



## Experimentação Investigativa no Ensino Superior de Química Envolvendo Óleos Essenciais

Charlene Barbosa de Paula<sup>1</sup> (PG)\*, Tavane da Silva Rodrigues<sup>1</sup> (PG), Fábio André Sangiogo<sup>1</sup> (PQ). \*xaxahdepaula@gmail.com

*1 Universidade Federal de Pelotas, Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Laboratório de Ensino de Química, Campus Universitário Capão do Leão.*

*Palavras-Chave: Experimentação Química, Ensino Superior, Óleos Essenciais.*

**Área Temática:** Experimentação no Ensino

**RESUMO:** A Experimentação no Ensino Superior de Química, envolvendo óleos essenciais, permite abordar temas relevantes na Química e atrai indivíduos de diversas áreas, como da indústria, da farmácia, da Química sintética e da analítica. Nesse viés, o presente estudo contempla uma pesquisa exploratória com o objetivo de apresentar aspectos relativos à Experimentação no Ensino Superior de cursos de Química, através de um estudo sobre o tema dos óleos essenciais, ao considerar suas características químicas e da aplicação de uma atividade experimental investigativa. A proposta envolvendo atividade experimental investigativa permite a criação de hipóteses, discussões e reflexões, que apresentam potencialidades tanto para os processos de ensino e aprendizagem quanto para despertar o interesse de estudos e pesquisas que possibilitam a formação de um sujeito mais crítico e ativo na construção do conhecimento.

### INTRODUÇÃO

A experimentação no ensino de ciências e no ensino de química tem sido um dos temas recorrentes nas pesquisas na área nas últimas décadas, apresentando diferentes formas e sentidos para o seu uso em processo de ensino e de aprendizagem de conceitos científicos, da Educação Básica ao Ensino Superior (SEMENSATE, SILVEIRA e WHARTA, 2020).

No ensino de química, as atividades voltadas ao uso da experimentação podem ser consideradas como potenciais recursos pedagógicos para o fortalecimento dos processos de ensino e aprendizagem, como os que constituem os diferentes componentes curriculares dos cursos de Química (GIORDAN, 1999). Isso porque a experimentação pode possibilitar aos discentes a inter-relação entre os conhecimentos teóricos/conceituais e os conhecimentos metodológicos/práticos que constituem a química (AMAURO, SOUZA e MORI, 2018). Nesse sentido, a experimentação, por possibilitar a articulação entre fenômenos e teorias, pode possibilitar que os discentes se sintam parte e compreendam o processo de construção do conhecimento científico, como aqueles que constituem a natureza da ciência, não os limitando apenas a meros espectadores dela (AMAURO, SOUZA e MORI, 2018; CARVALHO et. al, 2018). Além disso, a experimentação pode contribuir na compreensão da relação entre os fenômenos, as representações e as teorias que constituem a química e as áreas correlatas (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI,



2000).

Mediante a inserção dos discentes em atividades laboratoriais durante a graduação, em um primeiro momento, por exemplo, torna-se possível a familiarização com o ambiente, equipamentos e técnicas, os quais permitem a construção de conhecimentos quanto aos aspectos do contexto laboratorial, a relação entre teoria e prática, a retomada e/ou a construção de novos conhecimentos químicos (BAKKALI et. al, 2008). Ainda, o professor, ao utilizar da experimentação, pode trabalhar temas relevantes da química para a formação dos discentes no contexto do Ensino Superior. Nesse viés, uma temática que tem atraído indivíduos de diversas áreas, como da indústria, da farmácia, da química sintética e da analítica, são os estudos sobre os óleos essenciais (OEs). Essa temática pode ser explorada no contexto de diferentes componentes que envolvem o ensino de química, já que se faz necessário fornecer uma introdução concisa de nível fundamental à química dos OEs para capacitar pesquisadores e discentes (BAKKALI et. al, 2008; COX- GEORGIAN et. al, 2019).

Diante ao exposto, neste trabalho, buscamos apresentar aspectos relativos à experimentação no Ensino Superior de cursos de Química, através de um estudo exploratório sobre o tema dos óleos essenciais, ao considerar suas características químicas e do uso de uma atividade experimental investigativa.

#### **A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO SUPERIOR DE QUÍMICA**

Suart e Marcondes (2009) defendem o uso da Experimentação no Ensino de Ciências, por considerar uma abordagem eficaz nos processos de ensino e aprendizagem. Porém, ressaltam a importância da participação do estudante durante as atividades experimentais, ao formular hipóteses e resolver problemas. Nessa perspectiva, os experimentos não devem ser aqueles que apresentam processos a serem seguidos com a previsão do resultado, como uma comprovação de teorias em estudo, mas uma atividade que leva à investigação, a pensar e a interagir com o problema didático.

De acordo com Galiazzi e Gonçalves (2004), as atividades experimentais que envolvem a participação ativa dos discentes durante a sua elaboração e desenvolvimento auxiliam no processo de formação docente em Química. Nesse sentido, as atividades experimentais nas universidades deveriam possibilitar uma maior interação dos discentes como sujeitos ativos no processo formativo, permitindo uma experimentação com características investigativas, para além da comprovação de resultados e teorias, mas que permitam o levantamento de hipóteses, discussão da metodologia e elaboração do procedimento.

Ao pensar nos processos de abordagem da experimentação, Araújo e Abib (2003) destacam as atividades: de demonstração, de verificação e de investigação. Na experimentação demonstrativa o docente executa o experimento, e os discentes observam os fenômenos ocorridos. A experimentação baseada na verificação tem o objetivo de averiguar alguma teoria, sendo os resultados comumente previsíveis e os



conceitos previamente estudados pelos discentes. Enquanto na experimentação investigativa o professor age como mediador do processo e os discentes como protagonistas na construção do seu conhecimento, interpretando, investigando e propondo soluções para situações problemas de interesse (ARAÚJO e ABIB, 2003; ROSITO, 2008; AMAURO, SOUZA e MORI, 2018; CARVALHO et. al, 2018).

Segundo autores como Gonçalves (2009) e Correia et. al (2023), a experimentação no ensino de química parece ser discutida mais no ensino básico que no ensino superior, e este fato pode acarretar na falta de preparo dos licenciandos ou bacharéis, para a compreensão de um problema complexo, ao realizar atividades experimentais meramente demonstrativas ou de verificação.

Diante ao contexto explicitado, o desenvolvimento de atividades experimentais pode aumentar a capacidade da aprendizagem dos estudantes, pois funciona como meio de envolvê-los no tema em estudo, ao envolver a criação de problemas reais e de forma contextualizada (GIORDAN, 1999). Portanto, a atividade não deve ser dirigida como uma metodologia qualquer, em que os discentes são orientados apenas a realizar métodos e técnicas para acompanhar o desenvolvimento da aula, mas necessitam de um processo de construção e de reflexão com base orientada no conhecimento científico, que resulta do diálogo entre a teoria e a prática. Para Suart (2008, p. 11):

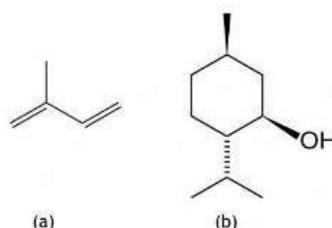
Se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele poderá ser capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos químicos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental que privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de raciocínio lógico.

A experimentação investigativa permite que o estudante se envolva em movimentos de refletir, discutir, explicar, relatar e contextualizar, não se restringindo apenas a observar fenômenos, a manipular equipamentos e a comprovar teorias (AZEVEDO, 2004; SUART, 2008). Nesse sentido, atividades experimentais baseadas em temas relevantes para o ensino de Química, como do OEs, podem ser uma alternativa para auxiliar no processo de aprendizagem, pois envolvem a abordagem de conceitos científicos, o desenvolvimento de habilidades específicas ao elaborar e resolver problemas, permite a construção de hipótese e métodos de resolução dos problemas, possibilita que o discente se apegue em buscas de referenciais explicativos do tema na literatura, a discussão de resultados e a apresentação das considerações dos discentes sobre o tema (CORREIA et. al, 2023).

Os óleos essenciais (OEs) contribuem significativamente para a economia mundial em vários setores e, por esse motivo, têm recebido uma maior atenção da comunidade científica. Os OEs são constituídos de misturas complexas de compostos naturais voláteis, lipofílicos, geralmente odoríferas e líquidas, com aparência oleosa à temperatura ambiente. Os OEs são constituídos principalmente por monoterpenos,

sesquiterpenos, possuindo uma variedade de grupos funcionais, como fenóis aromáticos, ésteres, álcoois, aldeídos, cetonas, entre outros (BAKKALI et. al, 2008; BIZZO, HOVELL e REZENDE, 2009).

De acordo com Cox-Georgian et al. (2019), na composição química dos OEs, geralmente, a classificação mais representativa é constituída por terpenos e terpenoides (Figura 1). Os terpenos são compostos constituídos por carbono e hidrogênio, formados por isopreno, enquanto os terpenoides apresentam em sua estrutura o oxigênio. Os compostos terpênicos mais comuns encontrados nos OEs são os monoterpenos (em aproximadamente 90% dos óleos voláteis). Por apresentarem moléculas menores, eles são mais voláteis, podendo ser responsáveis pelos aromas presentes nas misturas. Dependendo da planta, o óleo essencial terá características diferenciadas de aroma, cor e densidade, o que também pode variar dependendo da parte da planta de onde ele foi extraído, como folhas, rizomas frutos, cascas, raízes e sementes (COX-GEORGIAN et. al, 2019; MATOS, LUCCA e KOESTER, 2019).



**Figura 1- Ilustração de alguns compostos que representam as classes de terpenos (a) e terpenoides (b)**

Fonte: COX-GEORGIAN et. al (2019, p. 334)

## CONTEXTO METODOLÓGICO

O presente estudo emergiu do componente curricular de Seminários II do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). O Programa possui quatro linhas de pesquisa, sendo uma delas voltada para os Estudos em Ensino de Química.

O componente curricular é obrigatório no programa, na qual os pós-graduandos participam como ouvintes e apresentadores de seminários que ocorrem semanalmente. As temáticas abordadas devem versar sobre assuntos atuais e relevantes no contexto da Química, e deve ser articulado com a linha de pesquisa em que o pós-graduando está inserido, mas distinto do seu tema de pesquisa. Nesse sentido, a escolha do tema, para construção do seminário (escrita e apresentação), versou sobre a temática da “Experimentação no Ensino Superior em Química”, a partir da apresentação de uma abordagem experimental envolvendo a temática dos “óleos essenciais”.

Após a escolha da temática, foi realizada uma pesquisa exploratória, que segundo Gil (2002, p. 41), tem “como objetivo proporcionar maior familiaridade com o



problema, com vistas a torná-lo mais explícito”. Para o presente estudo, foi realizada uma pesquisa no periódico “*Journal of Chemical Education*”, utilizando as palavras-chave “*Chemical Experimentation*” e “*essential oils*”, com artigos publicados entre os anos de 2019 a 2023. Foram encontrados 5 artigos que versavam sobre a experimentação envolvendo o tema dos OEs. Com base nos resultados foi selecionado o artigo intitulado: GC–MS Analysis of Essential Oil Extracted from *Acori tatarinowii* Rhizoma: An Experiment in Natural Product Analysis (ZHANG et. al, 2021), por apresentar uma abordagem experimental com caráter investigativo e com resultados que abordava aspectos relacionados aos processos de ensino de um componente curricular de química do Ensino Superior.

A seguir são apresentados: o contexto, a metodologia, os procedimentos, as hipóteses dos estudantes e os resultados obtidos na atividade experimental de investigativa do artigo selecionado.

#### PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO NO ESTUDO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

O artigo de Zhang et al. (2021) apresenta uma abordagem experimental em aulas de química, com base na extração e na detecção dos OEs presentes no rizoma de *Acori Tararinowii*. A atividade foi realizada com discentes da graduação do terceiro e/ou quarto ano do curso de Farmácia, na disciplina de Análise de Produtos Naturais, que aborda aspectos da química de produtos naturais, química analítica e química orgânica, com o intuito apresentar o conteúdo experimental relacionado à extração, separação e detecção dos componentes químicos dos OEs, visando despertar o interesse pela pesquisa, a capacidade de compreensão do laboratório e a preparação para pós-graduação. Nesse sentido, os estudantes se envolvem em uma série de atividades experimentais com enfoque investigativo ao longo da disciplina. Portanto, se faz necessário que as atividades proporcionadas fossem desafiadoras, constituindo um problema que o discente tenha interesse em resolver e que se sinta, dessa maneira, motivado para encontrar a solução (ZHANG et. al, 2021).

Em atividades investigativas, segundo Azevedo (2004, p. 21), “a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica”. Com isso, o docente assumiu o papel de mediador, orientando os estudantes para que desenvolvessem as ações vinculadas a procedimentos e pesquisas sobre a temática.

A atividade foi realizada em 2 semanas, sendo duas aulas de 4 horas por semana, na primeira foram realizados os estudos sobre a matéria-prima utilizada, as técnicas e os procedimentos de extração, através de dois métodos, sendo extração por solvente com extrator Soxhlet e hidrodestilação com aparelho de Clevenger; e na segunda semana foi realizada a detecção dos compostos extraídos mediante a cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas. Também foi realizada a comparação dos componentes químicos obtidos pelos dois métodos de extração.



Cabe explicitar que os discentes foram organizados entre 3 e 4 membros, trabalhando de forma colaborativa, onde cada grupo recebeu amostras de rizoma de *Acori Tatarinowii* (AT), um extrator Soxhlet, um aparelho do tipo Clevenger, reagentes e dispositivos relacionados à extração de OEs (ZHANG et. al, 2021).

No início da atividade os discentes discutiram as questões do pré-laboratório, com base em seus conhecimentos prévios. Na primeira semana, discutiram os componentes químicos do AT que haviam sido pesquisados, como resultados da literatura encontraram que os componentes ativos são constituídos de lignanas, fenilpropanoides e terpenoides, e os componentes majoritários os fenilpropanoides à base de asarona, principalmente  $\alpha$ -asarona e  $\beta$ -asarona.

Com base nessas informações os discentes foram instruídos a realizar os processos de extração usando os dois métodos selecionados anteriormente, sendo assim, os membros de cada grupo cooperaram para realizar os dois experimentos de extração simultaneamente. Devido à limitação de horas de aula, o tempo de extração para ambos os métodos foi de 4 horas, o que gerou uma discussão sobre quantidade de OEs que poderia ser extraída, haja vista que um tempo de extração mais prolongado poderia aumentar a quantidade extraída (ZHANG et. al, 2021).

Os mecanismos de extração de OE do extrator Soxhlet e do aparelho Clevenger são diferentes, sendo o primeiro baseado em extração por solventes orgânicos, já o segundo baseado no método da hidrodestilação (FAGBEMI, AINA, e OLAJUYIGBE, 2021). Sendo assim, os autores do artigo, destacam que o docente solicitou que os discentes realizassem pesquisas para discutir as possíveis diferenças na composição química e na quantidade de OEs extraídos nos dois métodos. Após a extração dos OEs, os discentes realizaram as análises por cromatografia gasosa acoplada ao espectômetro de massas (GC-MS), os espectros gerados por um grupo são apresentados na Figura 2.

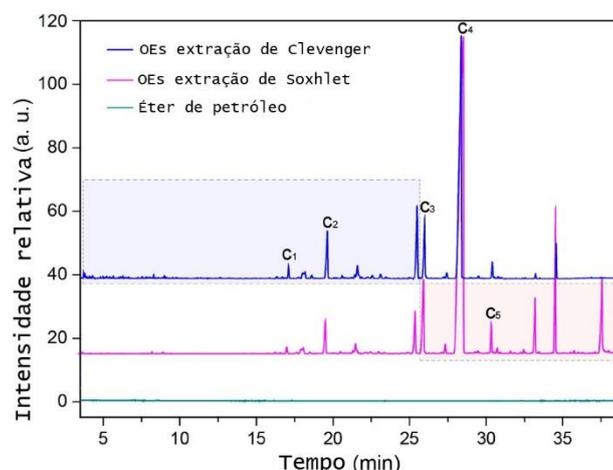


Figura 2- Cromatogramas dos OEs extraídos  
Fonte: ZHANG et. al (2021, p. 3007)



Segundo os autores, a principal tarefa dos discentes era analisar o comportamento do cromatograma e identificar as estruturas químicas dos principais componentes. No início, foram realizadas discussões dos resultados obtidos. Os autores explicitam que esse tipo de experimentação possibilita o desenvolvimento das capacidades de trabalho em grupo, observação, discussão e outras características importantes no desenvolvimento da aprendizagem. Logo, as atividades que permitem a discussão e interpretação dos resultados obtidos, independentemente de serem satisfatórios ou não, possibilitam que o docente atue como um mediador favorecendo a interpretação dos fenômenos observados, auxiliando o estudante na exploração de suas opiniões e incentivando-o a refletir sobre o potencial de suas ideias, possibilitando a construção dos conhecimentos dos discentes (SAVIANI, 2003; BALDAQUIM et. al, 2018).

Durante a análise do cromatograma (Figura 2) os discentes observaram que a área do pico (ou altura do pico) de todos os picos antes de 25,6 min na amostra de OE extraída pelo aparelho Clevenger era maior do que a extraída pelo extrator Soxhlet. Após o tempo de 25,6 min, um fenômeno oposto ocorreu. Nesse momento, o docente solicitou que os discentes descobrissem o que teria ocasionado esse comportamento no cromatograma, podemos perceber que o discente se torna sujeito ativo na construção do conhecimento. Portanto, essa atividade experimental, como um método didático, proporciona ao aprendiz ter uma atitude ativa, aprendendo melhor pela experiência direta (BALDAQUIM et. al, 2018; GONÇALVES e GOI, 2022). Para Suart e Marcondes (2008, p. 4):

As atividades orientadas para o desenvolvimento cognitivo do aluno, podem permitir que estes construam suas explicações para a compreensão do fenômeno, estabelecendo relações entre os dados e fatos químicos observados. Pode-se oferecer ao aluno a oportunidade de pensar sobre o problema, resolvê-lo através da experimentação, relatar e discutir suas ideias, que poderão contribuir para o processo de conceituação do fenômeno químico.

Após o levantamento de hipóteses e realização das pesquisas, a resposta considerada correta e aceita pelo docente foi que isso ocorre devido à diferença dos dois métodos de extração. No método Clevenger o intuito da extração que utiliza a água como solvente é principalmente para extrair os componentes com um baixo ponto de ebulição, e o extrator Soxhlet é para extrair os componentes com baixa polaridade, e também devido a maior quantidade de solvente orgânico utilizado no método Soxhlet, é necessário um processo de remoção do solvente por evaporação rotativa, isso pode ocasionar a perda ou termodegradação de alguns componentes de baixo ponto de ebulição, que implica em picos menos evidentes na fase inicial do cromatograma.

No final da experimentação investigativa, os discentes escreveram relatórios, incluindo uma introdução, seção experimental, as hipóteses construídas durante o processo, a discussão sobre seus resultados e conclusão. Ao serem questionados



sobre esse modelo de abordagem experimental, os discentes apontaram como positiva a experiência, ao destacar que conseguiram entender o princípio científico dos dois métodos de extração, percebendo que a escolha do método é extremamente importante para o resultado das análises.

Como considerações finais os autores destacam que a atividade experimental possibilitou que discentes desenvolvessem habilidades essenciais sobre extração de produtos naturais e para a identificação de estruturas químicas. E ainda, que o trabalho em equipe melhorou as capacidades de comunicação e interação entre os discentes, bem como o interesse pela atividade experimental, pois puderam elaborar hipóteses, realizar os procedimentos experimentais, realizar pesquisas visando explicações para os resultados obtidos.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os OEs possuem propriedades importantes para os mais diversos usos, como nas indústrias alimentícias, de cosméticos, de perfumes, e pela indústria farmacêutica como fonte de novos ativos terapêuticos. Logo, estudos com esse tema apresentam potencialidades tanto para os processos de ensino e aprendizagem, quanto para despertar o interesse de estudos e pesquisas sobre o tema, haja vista que a experimentação investigativa pode ser uma estratégia eficiente para pensar sobre um problema real, que pode ser adaptado ao contexto, por exemplo, de disciplinas da graduação que constituem os cursos de química, a exemplo de professores que atuam em componentes curriculares experimentais, como das áreas da Química Analítica e Química Orgânica (WILSEK e TOSIN, 2012).

A experimentação no ensino de Química de maneira investigativa, com o tema dos OEs, possibilitou aos discentes um espaço de ensino e aprendizagem, por exemplo, sobre procedimentos experimentais e conhecimentos químicos, pois nesse modelo de atividade experimental são instigados a realizar pesquisas, combinando simultaneamente conteúdos conceituais e procedimentais. No processo da atividade experimental os discentes foram questionados, instigados para discussões e reflexões sobre os resultados obtidos em cada momento das atividades, viabilizando o trabalho em grupo, a observação, a coleta de dados, discussões, análise e reflexão dos resultados, permitindo a formação de um sujeito mais crítico e ativo na construção do conhecimento ensinado no Ensino Superior.

### REFERÊNCIAS

- AMAURO, N. Q.; SOUZA, P. V.T.; MORI, R. C. As Funções Pedagógicas da Experimentação no Ensino de Química. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 3, p. 17- 23, 2018.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, 2003.



AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils-a review. **Food Chem Toxicol**, v. 46, n. 2, p. 446-75, 2008.

BALDAQUIM, M. J.; PROENÇA, A. O.; SANTOS, M. C. G.; FIGUEIREDO, M. C.; SILVEIRA, M. P. A experimentação investigativa no ensino de química: construindo uma torre de líquidos. **Actio: Docência em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 19, 2018.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009. FapUNIFESP (SciELO).

CARVALHO, H. N.; LEITE, J. L.; LIMA, R. C. P.; OLIVEIRA, J. C. C.; DELGADO, O. T. A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, v. 11, n. 01, p. 52-64, 2018.

CORREIA, D.; RIBEIRO BORHER, H.; TEIXEIRA PEREIRA, V.; SOUZA SANTOS, N. Experimentação investigativa no estágio: as situações-limite superadas pelos licenciandos em química da UFMS. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 6, n. 2, p. 424-442, 2023.

COX-GEORGIAN, D.; RAMADOSS, N.; DONA, C.; BASU, C. Therapeutic and Medicinal Uses of Terpenes. **Medicinal Plants**, p. 333-359, 2019.

FAGBEMI, K. O.; AINA, D. A.; OLAJUYIGBE, O. O. Soxhlet Extraction versus Hydrodistillation Using the Clevenger Apparatus: a comparative study on the extraction of a volatile compound from tamarindus indica seeds. **The Scientific World Journal**, v. 2021, p. 1-8, 2021.

GALIAZZI, M. D. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, 1999.

GONÇALVES, F. P. **A problematização das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência dos formadores de professores de química**. 234 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2009.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. Experimentação como proposta metodológica para o ensino de Química na Educação Básica. **Revista Educar Mais**, v. 6, p. 687-703, 2022.



MATOS, S. P. de; LUCCA, L. G.; KOESTER, L. S. Essential oils in nanostructured systems: challenges in preparation and analytical methods. **Talanta**, v. 195, p. 204-214, 2019.

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, p. 273-283, 2000.

ROSITO, B. A. O Ensino de Ciências e a Experimentação. In: MORAES, R. (org.). Construtivismo e Ensino de Ciências: **Reflexões Epistemológicas e Metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. 36. ed. Campinas: Autores Associados, 2003.

SEMENSATE, A.; DA SILVEIRA, M.; WARTHA, E. O discurso do professor de química sobre a experimentação. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 3, n. 2, p. 257-273, 2020.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Revista Ciências e Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

WILSEK, M. A. G. e TOSIN, J. A. P. Ensinar e Aprender Ciências no Ensino Fundamental com Atividades Investigativas através da resolução de problemas. **Estado do Paraná**, v. 3, n. 5, p. 1686-1688, 2012.

ZHANG, C. D.; HU, X. Y; WANG, H. S.; YAN, F. GC-MS Analysis of Essential Oil Extracted from *Acori tatarinowii* Rhizoma: an experiment in natural product analysis. **Journal Of Chemical Education**, v. 98, n. 9, p. 3004-3010, 2021.

**AGRADECIMENTOS:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior –Brasil (CAPES) –Código de financiamento 001, ao LABEQ e ao CNPQ.