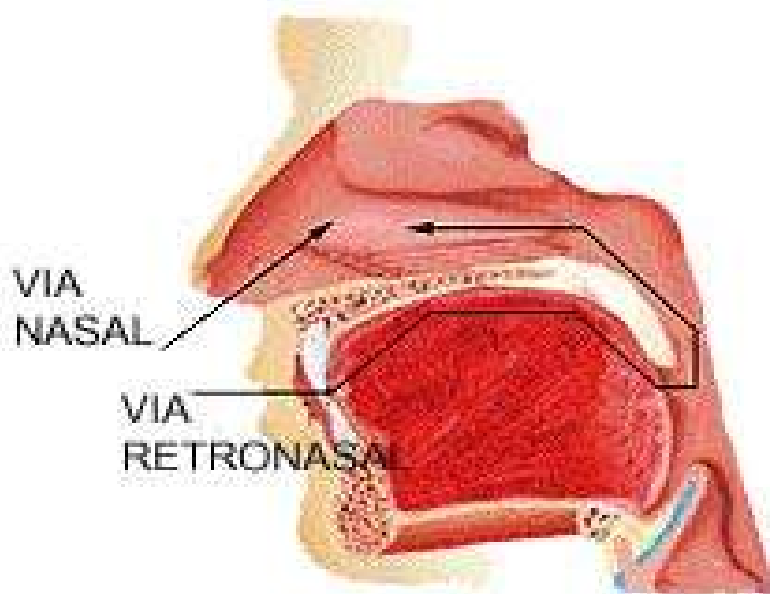
3.2. O OLFATO E AS SENSAÇÕES DE ODORES E AROMAS

O olfato é um sentido imprescindível para proteção, memória e prazer dos seres vivos. Ele é responsável por caracterizar o odor das coisas e por auxiliar nas sensações gustativas na percepção dos aromas. Conseguimos detectar diversos odores e aromas por meio do estímulo sensitivo de nosso sistema olfativo devido à presença de substâncias voláteis no ar e nos alimentos.

O nariz é o órgão sensorial do olfato e contém milhões de receptores localizados no epitélio olfativo: um pedaço de tecido presente na cavidade nasal com receptores neurais. As células olfativas possuem cílios em uma camada de muco.

As substâncias odorantes deslocam-se através do muco até os cílios das células olfativas e encontram receptores específicos. Quando ambos se encaixam, as células sensoriais geram impulsos nervosos que são enviados para o cérebro e assim, a interpretação ocorre².

As respostas das interpretações são chamadas odores, quando as substâncias voláteis são aspiradas, ou seja, entram pela cavidade nasal. Mas o olfato também é ativado quando substâncias voláteis chegam pela via retronasal, pela boca, a partir da mastigação. Essa percepção é chamada de aroma.



Disponível em: <https://www.duasrodas.com/blog/sensorialidade-o-incrivel-universo-dos-5-sentidos-na-alimentacao/>

Então, odor é quando sentimos o cheiro de algo que está fora do nosso corpo, no ambiente, e o aroma é de algo que está dentro da cavidade oral, ou seja, quando percebemos o cheiro de algo que estamos comendo, mastigando.

Os sentidos estão intimamente ligados e a combinação do paladar e olfato resulta na percepção do sabor. Podemos distinguir uma enorme variedade de odores e aromas, mas só conseguimos detectar cinco gostos. Logo, através do paladar só reconhecemos, por exemplo, que um bolo é doce e um hambúrguer é salgado. Com os dois sentidos juntos conseguimos diferenciar um bolo de laranja de um bolo de limão, pois os aromas são diferentes.

Quando ficamos resfriados percebemos que os alimentos ficam “sem gosto”. Na verdade, o alimento está “sem aroma”, pois com as vias nasais congestionadas não conseguimos ter as percepções olfativas de odor e aroma e apenas o gosto é detectado.



Saiba mais

A condição de perda do olfato é chamada de anosmia.

Mulheres: olfato apurado

Um estudo realizado por pesquisadores brasileiros mostrou que, em geral, as mulheres têm habilidades mais apuradas para a identificação de aromas. Em comparação com os homens, as mulheres têm de 40% a 50% mais células no bulbo olfatório, região cerebral responsável pelo processamento de cheiros, odores e aromas.

Fonte: <https://cienciahoje.org.br/mulheres-olfato-apurado/>

Memória Olfativa

O olfato está diretamente ligado a uma área do cérebro chamada sistema límbico – parte do cérebro onde se concentram as memórias e local onde surgem as emoções. É por isso que ao sentir um determinado cheiro, as lembranças são ativadas. Os cheiros das experiências positivas são fixados na memória e trazem aconchego, afetividade, como o cheiro de comida da casa de vó, o perfume das rosas. Em contrapartida, o comportamento de afastamento a cheiros desagradáveis é uma resposta adaptativa extremamente importante para a sobrevivência. Cheiros de gás, fumaça, poluentes, comida estragada, substâncias tóxicas e forte odor corporal podem provocar emoções de repulsa, medo e nojo.



Fonte: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/47/47135/tde-14102021-193754/publico/goncalves_corrigida.pdf

Treinamento do olfato

O olfato de uma pessoa se desenvolve com treino. Quanto mais diferenciadas forem as experiências olfativas de uma pessoa, mais capacidade ela terá de distinguir odores e aromas. Existem pessoas que são especializadas em detectar odores e aromas. Os provadores de vinho e os perfumistas são um exemplo. Esses profissionais têm uma memória altamente desenvolvida para detectar essas sensações.

Fonte: <https://www.duasrodas.com/blog/sensorialidade-o-incrivel-universo-dos-5-sentidos-na-alimentacao/#olfato>

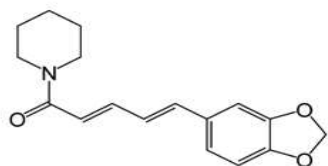
3.3. AS SENSACIONES DE DOR, FRIO E ADSTRINGÊNCIA

Além das células gustativas responsáveis por detectar os gostos, na língua, existem também receptores que são sensíveis a outros estímulos, como dor, frio e adstringência.

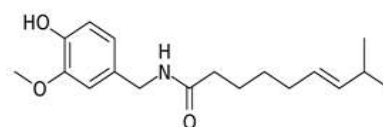
Na pimenta do reino, a piperina é um exemplo. Essa substância estimula os receptores sensíveis à dor, assim como a capsaicina presente nas pimentas vermelhas, e a zingerona que é um componente do gengibre.

O mentol, utilizado para dar sabor a balas, chicletes, estimula os receptores que provocam a sensação de frio.

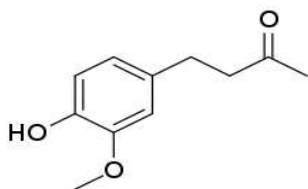
A sensação de adstringência é percebida quando compostos fenólicos, como o ácido tânico, interagem com os receptores e causam secura ou enrugamento na boca. Os frutos, quando verdes, possuem uma alta concentração desses compostos, causando uma maior adstringência.



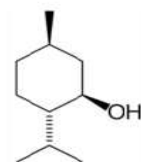
Piperina



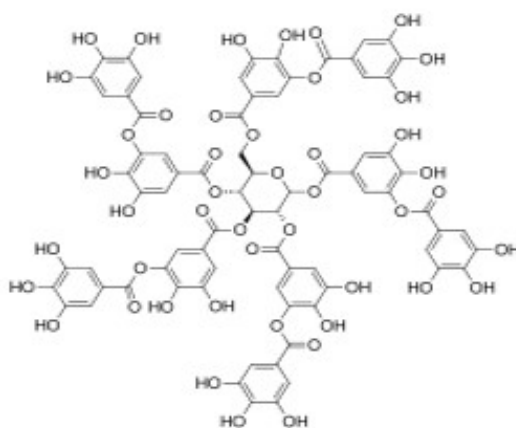
Capsaicina



Zingerona



Mentol



Acido tânico



Saiba mais

O “apimentado” não é um gosto. Não existe um receptor específico para a capsaicina – substância presente nas pimentas e que é responsável pela ardência. Essa substância estimula, os chamados nociceptores (receptores da dor), e a sensação é de intensa queimação. As plantas desse gênero utilizam isso como forma de defesa contra predadores naturais, mas vários de nós apreciamos a sensação picante dos alimentos.

Fonte: <https://alimentossemmitos.com.br/quimica-do-paladar-entenda-como-e-por-que-sentimos-o-sabor-dos-alimentos>



Apesar de normalmente serem usadas como sinônimos, as definições de gosto e sabor são diferentes. O gosto restringe-se aos cinco gostos básicos salgado, azedo, amargo, doce e umami. O sabor é uma sensação bastante complexa que leva em consideração outros sentidos, além do paladar.

O sabor é uma experiência que envolve as sensações olfativas, gustativas e táteis percebidas durante a degustação, ou seja, é a junção dos gostos com os aromas, texturas e a temperatura.

O nosso cérebro faz a interpretação de todas essas sensações ao mesmo tempo. Não é incrível?

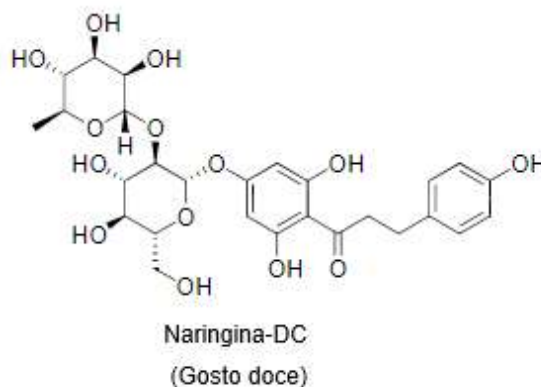
4. CARACTERÍSTICAS DAS SUBSTÂNCIAS RESPONSÁVEIS PELOS GOSTOS, ODORES E AROMAS

Para que possamos sentir o gosto do alimento, é preciso que as moléculas que provocam a sensação atendam a um critério inicial: a **solubilidade** em água. A saliva deixa a língua constantemente úmida. Além disso, os alimentos também podem conter água. Assim, as moléculas dos alimentos responsáveis pelos gostos dissolvidas em água interagem com os receptores, estimulando-os.⁴

Além da solubilidade, as **interações intermoleculares** com os receptores são muito importantes para percepção do gosto. As moléculas dos alimentos normalmente possuem em suas estruturas grupos com átomos mais eletronegativos, especialmente oxigênio ou nitrogênio ligados a hidrogênios. Os grupos O–H e N–H interagem fortemente com os receptores da língua por meio de ligações de hidrogênio, sobretudo as substâncias que evocam os gostos doce, amargo e umami. Além das ligações de hidrogênio, outras interações dipolo-dipolo ou mesmo forças de dispersão (tipo London ou Debye) também ocorrem entre as moléculas e os receptores na língua. É o conjunto de interações que gera os sinais dos respectivos gostos.

As substâncias responsáveis pelo gosto salgado e azedo apresentam íons que interagem via canais de íons.

Pequenas diferenças na estrutura da molécula podem alterar completamente o gosto³. Veja por exemplo, os gostos percebidos pela presença dos flavonoides representados abaixo.



A naringina é um composto amargo presente em frutos cítricos. Esta substância está presente em maior quantidade na toranja, também conhecida como *grapefruit*, que é bastante amarga.

Por outro lado, a presença da narirutina não é percebida pela língua. Diz-se que esse composto é insípido (não tem gosto). Observe que a única diferença entre as duas estruturas é o modo como os anéis de glicose e ramnose (à esquerda nas figuras acima) se ligam. Esta alteração já não permite mais que a narirutina se encaixe perfeitamente nos receptores da língua.

Curiosamente, a abertura do anel central da naringina gera uma substância de sabor intensamente doce, a naringina-DC. Essa mudança na estrutura permite que essa di-hidrochalcona interaja fortemente com outros receptores, que sinalizam o gosto doce. A naringina-DC é um adoçante artificial mais de 300 vezes mais doce que a sacarose, o açúcar comum.

E as sensações de odores e aromas?

As substâncias odorantes e aromatizantes que estimulam os quimiorreceptores precisam ser **voláteis**, para alcançarem o nariz e também precisam ser solúveis no muco que reveste a região olfativa⁷.

Logo, as moléculas de odor/aroma devem ter ao menos uma parte hidrossolúvel, pois o muco é uma solução aquosa de proteínas e carboidratos e uma parte lipossolúvel, pois os receptores são compostos principalmente lipídicos⁷.

Assim, para entender como certas moléculas conseguem ativar esses sentidos e outras não, é preciso compreender principalmente sobre essas propriedades e interações intermoleculares.



Dica: Se a sequência temática estiver sendo trabalhada na 3ª série do ensino médio, os alunos já compreendem os conceitos abordados e servirá como uma revisão.

4.1. INTERAÇÕES INTERMOLECULARES

Interações intermoleculares são as forças exercidas para manter duas ou mais moléculas unidas. As forças intermoleculares são classificadas como forças dipolo-dipolo, dispersão de London ou ligação de hidrogênio. O conjunto de forças intermoleculares pode ser nomeado também de Forças de Van der Waals⁹. Outro tipo de força atrativa, a força íon-dipolo, é importante em soluções contendo íons. Todas as quatro forças são eletrostáticas por natureza, envolvendo atrações entre espécies positivas e negativas.

Força íon-dipolo

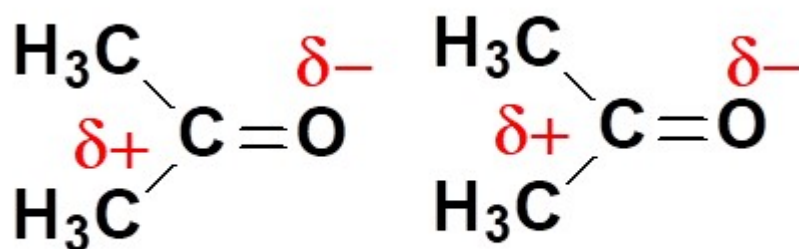
Ocorre entre íons e moléculas polares. Essas são observadas nas soluções de substâncias iônicas ou ionizáveis em solventes moleculares. As interações íon-dipolo são, geralmente, mais intensas que as interações intermoleculares típicas.

Ex: Solução de NaCl em água.

Dipolo- Dipolo

São forças de intensidade média e ocorrem entre moléculas polares. Essa interação se dá de tal forma que o átomo ou grupo de átomos com caráter parcial negativo de uma molécula é atraído pelo átomo ou grupo com caráter parcial positivo da outra molécula.

Ex: Interação presente entre moléculas de acetona. O oxigênio (polo negativo) de uma molécula atrai os grupos metila (polo positivo) da molécula vizinha.



Interação dipolo-dipolo

Ligação de hidrogênio

É um tipo especial de interação dipolo-dipolo, porém de maior intensidade. Ocorre quando a molécula apresenta ligações covalentes muito polares como H-F, H-O ou H-N, que causarão grande atração a um íon ou átomo pequeno e eletronegativo que esteja próximo (geralmente um átomo de F, O ou N em outra molécula).

Ex: Etanol

Forças de dispersão de London

(Dipolos induzidos)

São forças de fraca intensidade e as únicas que ocorrem entre moléculas apolares. O movimento constante dos elétrons faz com que a molécula apolar adquira dipolos instantâneos ficando uma região com carga parcial positiva e outra região com carga parcial negativa. A molécula em que se formou o dipolo induz as outras moléculas vizinhas a formar dipolos também, dando origem a uma pequena força de atração eletrostática entre elas. As forças de dispersão ocorrem entre todas as moléculas, não importa se elas são polares ou apolares.

Ex: I₂

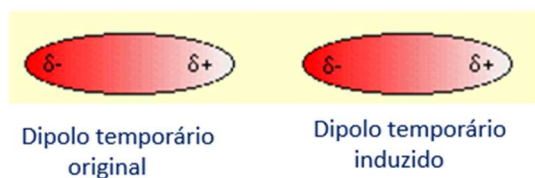
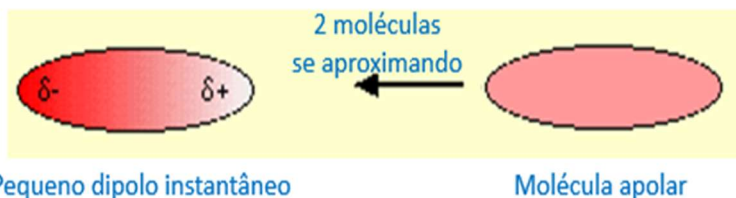
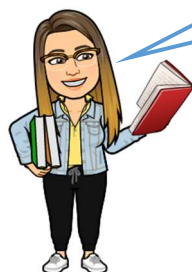
Ligação de hidrogênio



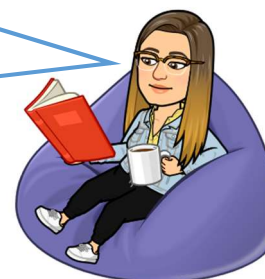
Dica: Professor(a), uma forma de revisar as interações intermoleculares pode ser usando tirinhas e quadrinhos, como é mostrado abaixo.

Vejamos como ocorrem as interações envolvendo dipolos induzidos.

O movimento dos elétrons faz com que a molécula apolar adquira dipolos instantâneos.



Um dipolo instantâneo pode induzir outro dipolo instantâneo em uma molécula vizinha e assim sucessivamente, dando sequência ao efeito.



O momento de dipolo instantâneo varia o tempo todo, tanto em intensidade, quanto em sentido. Essas interações são as mais fracas e ocorrem em todas as moléculas, polares ou apolares.



4.2. SOLUBILIDADE

A solubilidade indica a quantidade de soluto que pode ser dissolvida em uma determinada quantidade de solvente a dada temperatura.

As substâncias são capazes de se dissolver em determinados solventes, mas não em todos. Isso se deve à capacidade de o soluto interagir e ser rodeado por moléculas do solvente. Também depende do quanto as moléculas do soluto estão presas umas às outras, pois é preciso que as moléculas do soluto desfaçam suas interações intermoleculares para interagir com o solvente. Quando isso ocorre dizemos que a substância é solúvel no solvente. Normalmente há um limite de solubilidade, a partir do qual a solução fica saturada e já não é mais possível acrescentar soluto e este permanecer na solução. Formam-se duas fases. Um exemplo disso é a solubilidade da sacarose em água. Quando você vai adoçar um suco, inicialmente todo açúcar adicionado se dissolve. Mas, a partir de uma certa quantidade, o que vai sendo adicionado se deposita no fundo do recipiente, pois a solução já ficou saturada.

Quando a solubilidade é plena, ou seja, quando duas substâncias formam uma única fase independente das quantidades adicionadas, diz-se que são miscíveis. Um exemplo desse caso são soluções de água e etanol.

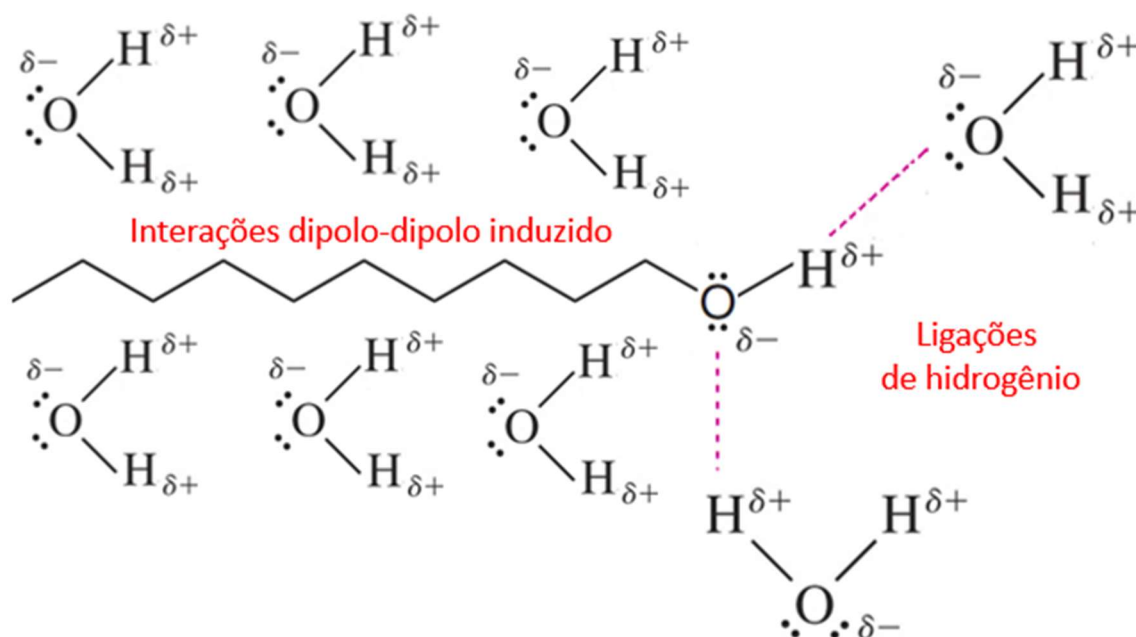
A solubilidade é uma propriedade que está relacionada com as interações intermoleculares, polaridade e tamanho da cadeia carbônica das moléculas orgânicas.

Por exemplo, a solubilidade de um composto A em um solvente B é influenciada pelas interações intermoleculares que ocorrem entre as moléculas de A, entre as moléculas de B, e as interações entre A e B. Se as interações entre A e B forem tão intensas quanto A---A e B---B, é provável que A seja bastante solúvel em B. Mas, se as interações entre as moléculas do soluto, ou entre as moléculas do solvente forem mais intensas que as existentes na mistura A---B, então espera-se uma solubilidade baixa de A em B.

Uma regra muito utilizada é a comparação da solubilidade do soluto e do solvente. Substâncias polares tendem a se dissolver em líquidos polares e substâncias apolares, em líquidos apolares. Entretanto, isto é apenas uma avaliação qualitativa, que não nos permite prever exatamente o valor da solubilidade pela simples comparação de polaridades.

Outra regra útil é avaliar o tamanho da cadeia de um composto orgânico quando se deseja prever sua solubilidade em água. O aumento da cadeia carbônica diminui a solubilidade do composto em água. Um dos motivos é o aumento da atração soluto-soluto devido a forças de dispersão (tipo London) mais intensas e à pequena atração entre a cadeia carbônica pouco polar e as moléculas de água.

Por exemplo, enquanto o metanol, etanol e propanol são miscíveis com a água, a partir de cadeias de quatro carbonos a solubilidade de álcoois já apresenta limites. Por exemplo, em um litro de água é possível dissolver qualquer quantidade de etanol, mas apenas cerca de 73 g de butanol. O decanol será ainda menos solúvel (0,037 g em 1 litro de água, a 20°C). A figura abaixo ilustra as interações entre o decanol e a água. Apesar de haver ligações de hidrogênio entre o soluto e o solvente na região onde se encontra a hidroxila do álcool, ao longo da cadeia as interações são bem mais fracas que as interações originais água-água, cadeia-cadeia, explicando assim a baixa solubilidade.



4.3. VOLATILIDADE

A volatilidade é a capacidade que as moléculas possuem de passar do estado líquido para o estado gasoso e a facilidade dessa transição. Portanto, é também uma função das interações intermoleculares. Quanto mais forte a interação entre as

moléculas, menos volátil será a substância. Isso ocorre porque as moléculas são tão atraídas umas pelas outras, que se torna mais difícil afastá-las e passar a substância para o estado gasoso. Por outro lado, os compostos muito voláteis, que passam do estado líquido para vapor facilmente, apresentam interações intermoleculares fracas.

O somatório das interações intermoleculares define o grau de coesão intermolecular de uma substância, e, assim, define a energia necessária para separação, o que irá refletir na volatilidade da substância.

5. AROMATIZANTES

Os aromas, compõem grande parte do sabor dos alimentos e aumentam sua aceitabilidade. Por isso a indústria alimentícia investe muito em pesquisas com esses produtos. Mas é importante destacar que normalmente os aromatizantes não são nutritivos¹⁰.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define os aromatizantes como substâncias ou misturas de substâncias com propriedades odoríferas e/ou sápidas (relativas ao sabor) que são capazes de conferir ou intensificar o aroma e/ou o sabor dos alimentos¹¹.

Os aromatizantes são classificados como naturais ou sintéticos, conforme os processos de obtenção. Os aromatizantes sintéticos ainda são subdivididos entre os idênticos ao natural e os artificiais.

Os aromas artificiais são mais viáveis economicamente, porque os sabores e os aromas naturais são misturas complexas e difíceis de serem extraídas das plantas.

Os aromatizantes podem ter estruturas e funções químicas variadas, havendo ácidos carboxílicos, cetonas, aldeídos, álcoois, ésteres e hidrocarbonetos insaturados conhecidos como terpenos. A maioria dos aromatizantes são substâncias orgânicas do grupo dos ésteres.



Professor(a), nesse tópico você precisará de um número maior de aulas para explicar as funções orgânicas. É importante que os alunos saibam identificar os grupos funcionais das substâncias que conferem aroma aos produtos apresentados.

Dica! Professor(a), aqui você também pode trabalhar a interdisciplinaridade com o professor de História, com uma aula sobre a origem das essências.



Saiba mais

Como é feito o aroma de baunilha?

O que muitas pessoas não sabem é que a grande maioria dos produtos “sabor baunilha” que encontramos no mercado não tem a planta como ingrediente: estima-se que apenas 1% seja feito com a fava verdadeira. Isso porque sua produção é trabalhosa, tornando-a uma iguaria caríssima, com preços que chegam a milhares de reais por quilo.

Os produtos mais acessíveis com esse sabor são produzidos com essências sintéticas – feitas, geralmente, a partir do álcool de árvores madeireiras. Nos laboratórios, é possível reproduzir a vanilina, uma das mais de 170 substâncias que formam o verdadeiro óleo de baunilha.



Fonte: [https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/entenda-de-
onde-vem-o-aroma-de-baunilha-e-como-ele-e-feito/](https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/entenda-de-onde-vem-o-aroma-de-baunilha-e-como-ele-e-feito/)

Óleos essenciais

Os óleos essenciais servem para muitos propósitos e são utilizados em diversos setores – desde a indústria alimentícia até a cosmética, passando pela indústria química e farmacêutica.

Constituídos de substâncias voláteis, os óleos essenciais podem ser sintetizados em diferentes partes da planta como brotos, flores, folhas, caules, galhos, sementes, frutos, raízes, madeira ou casca. O método mais utilizado para extração de óleos essenciais é a destilação a vapor. Nela, o vapor d'água passa pelos tecidos da matéria prima vegetal e extrai o óleo por arraste.

Fonte: <https://alimentossemmitos.com.br/como-sao-obtidos-os-oleos-essenciais-e-para-que-servem>



Professor(a), você pode mostrar um vídeo para que os alunos entendam o método de extração por arraste para obtenção de óleos essenciais.

Sugestão: https://www.youtube.com/watch?v=L_2nPyr-Pfw

5.1. FUNÇÕES ORGÂNICAS

Funções orgânicas são os grupos ou conjuntos de compostos orgânicos que têm propriedades e reatividades específicas e semelhantes. Essas propriedades aparecem devido a presença de grupos funcionais que são arranjos característicos de átomos, ou seja, grupos de átomos ligados.

Aqui serão apresentados resumidamente os hidrocarbonetos e as funções oxigenadas por serem as funções orgânicas presentes nas substâncias responsáveis pelos aromas característicos de alguns produtos utilizados na nossa alimentação e que são citados nesse material.

Vale destacar, que nem sempre é uma única substância que confere o aroma aos produtos. Normalmente são várias. Como também as substâncias podem apresentar funções mistas.

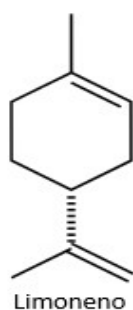
- **Hidrocarbonetos**

Compostos formados por cadeias de carbono e hidrogênio de fórmula geral C_xH_y . Nesse grupo estão incluídos os alcanos, alcenos, alcadienos, cicloalcanos, cicloalcenos e aromáticos.

Os hidrocarbonetos são apolares, logo, não são solúveis em água. Por serem compostos apolares, as interações intermoleculares são mais fracas, denominadas forças de dispersão de London.

Com relação à nomenclatura, os hidrocarbonetos recebem o sufixo -o. A União Internacional de Química Pura e Aplicada – IUPAC, determina as regras de nomenclatura dos compostos, fazendo-se necessário: identificar a cadeia principal, identificar insaturações e determinar suas posições, identificar ramificações e determinar suas posições.

Os hidrocarbonetos estão presentes em diversos produtos que utilizamos no dia a dia e os que estão relacionados a alimentos são principalmente os chamados terpenos. Estes são alcenos naturais e estão presentes em plantas. Suas cadeias carbônicas têm um número de carbonos múltiplo de 5, sendo os menores os monoterpenos, com dez carbonos na cadeia. Os terpenos estão presentes em muitos óleos essenciais. Um exemplo é o limoneno (aroma de frutas cítricas), que pode ser obtido de cascas de laranjas por destilação por arraste de vapor.



- **Álcoois**

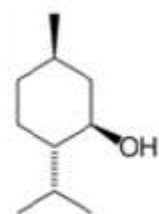
Função caracterizada pela presença do grupo hidroxila –OH ligado diretamente a um átomo de carbono saturado.

Os álcoois podem ser classificados quanto ao número de hidroxilas e quanto ao tipo de carbono primário, secundário ou terciário em que a hidroxila está ligada, sendo então, um álcool primário, secundário ou terciário.

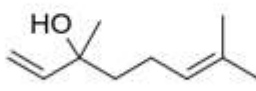
Álcoois são compostos polares devido a presença da hidroxila. Suas moléculas são atraídas entre si e por moléculas de água por meio de ligações de hidrogênio. No entanto, se o álcool apresenta cadeia carbônica extensa sua solubilidade em água é diminuída.

A nomenclatura dos álcoois é semelhante à dos hidrocarbonetos e utiliza-se o sufixo –ol. A numeração da cadeia carbônica inicia-se pela extremidade mais próxima da hidroxila.

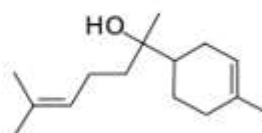
Na área de alimentos podemos citar o mentol, encontrado na hortelã e utilizado na produção de balas e chicletes; o linalol, presente no manjeriço e em muitas outras espécies de plantas, e o bisabolol que é o constituinte principal do óleo essencial da camomila.



Mentol



Linalol



Bisabolol

- **Aldeídos**

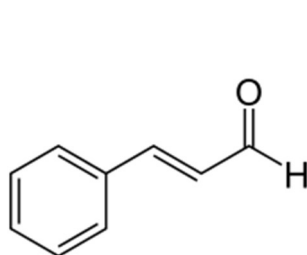
Compostos que possuem um átomo de hidrogênio ligado ao grupo carbonila. O grupo funcional sempre aparece na extremidade da cadeia carbônica.

Moléculas deste grupo atraem-se por meio de interações dipolo-dipolo e devido à presença da carbonila realizam com a água ligações de hidrogênio, sendo solúveis em água os aldeídos com cadeias de até cinco átomos de carbono.

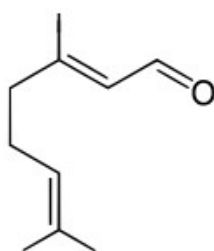
A nomenclatura desses compostos baseia-se no emprego da terminação -al precedida do nome do hidrocarboneto ligado ao grupamento aldeído.

Os aldeídos com cadeias menores possuem cheiro forte e irritante, porém, à medida que se aumenta o tamanho da cadeia, eles passam a ter aromas agradáveis e possuem aplicações diversas.

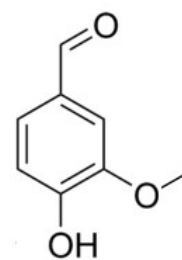
Como aromatizantes, aldeídos de relevância para a indústria são o cinamaldeído, que confere odor e sabor característicos da canela, o citral, principal constituinte do capim-limão e a vanilina (substância que possui mais de uma função orgânica) natural ou sintética principal componente da essência ou aroma de baunilha.



Cinamaldeído



Citral



Vanilina

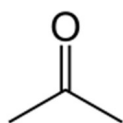
- **Cetonas**

São compostos que possuem o grupo carbonila entre carbonos.

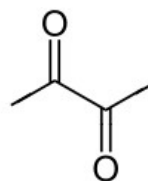
Na nomenclatura, segue-se as regras dos hidrocarbonetos e utiliza-se o sufixo -ona com a posição da carbonila designada numericamente.

Assim como acontece com os aldeídos, a interação intermolecular entre cetonas é do tipo dipolo-dipolo e devido à presença da carbonila elas realizam ligações de hidrogênio com a água. As cetonas líquidas que possuem cadeias de até cinco carbonos são parcialmente solúveis em água, enquanto que a propanona, principal cetona de uso comercial é totalmente solúvel (miscível).

Algumas cetonas têm ampla aplicação na indústria por serem substâncias constituintes de óleos essenciais. Como aromatizante na indústria de alimentos, a butano-2,3-diona, também conhecida como diacetil é o composto responsável por dar o aroma e o sabor amanteigado a algumas pipocas de micro-ondas.



Propanona



Butano-2,3-diona

- **Ácidos carboxílicos**

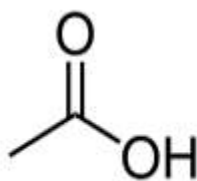
São substâncias que possuem uma hidroxila ligado a uma carbonila. O grupo funcional completo é chamado de carboxila.

Os ácidos carboxílicos são compostos polares. Suas moléculas se atraem principalmente por meio de ligações de hidrogênio. O grupo carboxila dos ácidos também faz ligações de hidrogênio com a água.

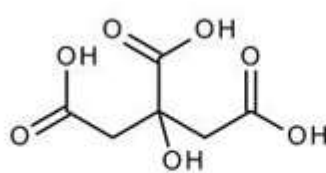
Os ácidos carboxílicos com cadeias de até quatro átomos de carbono são miscíveis em água em qualquer proporção e, nos ácidos maiores, a solubilidade decresce.

Na nomenclatura oficial dos ácidos carboxílicos utiliza-se a palavra ácido seguida do nome do hidrocarboneto correspondente e o sufixo –oico. Um exemplo é o ácido etanóico, cujo nome usual é ácido acético. O ácido acético é o principal constituinte orgânico do vinagre, possui odor forte e é usado em temperos na cozinha.

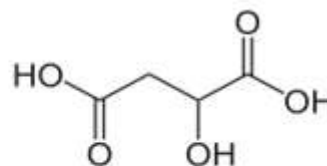
Alguns ácidos presentes naturalmente em frutas têm aplicabilidade industrial para realçar o gosto ácido (acidulantes) e o aroma de alguns produtos (aromatizantes). Podemos citar o ácido cítrico presente em frutas cítricas como a laranja e o limão, ácido málico presente na maçã e outros frutos como a pêra, ácido tartárico, encontrados nas uvas, e adicionados em produtos como doces, sucos e refrigerantes.



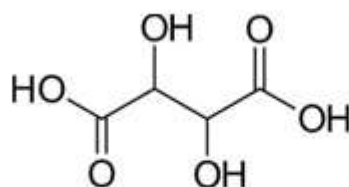
Acido acético



Acido cítrico



Acido málico

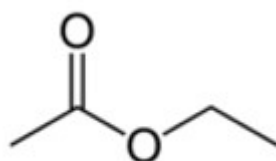


Acido tartárico

- **Ésteres**

O grupo funcional dos ésteres também é a carboxila. Porém em um dos lados, em vez de uma hidroxila, o oxigênio se liga a uma cadeia carbônica.

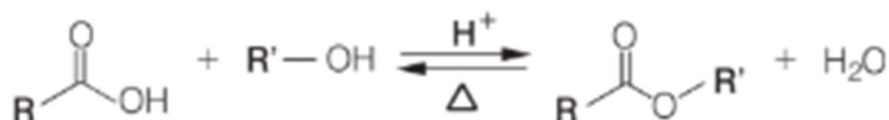
Os nomes dos ésteres são baseados nos ácidos dos quais podem ser obtidos substituindo a terminação – ico do ácido por –ato, seguido da preposição de e o nome do substituinte do hidrogênio da hidroxila, terminado em –ila. Por exemplo, o éster abaixo é chamado de etanoato de etila.



Etanoato de etila

Os ésteres são pouco solúveis em água. Os de cadeia curta são um pouco solúveis devido à realização de ligações de hidrogênio, mas são exceções. Por exemplo, a 20°C, 87 g de etanoato de etila se dissolvem em 1L de água.

Os ésteres são compostos que podem ser encontrados comumente em frutas. Podem ser sintetizados por uma reação química entre um álcool e um ácido carboxílico, na presença de catalisador ácido, conforme o esquema:



Reação de esterificação catalisada por ácido onde R₁ e R₂ são grupos alquila, alquenila ou arila variados.

Os ésteres são os mais importantes e mais utilizados na indústria de alimentos como aromatizantes. A seguir, são apresentadas a nomenclatura oficial de alguns ésteres e os aromas característicos.

Éster	Aroma característico
Etanoato de etila	Maçã
Etanoato de octila	Laranja
Butanoato de etila	Abacaxi
Etanoato de 3-metilbutila	Banana

Alguns ésteres e seus aromas característicos¹².



Professor(a), nessa parte é aconselhável dar um foco maior nas reações de esterificação. Você pode selecionar alguns dos ésteres que conferem aromas de frutas e mostrar as reações de como são obtidos.

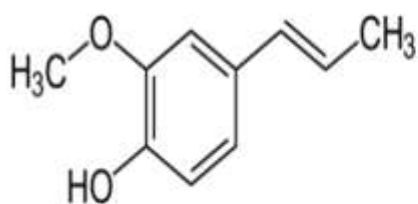
- **Éteres**

Substâncias que tem dois grupos orgânicos ligados ao mesmo átomo de oxigênio.

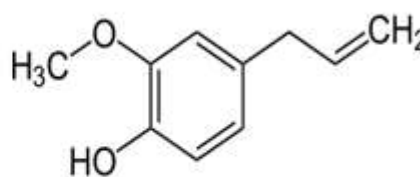
A solubilidade dos éteres em água é um pouco menor que a dos álcoois e, como nas outras classes de compostos orgânicos, a solubilidade decai com o aumento da cadeia carbônica.

Na nomenclatura oficial dos éteres escreve-se o nome da menor cadeia seguida de “oxi” acrescentando o nome da maior cadeia – hidrocarboneto.

A função éter está presente por exemplo na vanilina, substância que possui aroma de baunilha, no isoeugenol, principal composto aromático na noz-moscada e no eugenol, aroma característico do cravo-da-índia.



Isoeugenol



Eugenol

6. ATIVIDADES PROPOSTAS

Professor(a), as atividades propostas a seguir podem ser usadas ao longo do trabalho realizado com a temática dos sentidos e no processo avaliativo dos estudantes. É sempre importante observar se o nível de participação dos alunos na realização das atividades, o interesse e a compreensão melhoraram.

Inicie suas aulas fazendo perguntas relacionadas a cada assunto, promova uma discussão e incentive a participação. Quando o tema é interessante, os estudantes gostam de dar opiniões e ficam motivados.

Procure sempre verificar se a metodologia está sendo adequada para a realidade das suas turmas e se precisar faça as adaptações.

6.1. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

A atividade experimental em Química tem um papel muito importante. É uma metodologia capaz de relacionar teoria, prática e promover a interdisciplinaridade e a contextualização, levando os alunos ao conhecimento e formação de conceitos.

Uma parcela considerável das dificuldades em ensino de química consiste no seu caráter experimental: as escolas não tomam as aulas experimentais como método de valorização e estímulo ao aprendizado¹³ ou utilizam a metodologia de maneira equivocada e pouco eficiente para a aprendizagem.

SUGESTÃO PARA AULA EXPERIMENTAL 1

Teste do Paladar

Introdução

O paladar é o sentido que está relacionado a percepção dos gostos, texturas e temperatura do que ingerimos. Quando se inicia a mastigação na boca, as substâncias contidas no alimento entram em contato com a saliva sendo solubilizadas, facilitando o contato das moléculas com os receptores gustativos da língua.

O ser humano é capaz de identificar cinco gostos básicos: o doce, o amargo, o salgado, o azedo e o umami. A cada gosto estão associadas algumas classes de substâncias químicas (orgânicas e/ou inorgânicas) que causam essas sensações.

Objetivos

Compreender como sentimos os gostos. Apresentar as classes de substâncias químicas que evocam os gostos. Associar as características das moléculas que são importantes para a percepção e intensidade dos gostos.

Tempo estimado para a aula - 50min

Materiais sugeridos

- copinhos de café (50mL)
- vendas ou algum material para tapar os olhos
- açúcar
- sal
- café
- suco de limão
- tempero do tipo Ajinomoto (glutamato monossódico)

Procedimento

Os alunos que participarem da degustação devem estar com os olhos vendados e fazer o teste duas vezes: a primeira com o nariz tampado e, na segunda, provar normalmente para tentar reconhecer os gostos básicos.

Resultados e discussão

Perguntar aos alunos sobre as diferenças nos dois testes com o nariz tampado e sem tampar.

Questionar sobre as características das moléculas que conferem cada um dos gostos.

Falar sobre as substâncias responsáveis pelos gostos doce, salgado, amargo, ácido e umami. Apresentar as fórmulas químicas das substâncias.

Coletar as impressões e experiências de aprendizado dos alunos após a atividade.

Momento de socialização: Pode ser feita uma degustação no final.

Exemplo de bolo de laranja, limão ou café e suco de fruta ou café.

SUGESTÃO ATIVIDADE EXPERIMENTAL 2

Teste do olfato

Introdução

O olfato é um sentido imprescindível para a percepção dos seres vivos e está ligado a uma área do nosso cérebro chamada sistema límbico que controla as emoções. Os cheiros agradáveis podem nos trazer lembranças positivas, em contrapartida os desagradáveis podem provocar repulsa, medo ou nos alertar de algum perigo sendo, portanto, uma questão de proteção e sobrevivência.

Para que o olfato seja ativado, é preciso que moléculas voláteis de alguma substância entrem na cavidade nasal e se encaixem nos receptores específicos para gerar a percepção, que será chamada de odor. O olfato também é ativado se as substâncias voláteis entram pela boca através da mastigação, sendo essa percepção chamada aroma.

O aroma é a combinação de gosto e odor e é o aroma que diferencia uma laranja de um limão, já que ambos têm o gosto ácido. Quando ficamos resfriados e com o nariz congestionado, ficamos com a percepção do aroma prejudicada, pois não sentimos o odor, mas apenas o gosto.

Objetivos

Compreender como percebemos os odores e aromas. Reconhecer diferentes odores e aromas no teste com olhos vendados. Entender quais as características

necessárias nas moléculas odorantes e aromatizantes. Reconhecer a função ou funções orgânicas presentes nas moléculas odorantes e aromatizantes.

Tempo estimado para a aula - 1h40min

Materiais sugeridos:

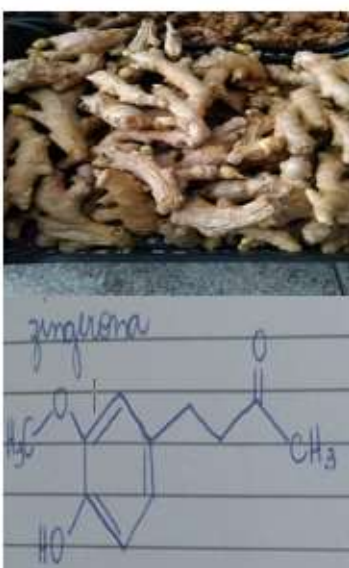
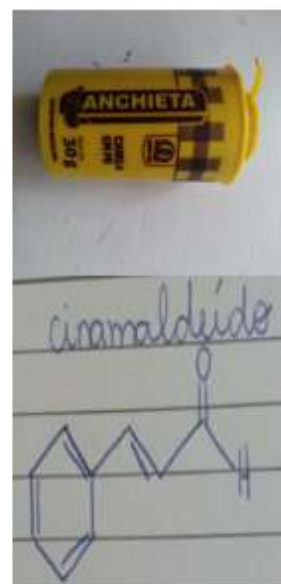
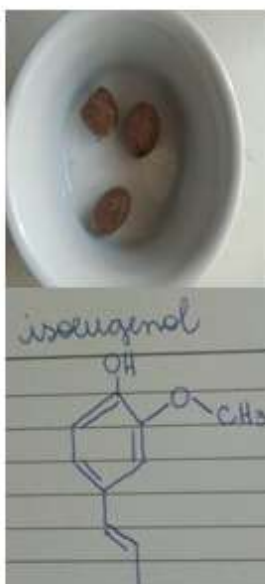
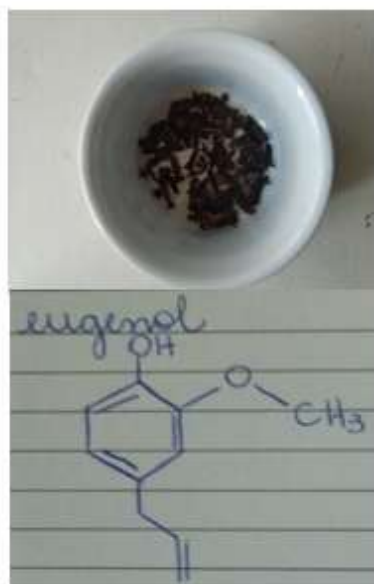
- copinhos de café (50 mL)
- vendas ou algum material para tapar os olhos
- Hortelã
- Manjericão
- Limão
- Laranja
- Canela
- Camomila
- Gengibre
- Noz moscada
- Cravo-da-índia
- Pipoca de micro-ondas sabor manteiga
- Vinagre
- Aromas artificiais: baunilha e de frutas.

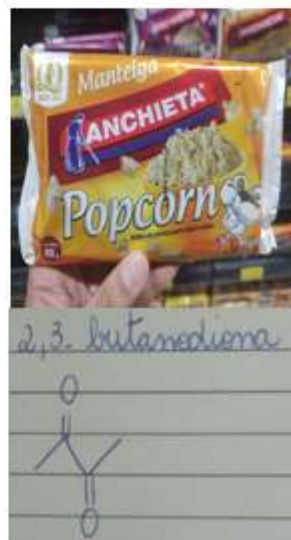
Procedimento

Os alunos deverão ser divididos em grupos de 4 ou 5 pessoas e as amostras serão disponibilizadas para cada grupo. No momento da atividade eles terão que vendar os olhos e cheirar as substâncias. Eles não devem ter conhecimento prévio dos produtos a serem reconhecidos e é interessante dar amostras diferentes para os grupos e também em ordem diferente.

Oriente os alunos a usar apenas o olfato, logo, não deverão experimentar e nem tocar nas amostras. Peça que anotem no caderno as amostras identificadas.

Os produtos utilizados, os nomes e estruturas das substâncias que caracterizam os aromas estão abaixo:





Todos os materiais sugeridos são fáceis de ser encontrados e de baixo custo. Não é preciso utilizar todos, como você também pode incluir outras opções para enriquecer a aula.



Sugestão! Outra ideia é fazer a comparação entre as substâncias aromáticas. Assim, você pode incluir algumas frutas e os respectivos aromas artificiais.



Resultados e discussão

Verificar se os grupos conseguiram acertar quais produtos estavam nas amostras que receberam. Verificar se os grupos entendem quais as características das substâncias odorantes e aromatizantes. Pedir que identifiquem os grupos funcionais dessas substâncias. Questionar sobre a importância dos aromatizantes.

Momento de socialização: Organizar com os alunos para que no dia da prática levem frutas variadas, assim poderão encerrar com uma deliciosa salada de frutas.

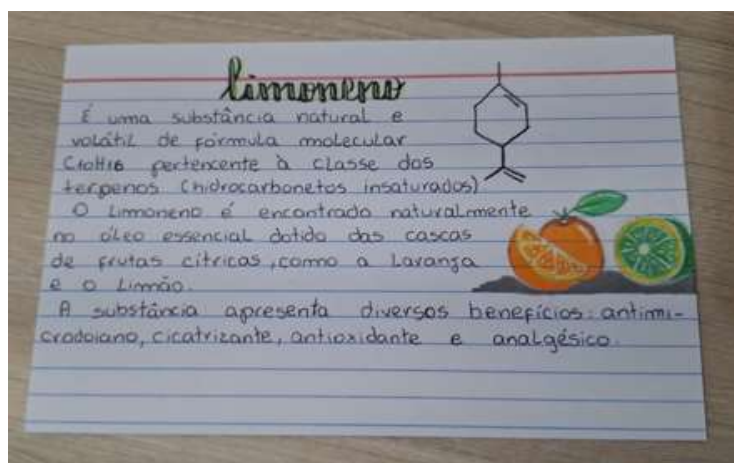
6.2. CONFECÇÃO DE CARDS

Essa é uma metodologia muito simples que é utilizada para anotações importantes e revisão - como uma espécie de cartões de memorização. Os cards podem ser usados para qualquer conteúdo e qualquer disciplina.

O ideal é que sejam relativamente pequenos em textos, feitos em papéis cortados em formato de fichas, com canetas de cores chamativas e marcadores que ajudarão a destacar as palavras-chave e os pontos mais relevantes acerca dos conteúdos. Ao elaborá-los, é interessante também usar imagens.

Para essa atividade a sugestão é pedir aos alunos que façam cards sobre as substâncias odorantes e aromatizantes com informações como: nome da substância, fórmula estrutural, fórmula molecular, função química a que pertence, onde pode ser encontrada naturalmente, aplicação industrial, ação medicinal, entre outros.

Depois de prontos, os alunos devem trocar entre eles os cards, para que todos leiam, além de gerar um momento de discussão sobre o que aprenderam e o que acharam interessante sobre as substâncias.



6.3. GAMIFICAÇÃO – KAHOOT

O *Kahoot* é uma plataforma de aprendizado baseada em jogos. Por meio dessa ferramenta, professores podem criar atividades de perguntas e respostas sobre um assunto específico, compartilhar com os estudantes e aplicar nas aulas. É possível também criar um sistema de pontuação para as perguntas e obter o ranking final. O diferencial dessa atividade é que os alunos ficam focados e motivados, além de gerar um ambiente competitivo.

A metodologia de gamificação oferece mais dinamismo na aprendizagem, uma vez que utiliza elementos de jogos para tornar o processo de aprendizado mais interativo e envolvente para os alunos.

Para criar um jogo é necessário ter conta na plataforma. Você poderá se inscrever através do link: <https://create.kahoot.it/auth/register>.

Após criar a conta, a plataforma possui a opção criar em que você irá elaborar sua própria atividade e tem a opção descobrir. Nessa opção você faz a busca de kahoots prontos e pode utilizar com os alunos.

Para entrar no *Kahoot* feito para essa temática, basta clicar no link que você será direcionado para a tela como mostrado abaixo.

Link: <https://create.kahoot.it/share/a-quimicas-dos-gostos-cheiros-e-aromas/c6b5921c-daf4-4bbb-8bba-c409dd1a2859> .

The screenshot shows the Kahoot! interface for a quiz titled "A químicas dos gostos, cheiros e aromas". The interface includes a search bar, navigation icons, and a list of four quiz questions with chemical structures.

Perguntas (8)

1 - Quiz
O citral, é utilizado na indústria alimentícia pelo odor característico de limão. Sobre o citral é correto afirmar:

CC(=O)C=CC=CC 60 seg.

2 - Quiz
O gengibre é uma planta cujo sabor ardente e acre do vem do gingerol e zingerona. As funções presentes na zingerona são

CC(=O)C1=CC=C(C=C1)C(=O)C 60 seg.

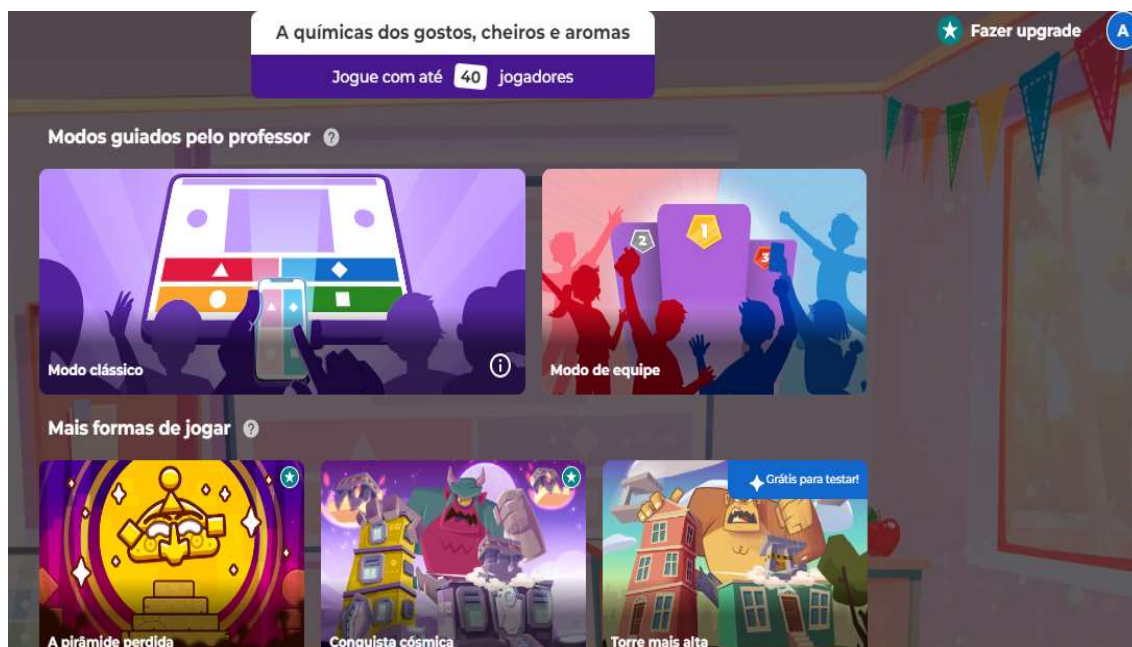
3 - Quiz
Em relação a molécula da vanilina, é correto afirmar que as funções químicas encontradas são:

CC1=CC=C(C=C1)C(=O)O 60 seg.

4 - Quiz
A principal característica necessária nas moléculas para que possamos sentir os gostos é:

 30 seg.

Você irá clicar em iniciar se o jogo for ao vivo, durante a aula e irá escolher também a forma de jogar - modo clássico ou em equipe. Poderá escolher ainda, a opção atribuir para o *kahoot* ser jogado em casa.



A plataforma é fácil de usar e muito dinâmica. Quando todos os alunos completam o jogo é gerado o pódio. E você pode verificar o relatório que mostra o aproveitamento da turma no geral e por questões, mostrando inclusive as mais difíceis para os jogadores, pois mostra índice de acertos.

De posse desse relatório, é possível verificar se a metodologia foi eficiente para a aprendizagem e quais os pontos precisam ser revisados.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temática envolvendo os sentidos não é algo novo. Alguns autores já utilizaram os sentidos de diferentes formas para trabalhar conceitos químicos.

A ideia de fazer um material voltado para o professor foi com o objetivo de ajudar na elaboração de aulas mais dinâmicas e contextualizadas para motivar os alunos.

Será um prazer e muito gratificante para mim receber seu feedback se você professor(a) usar esse material. Conte-me sua experiência se essa proposta te ajudar de alguma forma no planejamento e a melhorar as aulas de Química. Se quiser dar sua opinião e sugestões para melhorias, serão muito bem-vindas.

Entre em contato comigo pelo e-mail: aline.bercot@ufv.br

" Se os teus projetos forem para um ano, semeia o grão. Se forem para dez anos, planta uma árvore. Se forem para cem anos, educa o povo".

Provérbio Chinês

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARVALHO, H. W. P. et al., **Ensino e Aprendizado de Química na Perspectiva Dinâmico-interativa**, 2007.
2. NISHIDA, S.M. **Sentidos químicos: olfação e gustação**. Unesp, Botucatu, 2007.
3. RETONDO, C.G. e FARIA, P. **Química das sensações**. 3. ed. São Paulo: Átomo, 2010.
4. REYES, F.G. **Umami e glutamato: aspectos químicos, biológicos e tecnológicos**. São Paulo: Plêiade, 2011.
5. COSTA, M. M. B.; SANTANA, E. ALMEIDA, J. de. **Reconhecimento do paladar oral em voluntários da saúde**. Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2010.
6. GONÇALVES, P. M. R.; **Identificação e Caracterização de Memórias Olfativas em Amostra da População Brasileira**. Tese de Doutorado Universidade de São Paulo – USP, SP, 2021.
7. KAZMIERCZAK, E. et al. **Aromas e odores: ensino de funções orgânicas em sequência de ensino aprendizagem**. ACTIO, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 214-236, mai./ago. 2019.
8. BROWN, T. L.; JR, H. E. L.; BURSTEN, B. E.; BURDGE, J. R.. **Química: a ciência central**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002. 952 p.
9. BRANCO, M. H. M. FOOD INGREDIENTS. **Dossiê Aromas**. São Paulo: Ed. Insumos, São Paulo, v. 17, nº 33, p. 30-46, 2015. Disponível em: https://revista-fi.com/upload_arquivos/201606/2016060431780001464886938.pdf. Acesso em: 18/11/23.
10. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **RDC nº 725, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre aditivos alimentares e aromatizantes**.
11. FANI, M. ADITIVOS E INGREDIENTES. **Origem e aplicação dos ácidos alimentícios**. Ed. Insumos, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://aditivosingredientes.com/artigos/052023-artigos-editoriais/origem-e-aplicacao-dos-acidos-alimenticios>. Acesso em: 15/11/23
12. DAMÁSIO, S. B.; ALVES, A. P. C. & MESQUITA, M. G. B. F. **Extrato de Jabuticaba e Sua Química: Uma Metodologia de Ensino**. In. XIX Encontro Regional da Sociedade Brasileira de Química, Ouro Preto: 2005.