



Investigando os Modelos Mentais de Graduandos de Engenharia Ambiental e Sanitária Sobre Ponto de Ebulição de Hidrocarbonetos Alifáticos

Miqueias de Castro da Silva^{1*} (IC), Patrícia Foletto¹ (PQ), Ângela Malvina Durand² (PG).
*miqueias.castro18@outlook.com

¹ Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Cerro Largo

² Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Palavras-Chave: Modelos mentais, Ponto de Ebulição, Hidrocarbonetos.

Área Temática: Processos de Ensino e de Aprendizagem e Avaliação.

RESUMO: Compreender os conceitos científicos é fundamental para a construção do conhecimento, pois servem como ferramentas para interpretar e interagir com o mundo. Logo, o uso dos modelos mentais possibilitam averiguar as dificuldades dos indivíduos e, conseqüentemente, contribuem para o processo de ensino e aprendizagem. Com base nisto, este trabalho foi realizado com 13 sujeitos do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul e tem por objetivo investigar possíveis modelos mentais formados sobre a relação do ponto de ebulição dos hidrocarbonetos alifáticos. Os resultados mostram que todos os sujeitos apresentaram dificuldade em justificar corretamente a ordem decrescente dos pontos de ebulição, indicando lacunas na compreensão dos modelos conceituais. Isso destaca a importância de investigar os modelos mentais para identificar lacunas no aprendizado dos sujeitos.

INTRODUÇÃO

A compreensão dos conceitos científicos na aprendizagem constitui elemento central no processo de Ensino de Ciências, pois são instrumentos mediacionais que possibilitam interpretarmos e interagirmos com a realidade que nos cerca (Lima; Júnior; Caro, 2011). Diante do exposto, podemos dizer que a base do conhecimento humano é a Ciência, a qual fornece fundamentações e técnicas para a compreensão da natureza e das relações e leis que permeiam sua existência. Logo, compreender e interpretar os conceitos científicos corroboram para que questões da atualidade sejam abordadas com um olhar crítico e embasado cientificamente.

Mediante a temática ambiental foi concedida ao profissional de Engenharia Ambiental a missão de operar frente aos desafios da humanidade através de mecanismos regulatórios aliados ao meio ambiente, trabalhando em prol de suprir as demandas atuais sem prejudicar as futuras, praticando a sustentabilidade (Alonso; Alonso, 2014). Diante desse cenário, o domínio dos princípios da Química e das propriedades físicas e químicas dos compostos orgânicos é de extrema importância para o curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, justamente por lidar diretamente com a gestão e preservação do meio ambiente, bem como a resolução de problemas relacionados à poluição, recursos naturais e sustentabilidade. Pensando nisso,

Apoio



Andrade e Zuin (2023) afirmam que ensinar os estudantes a adquirir as habilidades e conhecimentos químicos necessários para lidar com questões sociais, tecnológicas e ambientais complexas é um desafio a ser vencido na atualidade.

Na área da Química Orgânica, as estruturas e as moléculas são unidades fundamentais para a vida e, no caso dos hidrocarbonetos alifáticos, os quais são divididos em saturados - aqueles que apresentam ligações simples entre os carbonos da cadeia - e insaturados - com uma ou mais ligações múltiplas (Vollhardt, 2013; Borges, 2013). Essas moléculas possuem diversas aplicações industriais e cotidianas para a manutenção das necessidades humanas, como no caso da gasolina, do diesel, do óleo lubrificante, etc., e o uso dessas substâncias causam impactos nocivos ao meio ambiente quando usado indevidamente.

Pensando nisso, compreender os pontos de ebulição dos hidrocarbonetos alifáticos é de grande importância para a área de Engenharia Ambiental e Sanitária, especialmente em contextos relacionados ao gerenciamento de combustíveis, controle da qualidade do ar e desenvolvimento de estratégias de remediação. Isto porque estes hidrocarbonetos estão presentes em diversas atividades humanas, como indústria, transporte e produção de energia, principalmente em produtos refinados do petróleo, os quais têm diferentes pontos de ebulição ou condensação (Pederzoli, 2006).

Todavia, por mais que o entendimento destes conceitos seja importante, é válido mencionar que, no âmbito do Ensino de Química, uma das maiores dificuldades encontradas pelos estudantes é justamente a abstração dos conceitos científicos, fato este corrobora para que o processo de ensino e aprendizagem apresente inúmeras lacunas, além de diminuir a compreensão de muitos conteúdos, como é o caso do estudo a respeito dos pontos de ebulição de compostos hidrocarbonetos alifáticos.

Diante do exposto, averiguar as dificuldades e a compreensão dos estudantes a respeito do conteúdo mencionado é o foco principal deste trabalho, o qual tem como base o referencial teórico de Johnson-Laird, a partir de sua Teoria dos Modelos Mentais. Isto é, o fenômeno de interesse aqui abordado é investigar possíveis modelos mentais de graduandos do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, ao lidarem com situações problemas envolvendo os hidrocarbonetos alifáticos e seus respectivos pontos de ebulição.

A TEORIA DOS MODELOS MENTAIS

Diante das diferentes Teorias de Aprendizagem, neste trabalho será abordada a Teoria Cognitivista dos Modelos Mentais de Johnson-Laird. No processo de ensino e aprendizagem o uso de modelos mentais é um aliado na construção do conhecimento por permitir que os estudantes representem internamente os modelos conceituais, isto é, os modelos científicos. No entanto, é válido mencionar que a utilização de modelos não se dá apenas no meio científico. Todo indivíduo é capaz de

Apoio



produzir em sua mente e de forma abstrata modelos mentais e estes podem ser definidos como uma forma de representar ideias, sistemas, objetos, eventos, etc. (Lagrecia; Moreira, 1998).

Assim sendo, a Teoria dos Modelos Mentais - TMM - (Johnson-Laird, 1983) baseia-se em “representações”, que significa qualquer notação, signo ou conjunto de símbolos que representam algum aspecto do mundo externo ou do interior, isto é, da imaginação. Logo, as representações podem se dividir em:

Representações externas: são incorporações de ideias ou conceitos, que permitem olhar ou analisar algo pela percepção, como mapas, diagramas, pinturas, símbolos, gráficos, equações matemáticas, físicas e químicas, etc., ou seja, estão relacionadas com os modelos científicos. Existem dois tipos: pictóricas (imagens ou diagramáticas) e linguísticas (utilizam palavras ou notações simbólicas).

Representações internas ou “mentais”: são modelos cognitivos pessoais, os quais permitem o indivíduo de “re-presentar” internamente o mundo ao seu redor. Podem ser localizadas e distribuídas. Neste trabalho, no entanto, serão abordadas apenas as localizadas que operam sob três formas:

- **Proposicional:** corresponde à linguagem, isto é, é representada por palavras. São “tipo-linguagem”, no sentido de que captam os conceitos subjacentes a uma situação, não porque sejam necessariamente constituídos de palavras.

- **Analógicas:** são não-discretas e organizam-se através de regras de combinação, concretas e específicas por meio da qual a informação é recebida. Um exemplo é a imagem visual, mas há outros como as auditivas, as olfativas e as tácteis. Assim sendo, pode-se dizer que as imagens mentais são uma forma de representar visualmente o modelo mental, sob um determinado ponto de vista, resultando da imaginação do indivíduo. São representações que retêm muitos dos aspectos perceptivos de determinados objetos ou eventos, vistos de um ângulo particular, ou seja, pessoal.

- **Modelo mental:** este transita entre as representações proposicionais e as analógicas e têm um papel central e unificador na representação de objetos, estados de coisas, sequências de eventos, a maneira como o mundo é e as ações sociais e psicológicas da vida cotidiana. Estes modelos permitem que os indivíduos façam inferências e previsões, compreendam os fenômenos, decidam qual ação tomar e controlar sua execução e, além do mais, permitem usar a linguagem para criar representações.

Nesse sentido, a TMM acaba contribuindo para o ensino a partir da relação entre os modelos mentais e conceituais, que são os modelos inventados por *experts*, e visam facilitar o entendimento e o ensino dos fenômenos científicos. Ou seja, são instrumentos de ensino. Já os modelos mentais são formados por cada indivíduo e são considerados instrumentos de aprendizagem para o ensino, visto que uma de



suas funções é dar sentido ao modelo conceitual ensinado, buscando tornar a aprendizagem significativa.

HIDROCARBONETOS ALIFÁTICOS E PONTO DE EBULIÇÃO

Os hidrocarbonetos alifáticos são uma classe importante de compostos orgânicos, sendo constituídos exclusivamente por átomos de carbono e hidrogênio, ligados entre si de forma linear ou ramificada, formando cadeias abertas (Solomons, 2001). A classificação dos hidrocarbonetos alifáticos se baseia no tipo de ligação que ocorre entre os átomos de carbono e dividida em dois grupos principais: alcanos, que são hidrocarbonetos saturados, ou seja, formados apenas por ligações simples Carbono-Carbono, e alcenos e alcinos, que são hidrocarbonetos insaturados, contendo ligações duplas ou triplas carbono-carbono, respectivamente (Bruice, 2006). Devido à sua composição, eles são praticamente apolares, resultando em baixa solubilidade em água e alta solubilidade em solventes orgânicos (Vollhardt, 2013). Comparados a outros compostos orgânicos, são geralmente menos reativos frente aos reagentes comuns de laboratório (ácidos, bases, oxidantes, redutores, etc.) (Constantino, 2005).

Os hidrocarbonetos alifáticos possuem uma ampla gama de aplicações e desempenham um papel significativo na vida cotidiana. Um exemplo notável é a contribuição desses compostos que desempenham um papel fundamental como componentes de combustíveis, transportes, solventes, fontes de energia, produção de plásticos e produtos químicos (Constantino, 2005). A principal fonte dos hidrocarbonetos ocorre através do processamento do gás natural e da destilação do petróleo, um processo que separa os diferentes hidrocarbonetos presentes no óleo bruto com base em seus pontos de ebulição (Solomons, 2001).

O ponto de ebulição de uma substância é fortemente influenciado pelas forças intermoleculares que atuam entre suas moléculas, resultando na temperatura em que a forma líquida da substância se torna um gás. No contexto dos hidrocarbonetos alifáticos, as interações mais importantes são as interações dipolo-dipolo induzido, também chamadas de forças de Van der Waals. Essas interações ocorrem devido a flutuações temporárias da densidade eletrônica das moléculas, o que resulta na criação de dipolos momentâneos (Bruice, 2006).

À medida que a cadeia carbônica em um hidrocarboneto alifático aumenta em tamanho, as forças intermoleculares também aumentam, levando a pontos de ebulição mais elevados. Isso acontece porque é necessária uma quantidade maior de energia térmica para superar essas forças de atração e permitir que as moléculas se separem, passando assim para o estado gasoso (Vollhardt, 2013). Além disso, a intensidade das forças de Van der Waals depende da área de contato entre as moléculas. A presença de ramificações na cadeia carbônica reduz o ponto de ebulição das substâncias, pois essas ramificações podem dificultar o contato efetivo entre as

Apoio



moléculas, enfraquecendo, portanto, as forças intermoleculares e facilitando a transição para a fase gasosa (Bruice, 2006).

METODOLOGIA

A pesquisa, de caráter qualitativo (Gil, 2002), foi realizada com 13 sujeitos, graduandos do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Cerro Largo. Assim sendo, pelo fato desses sujeitos estarem matriculados no componente curricular de Química Orgânica, buscamos averiguar se estes sujeitos possuem ou não modelos mentais formados em relação ao ponto de ebulição dos hidrocarbonetos alifáticos.

Para tanto, estruturou-se a pesquisa em duas Etapas:

1) Aula expositiva: Inicialmente, uma aula expositiva foi conduzida, com 4 horas de duração, com o intuito de abordar os conceitos relacionados aos hidrocarbonetos. Os tópicos explorados incluíram nomenclatura, propriedades físicas e representação estrutural.

Durante essa aula, os sujeitos foram incentivados a participarem de um diálogo, respondendo às perguntas atreladas ao ponto de ebulição dos hidrocarbonetos, como uma maneira de avaliar os conhecimentos prévios dos mesmos. Ao final da aula, a fim de assegurar que os sujeitos tenham conseguido estabelecer conexões entre os conteúdos explorados, foi disponibilizada uma lista de exercícios relacionados ao conteúdo em questão.

2) Investigando os modelos mentais: Após um intervalo de 7 dias da aula expositiva, uma segunda lista de exercícios foi aplicada aos sujeitos com o objetivo de investigar a presença ou não de possíveis modelos mentais em relação ao ponto de ebulição dos hidrocarbonetos alifáticos.

A lista 2 foi composta por duas perguntas subjetivas. A primeira apresentou três isômeros constitucionais, ou seja, moléculas com a mesma fórmula molecular, mas diferentes arranjos de átomos, e solicitou aos alunos que listassem a ordem decrescente de seus pontos de ebulição, sem considerar a aplicação na área de Engenharia Ambiental e Sanitária, como pode ser averiguado na Figura 1.

1) Liste os seguintes compostos em ordem decrescente de ponto de ebulição. Justifique sua resposta.

$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{CCHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\text{H}_3\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \end{array}$
---	--	---

Figura 1: Questão 1 que compõe a lista de exercícios 2.

Já a segunda pergunta foi mais contextualizada com a área dos sujeitos, sendo formada por uma situação-problema, na qual foi solicitado que os mesmos



respondessem sobre os pontos de ebulição dos hidrocarbonetos, conforme exposto na Figura 2.

2) Considerando a preocupação crescente com as emissões de gases de efeito estufa e o impacto no aquecimento global, o entendimento das propriedades dos hidrocarbonetos presentes nos combustíveis se torna crucial. Suponha que você é um Engenheiro Ambiental que está conduzindo um estudo sobre as emissões veiculares no ambiente e durante uma análise de diferentes amostras de gasolina, você observa que uma amostra contendo hidrocarbonetos de cadeia curta possui um ponto de ebulição em torno de 40°C, enquanto outra amostra com hidrocarbonetos de cadeia longa apresenta um ponto de ebulição próximo a 150°C. Elabore uma explicação por meio de diferentes formas de representação (texto, desenhos, reações e etc) sobre o motivo da diferença dos pontos de ebulição encontrados nas amostras analisadas.

Figura 2: Questões que compõem o teste objetivo.

Para Silva e Núñez (2002), a resolução de um problema é sinônimo de pensar, possibilitando a reflexão do indivíduo sobre um determinado assunto e, conseqüentemente, isto implica em mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais, indo além da superficialidade de um exercício direto, conforme foi exigido na Questão 1 desta lista. Logo, conforme a Teoria de Johnson-Laird, todo sujeito faz uso de modelos mentais ao resolver problemas e, ao explicar sua resolução, permite que o pesquisador faça inferências.

Logo, a análise dos dados foi realizada em duas fases e interpretadas sob à luz do referencial teórico de Johnson-Laird (1983). As fases realizadas foram:

I) Análise individual: Aqui, os dados obtidos foram analisados individualmente a fim de averiguar como os sujeitos interpretam os modelos conceituais em questão, ou seja, a relação dos pontos de ebulição com os hidrocarbonetos alifáticos. Os pontos analisados nessa fase foram: ponto de ebulição de diferentes moléculas, forças intermoleculares, em específico, dipolo induzido, influência do arranjo dos átomos nas propriedades físicas em uma molécula, além do conteúdo de química orgânica, hidrocarbonetos alifáticos.

II) Categorização da análise individual: Em seguida os sujeitos foram categorizados em *modelizadores* e *não modelizadores*, isto é, aqueles que conseguiram formar modelos mentais e aqueles que não conseguiram.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação aos dados obtidos, ressaltamos que, dos 13 sujeitos que participaram da presente pesquisa, 04 não conseguiram responder nada próximo aos modelos conceituais esperados, isto é, não conseguiram formar representações

Apoio



mentais e, conseqüentemente, modelos mentais atrelados à relação dos pontos de ebulição com os hidrocarbonetos alifáticos e, por isso, não estão presentes na discussão dos resultados.

Destaca-se ainda que para identificar os sujeitos que foram analisados, será usada a letra S de sujeito, seguida da numeração de 1 até 8, como por exemplo, S1.

A seguir, os resultados das duas questões presentes na lista de exercícios serão analisados e discutidos.

Pergunta 1: Conforme já mencionado, esta pergunta é mais direta em relação ao conteúdo, deixando de lado a contextualização dos modelos conceituais abordados. A mesma cobrava que os sujeitos soubessem explicar a ordem de diminuição dos pontos de ebulição com base na intensidade das forças intermoleculares do tipo dipolo-dipolo induzido, ou seja, nas forças de Van der Waals, influenciadas pelas áreas de contato entre as moléculas.

Para a análise destas, duas categorias foram criadas, as quais serão discutidas separadamente, a seguir.

Ordem decrescente correta e justificativa incorreta: Aqui, cinco sujeitos encontram-se presentes - S1, S2, S5, S7 e S9, isto é, 55% dos participantes da pesquisa.

Em relação ao S1, o mesmo conseguiu apresentar a ordem correta de decréscimo do ponto de ebulição das três moléculas. Todavia, seu embasamento teórico apresentado para justificar a ordem estabelecida foi superficial, visto que conseguiu averiguar a relação existente com a ramificação presente nas cadeias 2 e 3, porém deixou de citar as forças intermoleculares.

Ao contrário deste sujeito, o S2 praticamente não conseguiu utilizar conceitos para justificar sua ordem estabelecida, mencionando apenas a relação com as mesmas quantidades de átomos de carbono nas três moléculas. Destaca-se ainda que este apresentou dificuldade também em utilizar a descrição da ramificação das cadeias. Assim como S2, o sujeito S7 também não conseguiu atrelar os pontos de ebulição com os tamanhos das cadeias.

Quanto ao S5, ele consegue fazer relação à ramificação, pontuando que quanto maior a ramificação presente na cadeia carbônica, menor é o ponto de ebulição da mesma, mencionando que isto ocorre por não precisar de tanta energia. No entanto, destacamos que não foi possível interpretar a energia descrita pelo mesmo.

Ordem decrescente e justificativa incorreta: Cinco sujeitos fazem parte desta categoria - S3, S4, S6 e S8, os quais apresentaram dificuldade em responder tanto a parte de colocar em ordem decrescente de ponto de ebulição, bem como a justificativa.



No caso do S3, ele apenas citou que o ponto de ebulição da estrutura 2 estaria relacionado às propriedades físicas e estruturais, não destacando quais.

Já os sujeitos S4 e S8 justificaram que os pontos de ebulição estariam relacionados com as ligações sigma e pi, descrevendo que a ligação sigma teria maiores pontos de ebulição quando comparadas às ligações pi. Por outro lado, S6 e S9 também relacionam às ligações das moléculas, porém, embasam suas justificativas com a capacidade de quebra das ligações, fato este que não explica o aumento ou diminuição dos pontos de ebulição.

Com base nos resultados obtidos a partir da pergunta 1, pode-se afirmar que todos os sujeitos apresentaram bastante dificuldade em suas justificativas, pois nenhum deles conseguiu utilizar de modo correto os modelos conceituais pertinentes para relacionar a ordem decrescente dos pontos de ebulição com as cadeias carbônicas mencionadas.

Assim sendo, por meio da Pergunta 1 fica evidente que alguns dos sujeitos conseguiram utilizar de representações em suas respostas, não significando, conseqüentemente, que as mesmas estivessem corretas.

Pergunta 2: Já esta pergunta teve como intuito contextualizar a relação dos pontos de ebulição de hidrocarbonetos de diferentes tamanhos a partir da realidade do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária.

Aqui, esperava-se que os sujeitos conseguissem responder e justificar por meio de diferentes tipos de representações, ou seja, desenhos, reações, imagens e textos. Todavia, a partir dos dados obtidos, foi possível averiguar que 100% dos sujeitos não conseguiram explicar a respeito da diferença de pontos de ebulição de acordo com o tamanho das cadeias carbônicas mencionadas.

Todos eles tiveram muita dificuldade, isto é, não conseguiram utilizar os modelos conceituais em suas respectivas explicações, deixando claro a ausência de diferentes tipos de representações. Percebe-se ainda que os sujeitos S6, S7 e S9 apresentaram dificuldade inclusive de interpretação de texto, visto que apenas retiraram as informações do mesmo. Além disso, outro ponto pertinente é que os sujeitos S4, S5, S6 e S8 justificam também por meio da relação dos pontos de ebulição com as ligações moleculares e não intermoleculares, conforme o esperado.

Destaca-se aqui que, assim como na pergunta anterior, nenhum sujeito conseguiu atrelar as suas respostas às interações intermoleculares e, além disso, todos acabaram utilizando apenas representações proposicionais, por mais que não estivessem corretas, sendo que tinham liberdade para escolherem diferentes formas de responder.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no objetivo deste trabalho, o qual buscou averiguar as dificuldades e a compreensão dos estudantes a respeito da relação dos pontos de ebulição com os hidrocarbonetos alifáticos e, conseqüentemente, possíveis modelos mentais dos mesmos, pode-se afirmar que nenhum dos sujeitos conseguiram utilizar de representações mentais coerentes com os modelos conceituais, isto é, suas respostas e justificativas estavam distantes do que seria definida como cientificamente correta.

Destaca-se ainda que, por conta disto, apenas representações proposicionais foram utilizadas, porém de forma soltas e, conseqüentemente, nenhum modelo mental pode ser identificado.

Com isto, é válido mencionar a importância de buscarmos investigar os modelos mentais por diferentes tipos de representações, justamente por possibilitar averiguarmos as lacunas existentes no aprendizado dos estudantes.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, Ressiliane Ribeiro Prata; ALONSO, Alexandre Antonio. O Papel do Engenheiro Ambiental na Construção da Sustentabilidade. **REVISTA UNIARAGUAIA**, v. 5, n. 5, p. 201-204, 2014. Disponível em: <https://sipe.uniaraгуаia.edu.br/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/200/183>. Acesso em: 30 ago. 2023.
- ANDRADE, Rosivania da Silva; ZUIN, Vânia Gomes. Alfabetização Científica em Química Verde e Sustentável. **Educação Química em Ponto de Vista**, [S.I.], 2023. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/eqpv/article/view/3265>. Acesso em: 28 ago. 2023.
- BORGES, Maria Teresa Mendes Ribeiro. Introdução a Química do Carbono. 2013.
- BRUICE, Paula Yurkanis. Química orgânica. vol. 1. São Paulo: Person Prentice Hall, p.109-125, 2006. p. 109-125.
- CONSTANTINO, Mauricio Gomes. Química Orgânica - Curso Básico Universitário. Vol 1. Rio de Janeiro, 2005. p.188-199.
- GIBIN, Gustavo Bizarria; FERREIRA, Luiz Henrique. A formação inicial em química baseada em conceitos representados por meio de modelos mentais. **Química Nova**, [S.L.], v. 33, n. 8, p. 1809-1814, 2010. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422010000800033>. Acesso em: 28 ago. 2023.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- JOHNSON-LAIRD, P. N. Mental models. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.

Apoio





LAGRECA, M. C. B.; MOREIRA, M. A. Representações mentais dos alunos em mecânica clássica: três casos. *Investigações em Ensino de Ciências* v. 3, n. 2, pp. 83-106, 1998.

LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro; AGUIAR JÚNIOR, Orlando; CARO, Carmen Maria de. Formação de conceitos científicos: reflexões a partir da produção de livros didáticos. **Ciência & Educação** (Bauru), [S.L.], v. 17, n. 4, p. 855-871, 2011. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-73132011000400006>. Acesso em: 28 ago. 2023.

PEDERZOLLI, Everton Madeira. Comparação de áreas submetidas a impacto pelo refino de petróleo (RS). 2006. Dissertação de Mestrado.

SILVA, S. F.; NUNEZ, I. B., O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes – Reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, p. 1197-1203, 2002.

SOLOMONS, T. W. G., FRYHLE, C. B., *Química Orgânica*, 7ª edição, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., Rio de Janeiro, 2001. p. 44-45.

VOLLHARDT, Peter; SCHORE, Neil E. *Química Orgânica: Estrutura e Função*. Bookman Editora, 2013.

Apoio

